

## تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۲

همین‌ااز: -

**هدف:** آشنایی دانشجویان مهندسی برق با اصول تولید، انتقال، توزیع و کنترل انرژی الکتریکی

**شرح درس:**

مقدمه: تاریخچه، ساختار سیستم‌های قدرت

مفاهیم اساسی سیستم‌های انرژی الکتریکی: توان در جریان متناوب، سیستم‌های سه فاز، سیستم اعداد پیروی، دیاگرام تک خطی

تولید انرژی الکتریکی در سیستم‌های قدرت: مدار معادل ساده شده ماشین سنکرون، مقدمه‌ای بر تولید پراکنده

ترانسفورماتورها: مدار معادل ترانسفورماتورهای تکفاز، مدل ترانسفورماتورهای سه فاز با اتصالات  $\Delta/\Delta$  ترانسفورماتورهای

شیفت فاز، ترانسفورماتورهای با شیر متغیر

انتقال توان الکتریکی: مقاومت اهمی خط انتقال، خاصیت سلفی خط انتقال، ظرفیت خازنی خط انتقال، شبکه‌های دو قطبی،

مدل‌های خط انتقال کوتاه، متوسط و بلند

توزیع انرژی الکتریکی: انواع شبکه‌های توزیع، محاسبات شبکه مانند محل نقطه ژرف، مشخصه‌های بار و ...

مرکز کنترل انرژی: مروری بر وظایف مرکز کنترل انرژی شامل پخش بار، ملاحظات پایداری، تخمین حالت، حفاظت، آنالیز

شرایط اضطرار AGC، OPE، ...، پخش بار

مقدمه‌ای بر بازار برق و خصوصی‌سازی

**مراجع:**

1. W. D. Stevenson, Elements of Power System Analysis, McGraw - Hill, 1982.
2. O. L. Elgerd, Power System Analysis: An Introduction, McGraw - Hill,
3. M. E. El-Hawary, Electrical Energy Systems, CRC Press
4. T. Gonen, Modern Power System Analysis, John Wiley
5. F. Denny and D. E. Dismukes, Power System Operation and Electricity Markets,
6. A M. Borbely and J. F. Kreider, The Power Paradigm for the New Millennium, CRC Press,



## سیستم‌های دیجیتال ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌ااز: اصول الکترونیک

پیشین‌ااز: -

هدف: آشنایی با روش‌های تحلیل و طراحی مدارهای منطقی و سیستم‌های دیجیتال

شرح درس:

سیستم اعداد، جبر بول، جداول کارنو

دروازه‌ها، ساختارهای مدارهای منطقی

آرایه‌های برنامه پذیر PLD (PAL, PLA), CPLD, FPGA

زبان توصیف سخت‌افزاری (HDL)

مدارهای ترکیبی: مبدل کد، جمع کننده، ضرب کننده، کد بردار، کد گذار، مالتی پلکسر

مدارهای ترتیبی: معادلات حالت و تحلیل مدارهای ترتیبی، فلیپ فلاپها، شیفت رجیسترها، ثبات‌ها، شمارنده‌ها

حافظه‌ها (RAM, ROM)

ALU، معماری کامپیوتر

مراجع:

۱. م. تابنده و س. م. مکی، مدارهای منطقی و سخت‌افزارهای کامپیوتر، مؤسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۹۰.
2. M.M. Mano, and M. D. Cileti, Digital Design, 4<sup>th</sup> ed., Prentice – Hall, 2006.
3. V.P. Nelson, et al., Digital logic Circuit Analysis and Design, Prentice – Hall , 1995.
4. M.M. Mano, Computer System Architecture, 2<sup>nd</sup> Custom ed., Pearson Custom Publishing, 2005.
5. C. H. Roth, Fundamentals of Logic Design, 6<sup>th</sup> ed., Cengage Learning Press, 2010.
6. John F. Wakerly, Digital Design: Principles and Practices, 4<sup>th</sup> ed., 2005.



## سیستم‌های دیجیتال ۲

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های دیجیتال ۱

همین‌باز: -

هدف: آشنایی با اصول طراحی سخت‌افزار و نرم‌افزار یک کامپیوتر پایه و مطالعه کاربردی یک نمونه ریزپردازنده

شرح درس:

الف) معماری:

مقدمه: بررسی کارآیی پردازنده‌ها

معماری مجموعه دستورات

واحد پردازش مرکزی (CPU): طراحی واحد کنترل، ALU، ثبات‌ها و انواع معماری استک، انباشت‌کننده (Accumulator)

و GPR

ورودی/خروجی: کنترل I/O تحت فرمان نرم‌افزار، وقفه، اولویت وقفه

حافظه: سلسله مراتب حافظه، حافظه اصلی، Cache، حافظه مجازی

مفاهیم پیشرفته: پردازش خطوط لوله‌ای (pipeline) و پردازش موازی

ب) ریزپردازنده:

مقدمه و تعاریف ریزپردازنده‌ها

برنامه نویسی اسمبلی

درگاه‌های موازی

سیستم حافظه ریزپردازنده‌ها

زمان سنج

درگاه‌های سریال

وقفه‌های خاص ریزپردازنده

طراحی سیستم‌های ریزپردازنده‌ای: صفحه کلید، صفحه نمایش، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال

مراجع:

1. M.M. Mano, Computer System Architecture, 2<sup>nd</sup> Custom ed., Pearson Custom Publishing, 2005.
2. J.S. Mackenzie and R.C. Phan, The 8051 Microcontroller, 4<sup>th</sup> ed., Prentice - Hall, 2006.
3. D.V. Gadre, Programming and Customizing the AVR Microcontroller, McGraw - Hill, 2000.
4. M.A. Mazidi and J.G. Mazidi, The 80\*86 IBM Pc and Compatible Computers; Assembly Language, Design and Interfacing, Vols: I & II, 4<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2004.
5. D. Patterson and J. Hennessy, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 5<sup>th</sup> ed., Morgan Kaufmann Perss, 2011.
6. W. A. Triebel and A. Singh, The 8088 and 8086 Microprocessors: Programming, Interfacing, Software, Hardware, and Applications, 4<sup>th</sup> ed., 2003.





## آزمادهای الکتریکی و اندازه‌گیری

تعداد واحد: ۱ (عملی)

همین‌ا‌ز: مدارهای الکتریکی ۲

پیشین‌ا‌ز: -

هدف: بررسی و مشاهده مفاهیم مطرح شده در دروس مدارهای الکتریکی ۱ و ۲ و آشنایی با دستگاه‌های اندازه‌گیری

آزمایش ۱: بررسی قانون اهم، تقسیم ولتاژ، تقسیم جریان و اصل جمع آثار

آزمایش ۲: بررسی مدار معادل تونن و نرتن و قضیه انتقال توان ماکزیمم

آزمایش ۳: آشنایی با اسیلوسکوپ

آزمایش ۴: بررسی رفتار گذرای مدارات مرتبه اول و دوم و تعیین فرکانس تشدید

آزمایش ۵: پاسخ فرکانسی مدارهای RL و RC و RLC - فیلترهای بالا گذر و پایین گذر

آزمایش ۶: اندازه‌گیری ظرفیت خازن - ضریب خودالقایی - ضریب القاء متقابل

آزمایش ۷: اندازه‌گیری توان در مدارهای الکتریکی

آزمایش ۸: اندازه‌گیری انرژی الکتریکی

آزمایش ۹: اندازه‌گیری‌های مغناطیسی (منحنی هیستریزس - ضریب نفوذ مغناطیسی)

آزمایش ۱۰: تصحیح ضریب توان در مدارات الکتریکی



## آزمایش‌های الکتریکی ۱

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۲

همین‌باز: -

هدف: تمرین عملی، تقویت و توسعه آموخته‌های درس مربوطه

شرح درس:

مولد DC تحریک مستقل

مولد DC تحریک شنت

مولد DC تحریک سری

مولد DC تحریک ترکیبی (همه مشخصه‌ها)

موتور DC تحریک شنت

موتور DC تحریک سری

موتور DC تحریک ترکیبی



## آز الکترونیک

تعداد واحد: ۱ (عملی)

همینااز: اصول الکترونیک

پیشینااز: آز مدارهای الکتريکی و اندازه گیری

**هدف:** کاربرد دانش الکترونیک در طراحی و آزمایش مدارها و سیستم‌های الکترونیکي پایه

**شرح درس:**

آزمایش ۱: استفاده از دیود به عنوان مقاومت خطی کنترل شونده، طراحی ساخت آزمایش یک پتانسیومتر الکترونیکي، یک تقویت کننده با بهره قابل کنترل (AGC, GCA)

آزمایش ۲: طراحی مدارهای امپتر مشترک، کسکود و تفاضلی و مقایسه نتایج حاصله با یکدیگر؛ استفاده از مدار امپتر مشترک ساده به عنوان یک NOT و تکمیل آن به کمک دیود به صورت گیت‌های NAND و NOR

آزمایش ۳: طراحی و آزمایش یک تقویت کننده CS با استفاده از یک J-FET، بررسی پایداری نقطه کار و مشخصات دینامیکي آن؛ استفاده از یک PWR/MOS-FET به عنوان سوئیچ قدرتی (PWM)

آزمایش ۴ و ۵: طراحی و پیاده‌سازی یک تقویت کننده با بهره، مقاومت‌های ورودی و خروجی مشخص، اندازه‌گیری مشخصات آن و مقایسه با مقادیر مطلوب؛ اضافه کردن حلقه فیدبک و مشاهده کاهش بهره، کاهش اعوجاج، افزایش پهنای باند، تغییر مقاومت‌های ورودی و خروجی، پایداری نقطه کار و بخصوص کاهش وابستگی مشخصات تقویت کننده به تغییرات پارامترهای ترانزیستورها

آزمایش ۶: طراحی و ساخت یک تقویت کننده CC برای ماکزیمم توان خروجی به ازاء منبع تغذیه و بار مشخص، بررسی توان خروجی و راندمان بدست آمده؛ تکرار آزمایش با یک طبقه پوش-پول و مقایسه نتایج حاصله؛ استفاده از فیدبک جهت کاهش اعوجاج

آزمایش ۷-۱۲: طراحی چند سیستم در حد امکانات موجود و انجام آزمایش‌های مربوطه



## آز سیستم‌های کنترل خطی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز: کنترل خطی

هم‌نیاز: -

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت





## آز سیستم‌های دیجیتال ۱

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: سیستم‌های دیجیتال ۱

**هدف:** تمرین عملی مطالب درس مربوط از طریق آشنایی با سخت‌افزار، نرم‌افزار و زبان توصیف سخت‌افزار سیستم‌های دیجیتال

**شرح آزمایش:**

- ۱- آشنایی با گیت‌های AND, OR, XOR و چند گیت ساده دیگر در منطق TTL یا CMOS و آشنایی با پارامترهای آنها
- ۲- طراحی یک نیم جمع کننده و تمام جمع کننده با استفاده از گیت‌های فوق
- ۳- معرفی نرم‌افزار ISE و پیاده‌سازی مدار به صورت شماتیک (جمع کننده، کدبردار و ...)
- ۴- آموزش Verilog و شییه‌سازی یک مدار نیم جمع کننده و تمام جمع کننده با استفاده از این زبان
- ۵- ادامه آموزش زبان Verilog و پیاده‌سازی مدارهای Decoder, Encoder و Multiplexer
- ۶- ادامه آموزش زبان Verilog و پیاده‌سازی مدارهای جمع کننده‌های چند بیتی و مدارهای مشابه آن
- ۷- آشنایی با فلیپ فلاپ
- ۸- طراحی شمارنده
- ۹- طراحی شیفت رجیستر
- ۱۰- انجام پروژه‌ها (به صورت ترکیبی از موارد فوق)





## آز سیستم‌های دیجیتال ۲

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز: آز سیستم‌های دیجیتال ۱

هم‌نیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## پروژه کارشناسی

تعداد واحد: ۳ (عملی)

نوع واحد: -

پیشیاز: گذراندن حداقل ۱۰۰ واحد

همنیاز: -

هدف:



## کارآموزی

تعداد واحد: ۲ (عملی)

نوع واحد: -

پیشنیاز: گذراندن حداقل ۹۵ واحد

همنیاز: -

هدف: آشنایی با نحوه‌ی استفاده از دانش نظری و آزمایشگاهی در محیط کار

شرح درس:

حضور به مدت ۸ هفته تمام وقت (معادل ۳۰۰ ساعت) در یک شرکت یا واحد تخصصی تولیدی یا خدماتی به منظور آشنایی با فعالیت‌ها و فراگیری فرآیندها در حد امکان و تدوین گزارش کتبی





## مدارهای مخابراتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول الکترونیک، اصول سیستم‌های مخابراتی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مدارهای الکترونیکی RF در رژیم غیر خطی، تحلیل و طراحی و کاربرد آنها در سیستم‌های فرستنده-گیرنده بی‌سیم

### شرح درس:

مقدمه: ضرورت و اهمیت موضوع، فناوریها، کاربردها و معماری سیستم‌های فرستنده و گیرنده در باند RF  
یادآوری مدارهای تشدید و تزویج  
طراحی و تحلیل تقویت کننده‌های فرکانس رادیویی (RF)  
مدل‌های غیر خطی ادوات الکترونیکی در باند RF  
نوسان‌سازهای سینوسی RF  
مخلوط کننده‌ها RF  
مدولاتورهای AM  
آشکارسازهای AM  
مدولاتورهای FM  
آشکارسازهای FM  
مدولاتورهای I و Q و آشکارسازهای I و Q  
انواع گیرنده‌ها: سوپر هترودین، گیرنده با IF صفر، گیرنده با IF Sampling  
آشنایی با حلقه‌های قفل فاز و ترکیب کننده‌های فرکانس  
طراحی و تحلیل تقویت کننده‌های قدرت: کلاس کاری و مقایسه فن‌آوری‌ها (CMOS, GaN, GaAs)

### مراجع:

1. K. K. Clarke and D. T. Hess, Communication Circuits: Analysis and Design, 2<sup>nd</sup> ed., Krieger Pub Co, 1994.
2. J. R. Smith, Modern Communication Circuits, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, 1997.
3. H. L. Kraus, C.W. Bostian, F. H. Raab, Solid State Radio Engineering, Wiley, 1980.
4. D. O. Pederson and K. Mayaram, Analog Integrated Circuits for Communication: Principles, Simulation and Design, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2007.
5. J. Everard, Fundamentals of RF Circuit Design with Low Noise Oscillators, Wiley, 2001.



## الکترونیک ۳

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌باز: سیستم‌های کنترل خطی

پیش‌باز: الکترونیک ۲

هدف: آشنایی با تحلیل تخصصی مدارهای الکترونیکی آنالوگ دو قطبی و MOS

شرح درس:

ترانزیستورهای دو قطبی و MOSFET: ساختار فیزیکی، مدارهای معادل علائم کوچک کامل  
تقویت کننده‌های یک طبقه و چند طبقه ترانزیستوری دو قطبی و MOSFET: پاسخ فرکانسی در باندهای فرکانسی پایین و بالا، پاسخ‌های زمانی  
پاسخ فرکانسی تقویت کننده‌های فیدبک شده  
پایداری و جبران‌سازی فرکانسی  
تقویت کننده‌های قدرت (کلاس A, B, AB)  
بررسی مدار داخلی تقویت کننده‌های عملیاتی و آشنایی با مشخصه‌ها  
نویز

مراجع:

1. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2001.
2. A.S. Sedra and K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 6<sup>th</sup> ed., 2010.
3. P. R. Gray, P. J. Harst, S. H. Lewis and R. G. Meyer, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 5<sup>th</sup> ed., Wiley, 2009.
4. A.M. Sodagar, Analysis of Bipolar and CMOS Amplifiers, CRC Press, 2007.
5. D.A. Johns and K. Martin, Analog Integrated Circuit Design, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2012.







## طراحی سیستم‌های ریزپردازنده‌ای

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

هم‌نیاز: -

**هدف:** آشنایی کامل با PC، کلیه Portها (سریال، موازی و ...) و باس‌ها و با PCهای قابل استفاده در تکنولوژی نهفته (Embedded) همچون PC-104 و Panel-PC و Biscuit-PC

### شرح درس:

**مقدمه:** اشاره به تفاوت‌های ساختار و کاربرد ریزپردازنده‌ها و میکروکنترلرها، شرح تفاوت‌های عمده ریزپردازنده‌های ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ بیتی و میکروکنترل‌های ۸، ۱۶ بیتی، جایگاه کارتهای مجهز به ریزپردازنده (Single Board CPU) در مقایسه با PCها، تکمیل مباحث مربوط به ریزپردازنده‌های ۸۰۸۶/۸۰۸۸

وقفه در CPUهای Intel و PC: وقفه‌های نرم‌افزاری و معرفی چندین وقفه (INT21)0/S و BIOS (16، 1A، 1C، ...)، شرح کامل PIC(8259) و عملکرد آن در Single Board و همچنین PC

ارتباط موازی: روش handshaking و معرفی PPI(8255) در Mode 1، آشنایی با چاپگر و ارتباط Centronix، اتصال چاپگر به یک کارت از طریق PPI(Model I)، Multi-Processing با استفاده از روش Master/Slave و معرفی PPI در Mode II، آشنایی کامل با پورت موازی در PC

ارتباط سری: اصول اولیه ارتباط سریال و پرتکل‌ها (RS485, RS422, RS232)، معرفی 8251(USART) و شرح قابلیت‌ها و ارتباط به طریق غیر همزمانی و همزمانی (BISYNCT, SDLC, HDLC, ...)، معرفی 8237(UART) و نمونه‌های پیشرفته‌تر همچون 16450، 16550، ...، آشنایی کامل با پورت‌های سریال در PC و عملکرد INT<sup>H</sup>، معرفی و آشنایی کامل با پورت (Universal Serial Bus) USB  
DMA (دسترسی مستقیم حافظه): معرفی کامل 8237(DMAC)، کاربرد و نقش در PC و ...

مطالعه موردی ۱: IBM-PC: ویژگی‌های کارت مادر و روند تغییرات در نسل‌های مختلف، حافظه در PC (Parity check, SIMM, DIMM, ...)، I/Oهای مختلف در PC، معرفی باس‌های مختلف در: AGP, PCI-X, PCI, VL-BUS, MCA, EISA، ISA و مقایسه آنها از نقطه نظر فرکانس باس، پهنای باند و ... طراحی کارت برای باس

معرفی انواع PC: عادی، IPC (Industrial PC)، PC-104، Biscuit PC، ... مطالعه موردی ۲: آشنایی با و کاربرد PC-104  
ویژگی‌های یک ریزپردازنده پیشرفته: Caching، Pipelining، JLP، ...، اشاره به مفاهیم Segmentation و Paging برای آدرس دهی، اشاره به مفاهیم Multi-thread و Multi-core، تفاوت‌ها و ویژگی‌های پردازنده‌های CISC و RISC. معرفی چندین نمونه از هر یک

معرفی Pentium و ویژگی‌های آن: اشاره به ویژگی‌ها و تفاوت‌های Pentium با 486، 386، 286، 186/188، 8086/8، اشاره به ویژگی‌های P-PRO، MMX، PII، PIII، PIV و ...، آشنایی با پردازنده‌های نوین خانواده Intel و AMD، معرفی ریزپردازنده‌های پیشرفته ARM و ...، ویژگی Server و معرفی Serverهای Intel-Based

آشنایی با پردازنده‌ها و سیستم‌های Risc-Based: معرفی پردازنده SPARC از خانواده RISC، مطالعه موردی ۳: آشنایی با سیستم‌های کامپیوتری SUN و کاربردهای آن در صنعت برق

پروژه: تجزیه و تحلیل صورت مسئله و ابزارهای انتخاب سخت‌افزار برای یک پروژه تعریف شده با استفاده از Single Board CPU یا PC (PC، PC-104، ...)، و یا سیستم‌های کامپیوتری پیشرفته‌تر

### مراجع:

1. B. B. Bray, The Intel Microprocessors (from 8086 to Core2), Architecture, Programming and Interfacing, 8<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2009.
2. [http://www.Intel.\(Hp,IBM,SUN\).com](http://www.Intel.(Hp,IBM,SUN).com)



## مدارهای پالس و دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همپایه: اصول الکترونیک

پیشنیاز: -

هدف: آشنایی با تحلیل و طراحی مدارهای الکترونیکی شکل دهنده و مولد پالس و دیجیتال

### شرح درس:

پاسخ مدارهای RC، RL و RLC به شکل موج‌های پالس، مثلثی، نمایی متناوب و نامتناوب  
حالات گذرا در قطع و وصل دایود و ترانزیستور: پاسخ دایود به ورودی دیجیتال در جهت مثبت و منفی، پاسخ ترانزیستور به ورودی دیجیتال در جهت مثبت و منفی، پاسخ MOS به ورودی دیجیتال  
مدارهای شکل دهنده به موج: طراحی مدارهای مولد توابع خطی و غیر خطی به کمک تقویت کننده‌های عملیاتی، کاربرد مدارها در اصلاح مشخصات حس‌گرها و مولدهای سیگنال  
مالتی و بیراتور دو حالت و اشمیت تریگر: پایداری و سرعت، مدارهای تریگر، طراحی با استفاده از opamp، مدارهای TTL و CMOS، حفاظت ورودی مدارهای CMOS  
مالتی و بیراتور یک حالت: انواع گسسته و مجتمع، کاربرد در زمان سنجی  
مالتی و بیراتور نوسانی: انواع گسسته و مجتمع با و بدون کریستال  
ICهای زمان سنج: ساختار و کارایی مدارهای مجتمع زمان سنج مانند 555، کاربرد در تولید و شکل دهی موج‌ها، مولدهای توابع میدل‌های آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ: مدارهای نمونه‌بردار (Sample & Hold)، میدل‌های آنالوگ به دیجیتال، توپولوژی میدل‌های دیجیتال به آنالوگ مبتنی بر جریان و ولتاژ در شبکه نردبانی R-2R؛ منابع و معیارهای خطا در میدل‌های دیجیتال به آنالوگ و ارزیابی عملکرد  
سوئیچ MOSFET  
حس‌گرها: فاصله، فشار، ارتعاش، دما، ...

### مراجع:

1. R. J. Baker, CMOS: Mixed-Signal Circuits Design, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley- IEEE Press, 2008.
2. D. A. Bell, Solid State Pulse Circuits, 4<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2007.
3. J. Graeme, Photodiode Amplifiers, McGraw-Hill, 1996.
4. J. Graeme, Applications of Operational Amplifiers, McGraw-Hill, 1973.
5. H. M. Berlin, 555 Timer Applications Source Book, Experiments, BPB Publications, 2008.
6. Texas Instrumexts, Handbook of Operational Amplifiers
7. W. Junay, Opamp, Applications Handbook, Analog Devices, 2004.

۸. م. تابنده، تکنیک پالس و مدارهای دیجیتال، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۷.



## فیزیک الکترونیک

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیک ۲

همین‌ااز: اصول الکترونیک

هدف: آشنایی با اصول مقدماتی فیزیک حالت جامد کاربردی و ادوات الکترونیک

### شرح درس:

- ۱- مکانیک کوانتومی و حالت جامد: مرور مقدمات، ماتریس انتقال در یک بعد، شبکه دو بعدی، بلورهای مکعبی و الماس، ساختار باند انرژی
- ۲- تعادل تراپود: حفره‌ها و الکترون‌ها، توزیع فرمی-دیراک، تراپود، نفوذ، و انتقال، اثرات ترموالکتریک، وابستگی به دما و اشباع سرعت، اثر هال
- ۳- نیمه هادی‌های خالص و ناخالص: نیمه هادی‌های ساده و مرکب، نقص‌های نقطه‌ای، خطی و صفحه‌ای، ناخالصی‌های دهنده و گیرنده، حامل‌های اقلیت و اکثریت، تولید و باز ترکیب، تزریق حامل، معادلات وابسته و مستقل از زمان، طول نفوذ
- ۴- پیوند  $p-n$  ایده‌آل: فن آوری ساخت، پیوند پله‌ای و تدریجی، پیوند  $p-n$  در تعادل، پیوند  $p-n$  در بایاس، شکست، پاسخ گذرا و نوسانی، خازن اتصال، رفتار غیر ایده‌آل، دیود فلز-نیمه‌هادی
- ۵- ترانزیستور دو قطبی پیوندی: ساختار و کارکرد ترانزیستور دو قطبی پیوندی، مدل‌های کارکرد BJT، مدار معادل، پاسخ فرکانسی، اثرات غیر ایده‌آل
- ۶- ترانزیستور اثر میدانی: خانواده‌های FET، مشخصه جریان-ولتاژ، خازن فلز-اکسید-نیمه‌هادی، MOSFET
- ۷- ادوات قدرت: دیود چهار لایه، یکسوساز نیمه‌هادی کنترل شونده (SCR)، تریاک (Triac)، ترانزیستور دو قطبی با گیت ایزوله (IGBT)

### مراجع:

1. C. Kittel, Introduction to Solid- State Physics, Wiley, 2000.
2. B. G. Streetman and S. Banerjee, Solid State Electronics, 5<sup>th</sup> ed., Prentice- Hall, 2000.



## آز الکترونیک ۳

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

همینااز: الکترونیک آنالوگ

هدفه: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت





## آز مدارهای پالس و دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: آ‌ اصول الکترونیک

همنیاز: مدارهای پالس و دیجیتال

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز مدارهای مخابراتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همینااز: مدارهای مخابراتی

هدف: پیاده‌سازی سیستم‌های مخابراتی آنالوگ و مشاهده عملکرد

شرح آزمایش:

نوسان‌ساز

مدولاتور AM

دمدولاتور AM (باند باریک و باند وسیع)

مدولاتور FM

دمدولاتور FM

PLL

گیرنده سوپرهتروداین با استفاده از مدار مجتمع

مراجع:



## آز الکترونیک صنعتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: الکترونیک صنعتی

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت





## فیلتر و سنتز مدار

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول الکترونیک، سیگنال‌ها و سیستم‌ها

همین‌ااز: -

هدف: آشنایی با اصول و روش‌های پیاده‌سازی توابع تبدیل توسط مدارهای الکتریکی فعال و غیر فعال

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم کلی ریاضی و مداری، بلوک‌های سازنده مدار

چند جمله‌ای‌های هرویتز و توابع حقیقی مثبت

معرفی و خواص توابع نقطه تحریک (DP) مدارها: RC، RL و RLC، پیاده‌سازی مدار به کمک DP

طراحی و پیاده‌سازی مدار به کمک تابع تبدیل: مدارهای نردبانی، لیس و دارلینگتون

مسئله تقریب: تقریب دامنه و تأخیر (یکتواخت و غیر یکتواخت)

فیلترهای کلاسیک با دامنه یکتواخت: باترورث، چپی شف، چپی شف معکوس و بیضوی

فیلتر کلاسیک با تأخیر یکتواخت: بسل

طراز سازی و واقعی سازی: امیدانسی و فرکانسی

طراحی و سنتز فیلترهای فعال: روش مستقیم و غیر مستقیم، مدارهای RC یک دهانه و دو دهانه، متغیر حالت، حساسیت در فیلترها

مراجع:

1. M. E. Van Valkenburg, Introduction to Modern Network Synthesis, Wiley, 1974.
2. A. Budak, Passive and Active Network, Analysis and Synthesis, Waveland Pr., 1991.
3. G. C. Temes and J. W. LaPatra, Introduction to Circuit Synthesis and Design, McGraw Hill, 1977.
4. R. Schaumann and M.E. Van Valkenburg, Design of Analog Filters, Oxford University Press, 2001.



## شبکه‌های مخابراتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول سیستم‌های مخابراتی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و پروتکل‌های لایه‌های مختلف شبکه‌های داده

شرح درس:

مقدمه: سخت‌افزار شبکه، نرم‌افزار شبکه، مدل‌های مرجع، استانداردهای شبکه

لایه فیزیکی: مبانی نظری، محیط‌های انتقال سیمی و بی‌سیم، ماهواره‌های مخابراتی، شبکه تلفن ثابت، شبکه تلفن سیار

لایه پیوند داده: تشخیص خطا، تصحیح خطا، پروتکل‌های پنجره لغزان، پروتکل HDLC

زیر لایه کنترل دسترسی به شبکه: تخصیص کانال، پروتکل‌های دسترسی چندگانه، ارتت، شبکه‌های محلی بی‌سیم، شبکه‌های

بی‌سیم شهری، بلوتوث

پروتکل‌های TCP/IP

لایه شبکه در Internet: پروتکل IP، لایه انتقال در Internet: پروتکل‌های UDP و TCP

لایه کاربرد: سیستم DNS، پست الکترونیکی، وب، محتوای چند رسانه‌ای

مراجع:

1. A. S. Tanenbaum, and D.J. Wetherall, Computer Networks, 5<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, 2010.
2. J. F. Kurose, and K. W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach, 5<sup>th</sup> ed., Addison-Wesley, 2009.
3. B. A. Forouzan, Data Communications and Networking, McGraw-Hill, 2006.



## مدارهای مجتمع CMOS

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترونیک آنالوگ

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و تکنیک‌های طراحی مدارهای مجتمع بر اساس تکنولوژی CMOS

### شرح درس:

اصول کارکرد ترانزیستور MOS: مدل سیگنال کوچک در فرکانس‌های پایین و بالا و عملکرد آن، خازن‌های پارازیت، اثرات کانال کوتاه و کانال باریک، مدل‌ها

تکنولوژی CMOS: مروری بر فرآیند ساخت مجتمع، سلول‌ها و مدارهای پایه، مدل BSIM3V3، منابع و مراجع جریان و ولتاژ، نویز و دوره نویز در مدارهای CMOS

تقویت‌کننده‌های عملیاتی: پارامترها و شاخص‌های مهم ضریب حذف نویز منبع تغذیه (PSRR)، تصحیح و جبران‌سازی پاسخ فرکانسی، ساختارهای مختلف تقویت‌کننده عملیاتی CMOS و Biasing

طبقات خروجی شاخص‌های تقویت‌کننده خروجی: تقویت‌کننده‌های خروجی بدون فیدبک

ارزیابی کارایی یک تقویت‌کننده عملیاتی

معماری پیشرفته تقویت‌کننده عملیاتی CMOS با کارایی بالا

عناصر غیر فعال در تکنولوژی CMOS

تقویت‌کننده‌های عملیاتی متعادل (تفاضل کامل) (Fully Balanced Op Amps)

تجزیه تحلیل اعوجاج (Distortion) و عوامل غیر خطی در مدارهای مجتمع CMOS

عناوین پیشرفته در طراحی مدارهای مجتمع CMOS

### مراجع:

۱. م. عطاردی، طراحی مدارهای مجتمع آنالوگ CMOS، نشر لاجین، ۱۳۷۹.

2. B. Razavi, Design of Analog CMOS Intergrated Circuit, McGraw-Hill, 2000.





## طراحی سیستم‌های دیجیتال (FPGA و ASIC)

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های دیجیتال ۲

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با روند طراحی، پاده‌سازی و شبیه‌سازی عملکردی مدارهای دیجیتال با کمک ابزار CAD و روش‌های FPGA و ASIC

**شرح درس:**

معرفی ادوات منطقی قابل برنامه‌ریزی (SPLD, CPLD and FPGA)

روش‌های طراحی بالا به پایین (Top-Down Design)

معرفی VERILOG

روش‌های بهینه طراحی، توصیه‌ها با رعایت ترتیبی

ماشین‌های Finite State Machine-FSM

شبیه‌سازی مقدماتی و پیشرفته و تست عملکرد

سخت‌افزاری برای ASIC & FPGA

رفتار و منطق الگوریتم‌های ستر مدار

طراحی فیزیکی (به وجود آوردن Layout)

چیدمان و جایگزینی قطعات و الگوریتم‌های مسیریابی (Routing)

تست عملکرد

سیستم بر روی تراشه (SOC: System On a Chip)

شبکه بر روی تراشه (NOC: Network On a Chip)

تلفیق سخت‌افزار و نرم‌افزار و تست کامل سیستم

**مراجع:**

1. S. Hauck and A deHon, Reconfigurable Computing: The Theory and Practice of FPGA-Based Computation, Elsevier, 2008.
2. F. Vahid, Digital Design with RTL Design, Verilog and VHDL, Wiley, 2010.
3. C. Bobda, Introduction to Reconfigurable Computing Architectures, Algorithms, and Applications, Springer, 2007.
4. G. De Micheli, Synthesis and Optimization of Digital Circuits, McGraw-Hill, 1994.
5. <http://www.altera.com> (Xilinx, actel or atmel)
6. N. A. Sherwani, Algorithms for VLSI Physical Design Automation, Kluwer Academic Publishers, 2002.
7. Brown and Zvonko Vranesic, Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design, 2<sup>nd</sup> ed, 2007.



## فیزیک مدرن

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: فیزیک الکتریسته، ریاضیات مهندسی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم فیزیک کلاسیک در یک قالب کلی با تکیه بر تارسایی‌های فیزیک کلاسیک

شرح درس:

آزمایش مایکسون و تامسون و نظریه وجود الکترون در ماده

خاصیت دوگانی موج و ذره

نسبیت خاص

مدل‌های اتمی: راترفورد - بور

مبانی مکانیک کوانتوم: معرفی معادلات شرودینگر، بررسی اتم هیدروژن، ...

اصل عدم قطعیت‌ها یزنبرگ و اصل رادپاولی

معرفی مکانیک آماری: توزیع ماکسول - بولتزمن، فرمی - دیراک



## ماشین‌های الکتریکی ۳

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌ساز: ماشین‌های الکتریکی ۲

هم‌ساز: -

هدف: آشنایی با ساختار و کارکرد ترانسفورماتورهای سه فاز و معرفی، مدل‌سازی، تحلیل حالت‌های پایدار و گذرا، تحریک و موازی‌سازی مولدهای سنکرون

ترانسفورماتورهای سه فاز: خصوصیات عملیاتی ترتیبات مختلف، تپ‌چنجرهای متداول، کاربرد در سیستم‌های انتقال و توزیع قدرت

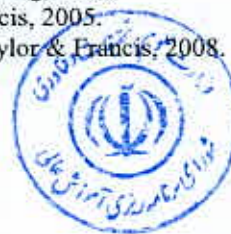
تکات کلی و تحلیل حالت پایدار در وضعیت متعادل ماشین‌های سنکرون: توصیف فیزیکی و نظریه اساسی، سیم‌پیچ‌های میدان و آرمیچر: آرایش و تاثیر متقابل آنها؛ توصیف ریاضی، نمایش در سیستم برواحد (pu)، تحلیل حالت پایدار و نمودار برداری، مشخصه‌های توان-زاویه بار در حالت پایدار، راکتانس‌های محور  $q-d$  و  $o$  و تعیین آنها با آزمایش، مدار معادل، سیم‌پیچ‌های دمپر کارمدرای مولد سنکرون: معرفی راکتانس‌های گذرا و ثابت‌های زمانی، تعیین راکتانس‌های گذرا و ثابت‌های زمانی به کمک آزمایش اتصال کوتاه سه فاز، اثر اشباع بر روی راکتانس‌ها و تنظیم، تحلیل ریاضی اتصال کوتاه سه فاز، گشتاورهای اتصال کوتاه و راه‌اندازی، فروافتادگی ولتاژ، گشتاورهای سنکرون و دمپینگ

تحریک مولد سنکرون و تنظیم خودکار ولتاژ آن: انواع سیستم‌های تحریک و معیار انتخاب آنها، مدل‌سازی سیستم تحریک، کنترل ولتاژ دیجیتال، کنترل سیستم‌های تحریک، کنترل تحریک یک/چند پارامتری و تاثیر بر روی پایداری سیستم قدرت، کنترل گروهی سیستم‌های تحریک

کارموازی مولدهای سنکرون: باس بی‌نهایت، سنکرون کردن مولدها، اتصال و زمین کردن نول‌ها

مراجع:

1. M. J. Heathcote, J & P Transformer Book, 13<sup>th</sup> ed., Newnes, 2007.
2. I. Kerszenbaum, Inspection of Large Synchronous Machines: Checklists, Failure Identification and Troubleshooting, Wiley- IEEE Press, 1996.
3. M. G. Say Alternating Current Machines, Pittman Publishing, 1998.
4. T. Boldea, Synchronous Generators, CRC Taylor & Francis, 2005.
5. T. A. Lipo, Analysis of Synchronous Machines, CRC Taylor & Francis, 2008.





## الکترونیک صنعتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول الکترونیک

همنیاز: ماشین‌های الکتریکی ۲

هدف: آشنایی با انواع ادوات، یکسو کننده‌ها و مبدل‌ها با کاربردهای صنعتی

شرح درس:

مقدمه:

سوئیچ‌های نیمه‌هادی قدرت ( Diode, BJT, IGBT, SCR, MOSFET, DIAC, TRIAC, GTO, ... ): ساختمان داخلی،

مشخصه، روشن و خاموش کردن، حفاظت

یکسو کننده‌ها: تکفاز، سه فاز، شش فاز، ساده و کنترل شده، لحاظ سلف منبع، پدیده کموتاسیون، شکل موج‌های ولتاژ طرف dc و

جریان طرف ac

مبدل‌های DC-DC سوئیچینگ: رگولاتورهای خطی، مبدل‌های پایه، باک، بوست، باک-بوست، Cuk، مبدل‌های ایزوله نوع

باک: فرورارد و انواع آن-پوش پول-نیم پل-تمام پل، مبدل فلای‌باک

بوسترها: جریان متناوب (تکفاز، سه فاز)، جریان دایم

مدارات استایر: روشن کردن-خاموش کردن

اینورترها: تک‌فاز شامل نیم‌پل و پل با بارهای مقاومتی و سلفی، سه فاز (هدایت ۱۲۰ و ۱۸۰ درجه)

مبدل‌های AC-AC: سیکلو کانورتر، AC-DC-AC، کنترل‌های ولتاژ AC

کاربردهای الکترونیک صنعتی، مرور مشکلات کیفیت توان در شبکه‌های قدرت

مراجع:

1. M. H. Rashid, Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, 2004.
2. N. Mohan, T. M. Undeland and W. P. Rbbins, Power Electronics, Wiley, 2003.
3. R. W. Erickson and D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2001.
4. D. W. Hart, Introduction to Power Electronics, Prentice-Hall, 1996.
5. K. Thorborg, Power Electronics Prentice-Hall, 1998.
6. A. M. Trzynadlowski, S. Legowski, Interoduction to Modern Power Electronics, Wiley, 1998.



## تأسیسات الکتریکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

همین‌باز: -

هدف: آشنایی با مهندسی روشنایی و تأسیسات الکتریکی

شرح درس:

روشنایی: تعریف و ماهیت نور، اشعه مادون قرمز و ماورای بنفش، کمیت‌های نورسنجی، استانداردهای روشنایی، محاسبات

روشنایی داخلی و خارجی

ساختمان و راه‌اندازی لامپ‌ها: رشته‌ای، فلورسنت، جیوه‌ای، سدیم، کم مصرف

ایمنی و حفاظت در تأسیسات الکتریکی

محاسبات سطح مقطع سیم و کابل و سیم‌کشی هوایی

فیوز و محاسبات آن

طراحی تابلو

برآورد بار و تقاضا برای بارهای صنعتی و تجاری

زمین کردن (الکتریکی و حفاظتی)، اندازه‌گیری مقاومت زمین، رله‌های زمین و سایر ادوات و رله‌های مرتبط

انواع سیستم‌های توزیع برق

سیستم‌های اضطراری

آشنایی با آسانسور و پله‌های برقی

تصحیح ضریب قدرت در کارخانجات

سیستم‌های هشدار دهنده

سیستم‌های جریان ضعیف شامل آنتن و سیستم تلفن

آشنایی با نرم‌افزارهای مربوطه

پروژه

مراجع:

۱. ح. کلهر، مهندسی تأسیسات الکتریکی.

۲. ح. کلهر، مهندسی روشنایی، شرکت سهامی انتشار، ۱۳۸۹.

۳. م. موحد، لامپ‌ها و محاسبات روشنایی فنی.

4. W. T. Grondzik, A. G. Kwok, B. Stein and J. S. Reynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, 11<sup>th</sup> ed., Wiley, 2011.

5. Electrical Installations Hand Book, Siemens I, II, III

۶. م. سلطانی، تجهیزات نیروگاه، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.



## تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

همین‌باز: -

هدف: آشنایی با مدل‌های مهم شبکه‌های انرژی الکتریکی و روش‌های تحلیل خطا و پایداری

شرح درس:

مدل ادمیتانس و محاسبات شبکه: شبکه ادمیتانس معادل، ماتریس تلافی شبکه و Ybus

مدل امپدانس و محاسبات شبکه: ماتریسهای ادمیتانس و امپدانس شبکه، اصلاح ماتریس Zbus موجود، پیدا کردن ماتریس امپدانس

شبه به روش مستقیم، دیاگرام تک خطی

خطاهای متقارن: حالت‌های گذرا در مدارهای RL سری، محاسبه خطا با استفاده از ماتریس Zbus، محاسبات اتصال کوتاه با استفاده

از مدارهای معادل Zbus

مولفه‌های متقارن و شبکه‌های توالی: بررسی فازورهای نامتقارن از طریق مولفه‌های متقارن، مولفه‌های متقارن فازورهای نامتقارن،

مدارهای ستاره و مثلث متقارن، توان بر حسب مولفه‌های متقارن، مدارهای توالی، شبکه‌های توالی

خطاهای نامتقارن: خطاهای یک خط به زمین، خط به خط، دو خط به زمین، خطاهای مدار باز

پایداری سیستم قدرت: مساله پایداری، دینامیک رتور و معادله نوسان، معادله توان - زاویه، معیار سطح‌های برابر، حل گام به گام

متحنی نوسان

مراجع:

1. W. D. Stevenson, Elements of Power System Analysis, 4<sup>th</sup> ed., McGraw – Hill, 1982.
2. O. L. Elgerd, Power System Analysis: An Introduction, McGraw – Hill
3. M. E. El-Hawary, Electrical Energy Systems, CRC Press
4. T. Gonen, Modern Power System Analysis, Wiley
5. F. Denny and D. E. Dismukes, Power System Operation and Electricity Markets
6. A M. Borbely and J. F. Kreider, The Power Paradigm for the New Millennium, CRC Press





## حفاظت و رله

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همنیاز: -

هدف: مطالعه و بررسی اصول، روش‌ها، رله‌ها و تجهیزات حفاظت سیستم‌های قدرت

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم اولیه و تئوری‌های بنیادین، اجزا و تجهیزات حفاظتی، حوزه‌های حفاظتی، ادوات جانبی  
ادوات اندازه‌گیری: انواع ترانسفورمرهای جریان، انواع ترانسفورمرهای ولتاژ، استانداردها، ساختار و تحلیل و بررسی  
ساختار، انواع و مقایسه اندازه‌گیری‌های رله‌ها: اندازه‌گیری، کمکی، الکترومغناطیسی، الکترونیکی، دیجیتالی، ریزپردازنده‌ای  
حفاظت جریانی خطوط انتقال: ساختمان و اصول عملکرد رله‌های جریانی، هماهنگی رله‌های جریانی با یکدیگر و با فیوزها  
حفاظت دیستانس خطوط انتقال: ساختمان، واحدهای فاز، واحدهای زمین، نواحی عملکرد و تنظیم رله‌های دیستانس  
حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت: اصول، دیفرانسیل درصدی، ترانسفورماتورهای تکفاز و سه‌فاز، عملکرد در جریانهای  
هجومی، اتصال زمین و اتصال زمین محدودشده، رله بوخه‌لستس، اضافه‌شار و ترانسفورماتور توزیع  
حفاظت ژنراتور: در مقابل اتصال کوتاه فاز و زمین استاتور، در مقابل اتصال کوتاه حلقه، در مقابل اتصال زمین روتور، در مقابل بار  
نامتعادل، در مقابل قطع محرک اولیه، حفاظت قطع تحریک و حفاظت فرکانسی  
حفاظت شینه: آرایش‌های شینه بندی، حفاظت دیفرانسیل درصدی، حفاظت دیفرانسیل امپدانس بالا و محاسبات، اتصالات  
حفاظت باسبار در شینه‌بندی‌های متداول پست  
حفاظت موتورهای القایی: اتصال کوتاه‌های فاز، زمین و حلقه، عدم تعادل ولتاژ یا قطع فاز  
حفاظت شبکه‌های توزیع: تجهیزات حفاظتی، جابجایی تجهیزات، تأثیر منابع تولید پراکنده

مراجع:

4. S. H. Horowitz, A. G. Phadke, Power System Relaying, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2008.
5. W. A. Elmore, Protective Relaying, Theory and Applications, 2<sup>nd</sup> ed., Marcel Dekker, 2003.
6. J. M. Gers, E. J. Holmes, Protection of Electricity Distribution Networks, IET Press, 2<sup>nd</sup> ed., 2005.
7. P. M. Anderson, Power System Protection, Wiley-IEEE, 1999.
8. Y. G. Paithankar, S. R. Bhide, Fundamentals of Power System Protection, PHI, 2004.
9. J.L. Blackburn and T.J. Domin, Protective Relaying: Principles and Applications, 3<sup>rd</sup> ed., CRC Press, 2006.



## آزمایش‌های الکتریکی ۲

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: آزمایش‌های الکتریکی ۱

همین‌ااز: ماشین‌های الکتریکی ۳

هدف: تمرین عملی، تقویت و توسعه آموخته‌های درس مربوطه

شرح درس:

آزمایش بی‌باری ترانسفورماتور تک‌فاز و استخراج مؤلفه‌های آن

آزمایش بارداری ترانسفورماتور تک‌فاز و استخراج مؤلفه‌های آن

آزمایش موازی کردن ترانسفورماتورها

آزمایش بدست آوردن گروه ترانس ۳ فاز

استارت و بارگیری موتور القایی Y-Δ

بارداری و بی‌باری موتور القایی و بررسی فرکانس القایی در روتور در:

دوره‌های مختلف از طریق موتور القایی روتور سیم‌بندی شده

تغییر دور با تغییر مقاومت در دوره‌های بالا، رسم منحنی گشتاور - سرعت

آزمایش موتور سنکرون و تحریک موتور در جریانات مختلف و تبادل P و U



## آز تحلیل سیستم‌های قدرت

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همین‌از: -

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز عایق‌ها و فشارقوی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همیناز: عایق‌ها و فشارقوی

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت

شرح درس:

اندازه‌گیری ولتاژ فشارقوی متناوب

اهمیت اجزاء مدار اندازه‌گیری حداکثر ولتاژ

اندازه‌گیری ولتاژ فشارقوی دائم و ناهمواری آن

تخلیه الکتریکی در میدان‌های غیر یکنواخت با ولتاژ دائم

تخلیه الکتریکی با ولتاژ دائم و متناوب در هوای رقیق

اثر ورق عایق بین دو الکتروود سوزن صفحه

اندازه‌گیری مقاومت مخصوص، عدد دی الکتریک و ضریب تلفات عایقی کاغذ عایق و روغن ترانسفورماتور

اندازه‌گیری ظرفیت و ضریب تلفات عایقی یک دستگاه فشارقوی

اندازه‌گیری استقامت عایقی نمونه‌های عایقی جامد و مایع و اثر عوامل خارجی بر آن

تغییر ولتاژ شکست روغن و کاغذ عایق با تغییر رطوبت

اثر رطوبت و غبار و املاح بر روی سطح مقره‌های فشارقوی

تغییر خواص فیزیکی روغن و کاغذ عایق بر اثر کهنگی

ژنراتور ضربه یک پله - تولید و اندازه‌گیری موج ضربه کامل و شکسته

ژنراتور ضربه ۵ پله و آزمایش بر تعیین ولتاژ شکست یک مقره

امواج سیار و بررسی رفتار خط انتقال با اجزاء متمرکز





## آز حفاظت و رله

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: حفاظت و رله

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز الکترونیک صنعتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: الکترونیک صنعتی

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## عایقها و فشار قوی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همینااز: -

پیشینااز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

**هدف:** آشنایی با تکنولوژی عایقهای الکتریکی، انواع ولتاژها و جریانهای مورد استفاده در تستهای فشارقوی و روشهای تولید و اندازه‌گیری آنها

### شرح درس:

میدانهای الکتریکی: کروی، استوانه‌ای، دو صفحه موازی، دو کره فلزی هم مرکز، دو استوانه هم محور، دو هادی موازی، یک هادی و زمین، خم روگوفسکی، محاسبه با استفاده از نگاشت کانفورم، حل عددی (تفاضل محدود، اجزاء محدود)

عایقهای الکتریکی: معدنی و آلی، جامد، مایع و گاز، ثابت دی‌الکتریک مختلف، ضریب تلفات عایقی، وابستگی ویژگیهای عایق به دما و فرکانس، معیارهای انتخاب عایق

تخلیه الکتریکی در گازها: تئوری تخلیه، قانون پاشن، قوس الکتریکی و ویژگیهای آن، کرونا، استقامت الکتریکی هوا، پدیده صاعقه، شکل‌گیری و اثرات آن

تخلیه الکتریکی در عایقهای مایع و جامد: تخلیه جزئی، تخلیه سطحی، تخلیه خزننده، تخلیه الکتریکی در روغن، شکست الکتریکی عایقهای جامد، شکست حرارتی، نظریه‌های مختلف فروپاشی عایق

معرفی استانداردها: ملی، منطقه‌ای، بین‌المللی، دستورالعمل‌های فنی

تولید فشارقوی الکتریکی: ولتاژ فشارقوی متناوب (ترانسفورماتور کاسکاد، مدار تشدید سری)، تولید ولتاژ فشارقوی dc (یکسوکننده معمولی، یکسوساز دو پله و چند پله، یکسوساز ویلارد، مدار آلایون، ژنراتور وان دوگراف)، ولتاژ ضربه صاعقه و کلیدزنی (مدار اساسی ژنراتور ضربه، ژنراتور ضربه چند پله، تولید ولتاژ ضربه شکسته، تولید جریان ضربه)

اندازه‌گیری فشارقوی الکتریکی: اندازه‌گیری ولتاژهای متناوب، dc و ضربه، پلهای اندازه‌گیری و اندازه‌گیری تخلیه جزئی، اندازه‌گیری جریان‌های بالا (کوئل رگوفسکی، لینک‌های مغناطیسی، ترانسفورماتور اندازه‌گیری جریان و اثر هال)

امواج سیار: معادلات خط انتقال، قوانین انعکاس امواج در حالات مختلف و دیاگرام نردبانی

مبانی هماهنگی عایقی، انواع اضافه ولتاژها، بررسی احتمالاتی اضافه ولتاژها، بررسی احتمالاتی شکست عایق و برقیبرها

### مراجع:

- ح. محسنی، مبانی مهندسی فشارقوی الکتریکی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۷.
- م. ق. محمدی، اصول مهندسی فشار قوی الکتریکی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۵.
- م. ق. محمدی، فیزیک و تکنولوژی عایق‌ها، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۶۳.
- E. Kuffel, W. S. Zaengl and J. Kuffel, High Voltage Engineering Fundamentals, 2<sup>nd</sup> ed., Newness, 2000.
- A. R. Hileman, Insulation Coordination for Power Systems, CRC Press, 1999.





## ماشین‌های الکتریکی مخصوص

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: ماشین‌های الکتریکی ۲

همین‌ا: -

هدف: آشنایی با ساختار و عملکرد ماشین‌های الکتریکی مخصوص

شرح درس:

موتورهای القایی دوفاز متعادل و نامتعادل: مؤلفه‌های مستقیم و معکوس یک شبکه دوفاز، موتورهای القایی تکفاز، روش‌های ایجاد گشتاور راه‌اندازی در موتور القایی تکفاز، مدار معادل موتورهای القایی دوفاز نامتعادل  
سرو موتورهای dc و ac دوفاز: اصول کار و مشخصه‌ها  
تاکوژنراتورهای dc و ac: بررسی ساختمان، خطاها و مزایا و معایب  
سینکروها: سینکروهای فرستنده، گیرنده، ترانسفورمر، تقاضلی، بررسی ساختمان انواع سینکروها، محاسبه گشتاور تنوری کار انواع سینکروها  
موتورهای: سنکرون با مغناطیس دائم، رلوکتانس، سویچ رلوکتانس، هسترزیس، سنکرون کم سرعت، dc بدون جاروبک  
ماشین‌های کموتاتوردار: موتورهای ac سری، موتور یونیورسال، موتورهای ریپالسیونی  
موتورهای پله‌ای: باروتور آهنربای دائم، با رلوکتانس متغیر، با رلوکتانس متغیر چند طبقه، مختلط (هایبرید)، مشخصه‌ها، سیستم‌های محرکه و مداربندی  
موتورهای خطی: ساختمان اساسی، القایی یک طرف و دو طرفه

مراجع:

۱. م. ر. فیضی و ک. خفافی، ماشین‌های مخصوص الکتریکی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تبریز، ۱۳۸۷.
2. P. P. Acamley, Stepping Motors, a Guide to Theory and Practice, 4<sup>th</sup> ed., The Institute of Electrical Engineering (IET), 2002.
3. A. E. Fitzgerald, C. Kingsley and S. D. Umans, Electric Machinery, 6<sup>th</sup> ed., McGraw- Hill 2002.
4. T. Kenjo, Stepping Motors, Oxford Science Publication, 1994.



## تولید انرژی الکتریکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: ماشین‌های الکتریکی ۳

همیناز: -

هدف: آشنایی با انواع و نحوه کارکرد نیروگاه‌ها و مدارهای کنترلی ژنراتورها

شرح درس:

الف- الکتریکی:

آشنایی با ساختار کلی و اصول کار نیروگاه‌ها: حرارتی، گازی، سیکل ترکیبی، آبی، هسته‌ای، خورشیدی، بادی و ...  
انتخاب نوع نیروگاه: موقعیت نصب، مسائل اقتصادی، اهمیت و لزوم کنترل فرکانس و ولتاژ  
آشنایی با ساختمان ژنراتورها: سیستم‌های کنترل تحریک، سیستم کنترل فرکانس، سنکرون کردن نیروگاه‌ها، مصارف داخلی ترانسفورماتورهای قدرت و تجهیزات آنها  
وضعیت تولید برق در ایران

ب- مکانیکی:

معرفی انواع نیروگاه‌ها و اصول کار: حرارتی (سوخت فسیلی، سوخت هسته‌ای اعم از شکافت یا گداخت)، انرژی‌های تجدیدپذیر (آبی، بادی، خورشیدی، زمین گرمایی)  
سیکل‌های ترمودینامیکی: سیکل رانکین، سیکل برایتون، سیکل ترکیبی رانکین-برایتون، سیکل دیزل، سیکل هم تولیدی  
نیروگاه آبی: پتانسیلی، جزر و مدی، امواج  
نیروگاه بادی و نیروگاه خورشیدی  
قابلیت انواع نیروگاه‌ها: سطح تولید توان، بازدهی، استفاده جزیره‌ای یا اتصال به شبکه سراسری  
انواع توربین‌ها: اجزاء اصلی و کمکی انواع نیروگاه‌ها  
مشخصه‌های عملکردی اجزای اصلی انواع نیروگاه‌ها: معرفی اعداد بدون بعد، دیاگرام‌های t-s و h-s نیروگاه‌های حرارتی با سوخت‌های فسیلی، مقایسه شرایط کاری واقعی با سیکل استاندارد شده حالت ایده‌آل، محاسبه انواع راندمان‌ها، عوامل بازگشت‌ناپذیری و اتلاف کار  
بازدید از انواع نیروگاه‌ها

مراجع:

۱. ر. هوشمند، تولید برق در نیروگاه‌ها، ویرایش دوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران، ۱۳۸۹.
۲. م. سلطانی، تجهیزات نیروگاه، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.
3. T. Elliol, K. chen, and R. C. Swanekamp, Standard Handbook of Powerplant Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill 1997.
4. M.M. El-Wakil, Powerplant Technology, McGraw-Hill, 2002.
5. R. Bachmann, H. Nielsen, J. Warner and R. Kehlhofer, Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power plants, 2<sup>nd</sup> ed., Pennwell Books, 1999.
6. P. Kiameh, Power Generation Handbook, 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill, 2011.





## طرح خطوط هوایی انتقال و پروژه

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشینماز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همینماز: -

**هدف:** آشنایی با اصول طراحی الکتریکی، مکانیکی، نصب و بهره‌برداری خطوط هوایی انتقال انرژی الکتریکی

**شرح درس:**

انواع خطوط انتقال انرژی الکتریکی (مانند AC تکفاز و سه فاز و DC دو سیمه و سه سیمه) و مقایسه آنها

سیربایی خط انتقال

نقشه برداری و روشهای مدرن آن (مانند بکارگیری GPS)

محاسبات الکتریکی خط انتقال: ولتاژ خط، تعیین نوع و محاسبه سطح مقطع هادیها، تلفات خط، کرونا و تلفات آن، راندمان خط، رگولاسیون ولتاژ، تعیین تعداد مدار و تعداد باندل، اندوکتانس و کاپاسیتانس خط، رعد و برق و اصول حفاظت در مقابل صاعقه، انتخاب سیم محافظ (با رشته‌های فولادی و OPGW) و ...

محاسبات مکانیکی خط: شامل مواردی مانند تعاریف اولیه (پلان، پروفیل، UTS، فلش، اسپن و...)، نحوه انتخاب برج‌ها، نحوه تعیین محل و تعداد سیمهای محافظ، معادله منحنی سیم آویزان از دوپایه هم و ناهم ارتفاع، معادله تغییر وضعیت، محاسبه طول سیم، کشش وارده برسیم، فلش سیم، نحوه تهیه جدول کشش و فلش، بارگذاری برج، نوسانات هادی (آنولین، گالوپینگ، آونگی)، انواع فونداسیون و ...

عیاق بندی خط: انواع مقره (چینی، شیشه‌ای، کامپوزیتی و سیلیکون رابر)، توزیع پتانسیل در زنجیر مقره، نحوه انتخاب تعداد مقره در یک زنجیر مقره، انحراف زنجیر مقره بر اثر باد و ...

قوانین حریم خطوط انتقال برق ایران: حریم افقی و عمودی، حریم شعاعی، نحوه تعیین حریم (محاسبات میدانهای الکتریکی، مغناطیسی، نویز صوتی، نوسانات مکانیکی و تداخل رادیویی)، آشنائی با شاخه زنی درختان (tree trimming) و ...

روشهای اجرای خط: شامل برج گذاری، عملیات سیم کشی، بکارگیری جداول کشش و فلش، ابزارآلات، یراق آلات، ماشین‌ها، عملیات خط گرم

انجام یک پروژه کلاسی در زمینه‌ای مرتبط و ارائه نتایج در قالب گزارش، سخنرانی، مقاله و... (حسب تشخیص استاد درس) الزامی است.

**مراجع:**

1. T. Gonen, Electrical Power Transmission System Engineering: Analysis and Design, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2009.
2. C. Bayliss and B. Hardy, Transmission and Distribution Electrical Engineering, 4<sup>th</sup> ed., Newnes, 2012.
۳. ا. م. قاضی زاهدی، ع. م. رنجبر، طراحی خطوط انتقال نیرو، جلد اول، انتشارات نیرو.
۴. ق. حیدری، طراحی الکتریکی خطوط انتقال نیرو، انتشارات تابش برق، شرکت برق منطقه‌ای تهران، ۱۳۷۹.
۵. م. پوررفیع عربانی، ب. اسلام زاده، دیدگاههای مهندسی در طراحی خطوط انتقال انرژی، انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۷.





## طرح پست‌های فشار قوی و پروژه

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۲

همین‌از: -

هدف: آشنایی با اصول طراحی، مشخصات فنی تجهیزات، نقشه‌ها و استانداردهای پست‌های فشارقوی

### شرح درس:

مقدمه: دلایل احداث پست و انواع پست‌ها از دیدگاه‌های مختلف مانند سطح ولتاژ، عملکرد، نوع سیستم عایقی، سیستم حفاظت و کنترل و غیره

تجهیزات و انتخاب مشخصات فنی: ترانسفورماتور قدرت، کلید قدرت، سکیونر، ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری، برقیگیر، سیستم مخابراتی PLC و راکتور شنت

معرفی و مقایسه فنی - اقتصادی آرایش‌های مختلف شینه بندی: آرایش‌های شین ساده با قطع طولی، طرح‌های H و L، شین اصلی و فرعی، شین دویل، شین دویل با شین کمکی، شین دویل با سکیونر موازی، دو بریکری، یک و نیم بریکری کامل، یک و نیم بریکری ناقص، آرایش رینگ

اینترلاک کلیدها و سکیونرها: اصول و منطق اینترلاک در آرایشهای شینه‌بندی مختلف

سیستم زمین: اهداف، تعاریف اساسی، ولتاژ گام و تماس، محاسبات سطح مقطع هادی‌های شبکه زمین، مقادیر مجاز ولتاژ گام و تماس، تأثیر لایه سطحی بر مقادیر مجاز ولتاژ گام و تماس، محاسبه مقادیر واقعی ولتاژ گام و تماس، الگوریتم طراحی شبکه زمین بر اساس استاندارد IEEE Std. 80-2000

سیستم تغذیه AC و DC: سیستم AC، سیستم DC، دیزل ژنراتور، ترانسفورماتور تغذیه داخلی و باتری شارژر

نقشه‌های پست: انتخاب انواع فواصل مجاز (clearance) در داخل پست، نقشه تک خطی فشارقوی، نقشه تک خطی حفاظتی، نقشه جانمایی (Layout) و جزئیات آن

پروژه

### مراجع:

1. ABB Switchgear Manual, 11th Edition, ABB, 2006.
2. J. D. McDonald, Electric Power Substations Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, 2007.
3. IEEE Guide for Safety in AC Substations Grounding\*, IEEE Std. 80-2000.
۴. م. سلطانی، تجهیزات نیروگاه، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۹۰.
۵. ر. هوشمند، طراحی پست‌های فشار قوی، انتشارات دانشگاه اصفهان، ۱۳۹۰.



## مبانی تحقیق در عملیات

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضی عمومی ۲، برنامه‌نویسی کامپیوتر

همنیاز: -

هدف: آشنایی با زمینه تحقیق در عملیات و روش‌های مدل‌سازی برنامه‌ریزی

شرح درس:

مقدمه: گستره زمینه تحقیق در عملیات

روش‌ها و مدل‌های ریاضی در تحقیق در عملیات

بهبودسازی مطلق و مقید: قیدهای تساوی، نامساوی و متغیر صحیح، تصمیم‌های متوالی

برنامه‌ریزی خطی: مدل‌سازی، روش‌های ترسیمی سیمپلکس، دوفازی M بزرگ، دوگانگی، حساسیت

برنامه‌ریزی متغیر صحیح

برنامه‌ریزی پویا

برنامه‌ریزی غیرخطی

آشنایی با مدل‌های احتمالی

مراجع:

1.



## سیستم‌های کنترل مدرن

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همنیاز: جبر خطی

هدف: آشنایی با مفهوم حالت و روش‌های طراحی کنترل کننده در این فضا

### شرح درس:

مقدمه: آشنایی با نمایش‌های داخلی (تابع تبدیل) و خارجی (فضای حالت) سیستم‌های کنترل و مزایای بکارگیری متغیرهای حالت و نمایش فضای حالت

مروری بر مفاهیم جبر خطی: فضاها، برداری، ترکیب‌های خطی، نگاهت‌های خطی، دستگاه معادلات جبر خطی  
نمایش سیستم‌های خطی: خواص سیستم‌های خطی، جواب معادلات دیفرانسیل سیستم‌های خطی، نمایش فضای حالت، انتخاب متغیرهای حالت، حل معادلات فضای حالت، روش‌های بدست آوردن ماتریس انتقال حالت، تبدیل لاپلاس، حالت دینامیکی، روش هامیلتون، روش سیلوستر، تبدیل همانندی، قطری‌سازی، فرم کانونیکال جردن، مدل‌سازی بر اساس معادلات لاگرانژ، خطی-سازی ریاضی، عدم قطعیت در مدل‌سازی، مدل‌سازی بر پایه مشخصه‌های فیزیکی سیستم‌های الکتریکی، سیستم‌های الکترو مکانیکی، سیستم‌های مکانیکی، سیستم‌های هیدرولیکی  
کنترل پذیری و رویت‌پذیری: تعاریف و شرایط دوگانی سیستم‌های خطی، کنترل‌پذیری خروجی و تابعی، ترکیب کانونیکال کالمن

نظریه و تحقق و پایداری: تحقق مینیمال، تحقق سیستم‌های SISO, SIMO, MISO، تعاریف پایداری، پایداری درونی، پایداری BIBO، روش‌های اول و دوم لیاپانوف

سیستم‌های کنترل فیدبک حالت: مفاهیم اولیه، محاسبه بهره فیدبک حالت، سیستم‌های چند ورودی، اثرات فیدبک حالت، طراحی سیستم‌های ردیاب، روش‌های جایابی قطب، جایابی قطب برای سیستم‌های MIMO، دفع اغتشاش، فیدبک حالت با کنترل انتگرالی، رویتگرهای خطی: ساختار و خواص رویتگرهای مرتبه کامل و مرتبه کاهش یافته، سیستم‌های کنترل فیدبک حالت با رویتگر، طراحی جایابی قطب با فیدبک خروجی، فیدبک حالت با رویتگر، قضیه جداسازی، فیدبک حالت با تخمین اغتشاش، عملکرد حلقه بسته

آشنایی با کنترل بهینه: فیدبک حالت بهینه LQR، انتخاب بهره اعمالی، رویتگر حالت بهینه LQE، فیلتر کالمن

### مراجع:

۱. ع. خاکساری، اصول کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
۲. ح. ر. تقی‌زاده، مقدمه‌ای بر کنترل مدرن، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۸۲.
3. C-T Chen, Linear System Theory and Design, 3<sup>rd</sup> ed., Oxford University Press, 1999.
4. W. L. Brogan, Modern Control Theory, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice-Hall, 1991.





## ابزار دقیق

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیاز: کنترل خطی

همیناز: -

**هدف:** آشنایی با مفاهیم، اصول کارکردی و انتخاب ابزار دقیق و تجهیزات، مکانیزم‌های اندازه‌گیری در صنعت و طراحی حلقه‌های کنترلی

### شرح درس:

مقدمات و تعاریف پایه: حسگر، مبدل و ارسال کننده، مشخصات استاتیکی و دینامیکی، اجزاء یک سیستم اندازه‌گیری  
انواع ابزار دقیق، زنجیره کالیبراسیون  
آشنایی با مکانیزم‌های اندازه‌گیری: جابجایی خطی و سرعت خطی، جابجایی زاویه‌ای- دورانی و سرعت دورانی، نیرو، گشتاور، شتاب، ارتعاش، ...، فشار، دما، شدت جریان سیال، سطح  
سایر مکانیزم‌های متداول اندازه‌گیری: آنالیزهای سنجش غلظت، حسگرهای هوشمند، حسگرهای رباتی، حسگرهای نرم، ...  
شیرهای کنترلی: انواع، مکانیزم‌های محرک‌ها، جابجایی (Positioning) و اندازه‌گذاری (Sizing) برای مایعات و گازها  
معرفی کلی کنترل کننده‌های صنعتی و بررسی ساختار آنها  
معرفی نمادها، نقشه‌ها و استانداردهای مورد استفاده در نقشه‌های کنترلی نظیر P&ID, PFD ...  
اصول طراحی کیفی سیستم‌های کنترل و ابزار دقیق: نحوه طراحی حلقه‌های کنترلی و انتخاب ابزار دقیق‌های بهینه در هر حلقه

### مراجع:

1. A. S. Morris, Measurement and Instrumentation Principles, 3<sup>rd</sup> ed., Butterworth, 2001.
2. O. J. DeSa, Applied Technology and Instrumentation for Process Control, Taylor & Francis, 2004.
3. O. J. DeSa, Instrumentation Fundamentals for Process Control, Taylor & Francis, 2011.
4. A. Anderson, Instrumentation for Process Measurement and Control, CRC Press, 1997.
5. P. Chohey, Instrumentation and Process Control, McGraw-Hill, 1996.
6. J. P. Benetly, Principles of Measurement Systems, Longman, 1995.



## جبر خطی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: ریاضی عمومی ۲

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مفاهیم جبر خطی و کاربردهای آن در سیستم‌های کنترل

### شرح درس:

بردارها و فضاهای برداری: میدان، فضای بردار خطی، وابستگی خطی، استقلال خطی، اسپن کردن فضا، ترکیب خطی بردارها، تغییر پایه در یک فضا، رتبه ماتریس، پوچی ماتریس، ضرب داخلی، تابع نرم، انواع نرم، بردارهای متعامد، فرآیند متعامدسازی گرام-اشمیت

عملگرهای خطی در فضای برداری: تعریف، عملگر یک به یک، عملگر پوشا، فضای برد، فضای پوچی، تبدیلات همانندی، ماتریس‌های مشابه، ترکیب عملگرهای خطی، فضای برداری، عملگرهای خطی، نرم عملگرها، دستگاه معادلات خطی، عملگرالحاقی

مقادیر ویژه، بردارهای ویژه: زیر فضای A-invariant، بردارهای ویژه، مقادیر ویژه یا طیف عملگر، هسته هرمیتی و ویژگی‌های عملگرها با هسته متقارن، قطری‌سازی ماتریس‌ها، فرم جردن، چند جمله‌ای مشخصه، قضیه کیلی-هیلتون، چند جمله‌ای مینیمال، عملگرهای مثبت معین و منفی، نیمه معین مثبت و منفی و نامعین

عملگرهای خاص: عملگرهای هرمیتی، پاد هرمیتی، یکانی، نرمال متقارن، پاد متقارن، متعامد و خواص آنها  
عملگرهای تجزیه ماتریسی و کاربردها: تجزیه به مقادیر تکین، عدد شرطی، SVD و مسئله حداقل مربعات، SVD و معکوس مجازی، جهت‌های اساسی تابع تبدیل، تجزیه QR و محاسبه معکوس تعمیم یافته، تجزیه LU و کالسکی

### مراجع:

1. G. Strang, Introduction to Linear Algebra, 3<sup>rd</sup> ed., Wellesley-Cambridge Press, 2003.
2. W. L. Brogan, Modern Control Engineering, Prentice- Hall, 1991.
3. S. Roman, Advanced Linear Algebra, 3<sup>rd</sup> ed., Springer Verlag, 2007.
4. B. Nobel and J. W. Daniel, Applied Linear Algebra, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 1987.





## کنترل صنعتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با ساختارهای مختلف کنترل صنعتی و روش‌های طراحی و پیاده‌سازی کنترل‌کننده‌ها در صنعت

### شرح درس:

تعاریف و کلیات: فرآیند صنعتی، مزایای اتوماسیون، عناصر اتوماسیون، مدل‌سازی و کنترل فرآیند، کنترل‌کننده‌های PID، اتوماسیون صنعتی: مقدمه، نمودار کنترل سیستم از سخت‌افزار تا DCS و سپس FCS، مقدمه‌ای بر PID و PLC: اصول پایه، سخت‌افزار، روش‌های برنامه‌ریزی، برنامه‌ریزی نردبانی، توسعه یک برنامه ساده، مثال‌هایی از کاربرد PLC در فرآیند صنعتی، مدل‌سازی فرآیند: مدل‌سازی بر اساس اصول فیزیکی حاکم بر فرآیند، به دست آوردن معادلات حالت، معرفی و مدل‌سازی مکانیسم‌های کنترل سطح، جریان، فشار، دما و غلظت، شناسایی فرآیند: مدل‌سازی استاتیکی، مدل‌سازی دینامیک برای سیستم‌های مرتبه اول و دوم بدون تأخیر، فرآیندای انتگرالی، سیستم‌های نوسانی معرفی نسبت کنترل‌پذیری و بهره‌نهایی نرمالیزه شده، روش‌های پاسخ فرکانسی، روش پاسخ فرکانسی زیگلر-نیکولز، روش فیدبک رله‌ای، روش‌های پیشرفته شناسایی پارامتری، روش حداقل مربعات، سیستم‌های گسسته و پیوسته رتبه بالا، طراحی تنظیم و پیاده‌سازی کنترل‌کننده PID: معیارهای طراحی کنترل‌کننده‌ها، معرفی بخش‌های مختلف کنترل‌کننده PID، اثر جمع شدن (اشباع) انتگرالگیر، انواع و روش‌های پیاده‌سازی، معرفی یک کنترل‌کننده PID صنعتی، روش‌های DDC، روش‌های تنظیم زمانی زیگلر-نیکولز، ISE, IAE، روش‌های تنظیم فرکانسی زیگلر-نیکولز و روش‌های دیگر، ویژگی‌های کنترلی PID، سیستم‌های با تأخیر و سیستم‌های درجه بالا، معرفی ساختار کنترلی دو صنعت: کنترل‌کننده‌های On/Off، پیشخور (Feed Forward)، موازی (Cascade)، انتخابی (Selective)، اولویت‌دار (Override)، کنترل نسبت (Ratio Control) و چند بازه‌ای (Split Range)

### مراجع:

1. K. J. Astrom and T. Hagglund, PID Controllers: Theory, Design, and Tuning, International Society for Measurement and Control, 1995.
2. A. J. Crispin, Programmable Logic Controllers and Their Engineering Application, McGraw Hill, 1996.
۳. ح. ر. تقی‌راد، مقدمه بر اتوماسیون و کنترل فرآیندهای صنعتی، انتشارات دانشگاه خواجه نصیر طوسی، ۱۳۸۱.





## سیستم‌های کنترل دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: سیستم‌های کنترل خطی

هم‌نیاز: -

**هدف:** آشنایی با روش‌های طراحی و پیاده‌سازی کنترل کننده‌های دیجیتال با رویکردهای پایه و فضای حالت

### شرح درس:

**مقدمه:** معرفی سیستم‌های کنترل دیجیتال و کامپیوتری، گذار از زمان پیوسته به زمان گسسته و از مقدار پیوسته به دیجیتال، ارتباط طیف (فوریه) سیگنال اصلی و سیگنال نمونه برداری شده، بازسازی سیگنال اصلی، پدیده اختلاط فرکانسی، ارتباط تبدیل لاپلاس سیگنال اصلی و تبدیل  $Z$  سیگنال گسسته، گذار از گسسته به پیوسته، معادل گسسته مدل‌های پیوسته، مدل‌سازی مبدل دیجیتال به پیوسته (D/A)، به دست آوردن اطلاعات بین نمونه‌ها

**نمایش و تحلیل خصوصیات سیستم‌های دیجیتال:** نمایش سیستم‌ها توسط تبدیل  $Z$  معادل گسسته مدل‌های پیوسته از روی معادلات حالت، محاسبه تابع نمایی ماتریس (تابع انتقال حالت)، قضایای کنترل پذیری و رویت پذیری، معرفی تحقق‌های گوناگون برای یک تابع تبدیل، پایداری و ناپایداری برای مدل‌های گسسته و آزمون‌های آن

**روش‌های طراحی پایه:** استفاده از تقریب‌های گسسته جبران‌سازهای پیوسته، فیلترهای ضد اختلال فرکانسی، طراحی به کمک فن مکان هندسی ریشه‌ها و ملاحظات، طراحی در حوزه فرکانس و ملاحظات، طراحی به روش حداقل نمودن نشست و ملاحظات، طراحی با استفاده از ویژگی‌های چند جمله‌ای‌ها

**روش‌های طراحی در فضای حالت:** طراحی با استفاده از مفاهیم تحقق‌ها، کنترل کننده‌های فضای حالت بهینه، فیلترهای کالمن، عملکرد ردیابی

**آشنایی با روش‌های پیاده‌سازی کنترل کننده‌های دیجیتال:** بررسی روش‌های پیاده‌سازی کنترل دیجیتال در صنعت، بررسی نمونه کنترل کننده دیجیتال

### مراجع:

1. K. J. Astrom and B. Wittenmark, Computer- Controlled Systems: Theory and Design, 3<sup>rd</sup>ed., Prentice- Hall, 1996.
2. K. Ogata, Discrete-Time Control Systems, 2<sup>nd</sup> d., Prentice- Hall, 1995.
3. B. C. Kao, Digital Control Systems, 2<sup>nd</sup> ed., Oxford University Press, 1995.
4. G. F. Franklin, J.D. Powell and M. L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems, 3<sup>rd</sup> ed., Addison- Wesley, 1997.



## آز سیستم‌های کنترل دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیش‌نیاز: سیستم‌های کنترل دیجیتال

هم‌نیاز: -

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## آز کنترل صنعتی

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیاز: -

هنیاز: کنترل صنعتی

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت





## آز پردازش سیگنال‌های دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: پردازش سیگنال‌های دیجیتال

همین‌ا: -

هدف: آشنایی با قابلیت‌های نرم‌افزار MATLAB برای طراحی و شبیه‌سازی سیستم‌های پردازش سیگنال‌های دیجیتال

شرح درس:

جعبه ابزار طراحی فیلتر: طراحی انواع فیلترهای میان‌گذر، بالا‌گذر، پایین‌گذر، FIR و IIR با پارامترهای مشخص نظیر فرکانس قطع، عرض باند، طول فیلتر، افت خارج باند، ریپل داخل باند، ...

جعبه ابزار ممیز ثابت: تبدیل فیلترهای طراحی شده به صورت ممیز ثابت جهت تمهید پیاده‌سازی در پردازنده، ارزیابی اثر چندی کردن ضرائب بر پاسخ سیستم

استفاده از DFT برای نمایش طیف و بررسی اثر پنجره‌های مختلف

آشنایی با توابع ضبط سیگنال صوت و بازگشایی تصاویر دیجیتال، اعمال فیلترهای مختلف و ثبت نتایج شنیداری و دیداری

آشنایی با ابزارهای برازش منحنی (CFTOOL)

مراجع:



## آز ابزار دقیق

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: ابزار دقیق

هدف: تجربه عملی و توسعه آموخته‌های درس مربوطه در قالب ۳۲ ساعت



## سیستم‌های کنترل غیرخطی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیستم‌های کنترل خطی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی تحلیل و طراحی سیستم‌های کنترل غیر خطی

### شرح درس:

مقدمه: معرفی سیستم‌های غیر خطی، معادلات حالت، نقطه تعادل، خصوصیات بارز سیستم‌های غیر خطی و تعریف چرخه حدی  
تحلیل فاز: خصوصیات سیستم‌های غیر خطی رسته دو، ترسیم نمودار فاز، نقاط تکین، روش‌های ترسیمی، روش‌های عددی، تحلیل نمودار فاز

تحلیل پایداری: تعاریف پایداری، قضایای لیاپانوف مستقیم و غیرمستقیم، پایداری فراگیر، قضیه لاسال، قضایای نا پایداری و پایداری مطلق، طراحی کنترل کننده بر اساس تابع لیاپانوف

تحلیل چرخه حدی: تعریف و خصوصیات چرخه حدی، قضایای وجود، تعریف توابع توصیفی، نمونه‌هایی از توابع توصیفی برای اشباع و منطقه مرده، تحلیل پایداری چرخه حدی با استفاده از توابع توصیفی

طراحی کنترل کننده‌های خطی برای سیستم‌های غیر خطی: تعیین مدل خطی‌سازی شده ریاضی، طراحی کنترل کننده خطی برای مدل خطی‌سازی شده، پیاده‌سازی کنترل کننده بر روی سیستم غیر خطی در نقاط کار مختلف و بررسی اثرات غیر خطی در عملکرد کنترلی (به عنوان مثال بررسی اشباع، هیستریزس و ناحیه مرده)، مقدمه‌ای بر مدل‌سازی و کنترل چندگانه  
طراحی کنترل کننده خطی‌ساز با فیدبک: روش‌های خطی‌سازی ورودی-خروجی، دینامیک صفر، مثال‌های کاربردی

### مراجع:

1. H. Khalil, Nonlinear Systems, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 2001.
2. J. J. Slotine and W. Li, Applied Nonlinear Control, Prentice- Hall, 1991.
3. D. Cheng, X. Hu and T. Shen, Analysis and Design of Nonlinear Control Systems, Springer, 2011.





## مبانی مکاترونیک

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: کنترل خطی  
صنعتی

همین‌ا‌ز: ریزپردازنده‌ها، الکترونیک

**هدف:** آشنایی با تعریف و تاریخچه مهندسی مکاترونیک، فلسفه طراحی تجمیعی؛ تجمیع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، اصول مدلسازی سیستم‌های چند حوزه‌ای، مشخصات و نحوه انتخاب عناصر و طراحی کلی سیستم‌ها مکاترونیکی

### شرح درس:

تعریف مهندسی مکاترونیک و تاریخچه آن  
فلسفه طراحی مکاترونیکی و اصول طراحی سیستم‌های چند حوزه‌ای  
اجزای اساسی سیستم‌های مکاترونیکی و نحوه ارتباط آنها  
مبانی حسگرها و محرکه‌ها در سیستم‌های مکاترونیکی  
مبانی مدلسازی سیستم‌های چند حوزه‌ای  
معادلات لاگرانژ برای توصیف دینامیک سیستم‌های مکاترونیکی  
آشنایی با ساختارهای هوشمند از جمله پیزوالکتریک‌ها  
سیستم‌های کنترل نهفته  
اصول سیستم‌های بلادرنگ  
آشنایی با برخی محصولات مکاترونیکی

### مراجع:

1. D. Shetty and R.A. Kolk, Mechantronics System Design, CL-Engineering, 1997.
2. R. Iserman, Mechatronics Systems, Springer Verlag, 1999.



## اتوماسیون صنعتی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشیناز: کنترل صنعتی

همیناز: -

هدف: آشنایی با سیستم‌های اتوماسیون صنعتی، سیستم‌های کنترل گسترده و پروتکل‌های ارتباطی صنعتی

شرح درس:

اصول شبکه‌های انتقال اطلاعات، شبکه‌های اتوماسیون صنعتی، سیستم‌های کنترل گسترده پروتکل‌ها و سیستم‌های انتقال اطلاعات در صنعت: Fieldbus، Profibus، Industrial Ethernet، Modbus، Canbus، ...

انتقال بی‌سیم اطلاعات و پروتکل‌های آن

سیستم‌های کنترل مدیریتی و جمع‌آوری اطلاعات (SCADA)

سیستم‌های اتوماسیون صنعتی

مراجع:

1. IDC Technologies, Practical Distributed Control Systems, 2006.
2. J. Park, S. MacKay and E. Wright, Practical Data Elsevier, 2003.
3. D. Bailey and E. Wright, Practical SCADA for Industry, IDC Technologies, 2003.
4. S. B. Morris, Automated Manufacturing Systems: Actuators, Controls, Sensors, and Robotics, McGraw-Hill, 1994.



## ریزموج و آنتن

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشینماز: میدان‌ها و امواج

همینماز: -

هدف: آشنایی با روش‌های تحلیلی، قطعات ریزموج، آنتن‌ها و آرایه‌ها

شرح درس:

یادآوری موجرها

موجرهای سطحی، موجر تخته‌ای (Slab)

خطوط ریز نواری (امپدانس مشخصه و ثابت انتشار)

پارامترهای S (ماتریس پراکندگی) دو دهانه و چند دهانه

تقسیم کننده‌های توان، اتصالات T و هایبرید در موجرها و خطوط ریز نواری

قطعات غیر فعال موجبری و ریز نواری: تضعیف کننده، تغییر فاز دهنده، تزویج کننده جهت‌دار

تشدید کننده‌های ریزموج (خط انتقالی و موجبری)، فرکانس‌های تشدید و ضریب کیفیت (مدهای مختلف)

پارامترهای آنتن: الگوی تابشی، پهنای پرتو، بهره آنتن، تطبیق آنتن، قطبش آنتن

معادله فرستنده و گیرنده (Friis) و معادله رادار

یادآوری پتانسیل‌های تأخیری و مسئله تابش، میدان‌های نزدیک و دور

تشعشع از آنتن‌های دو قطبی و مقاومت تابشی

تشعشع از آنتن حلقوی کوچک

آرایه‌های آنتن: خطی یکنواخت، تابش جانبی (Broadside)، تابش انتهایی (Endfire)، سازه آرایه (Array factor)، ضرب الگوها

تشعشع از روزنه‌ها

آشنایی با انواع آنتن‌های روزنه‌ای

مراجع:

1. D. M. Pozar, Microwave Engineering, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2005.
2. R.E. Collin, Foundations for Microwave Engineering, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley-IEEE Press, 2000.
3. C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis and Design, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 2005.
4. J. D. Kraus and R. J. Marhefka, Antennas For All Applications, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, 2001.





## میدان‌ها و امواج

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: الکترومغناطیس، ریاضیات مهندسی

همین‌ا‌ز: -

هدف: شناخت پدیده‌های مرتبط با انتشار و انتقال و آشنایی با هدایت امواج الکترومغناطیسی توسط خطوط انتقال و موجبرها

شرح درس:

یادآوری معادلات ماکسول و شرایط مرزی

توابع پتانسیل تأخیر یافته الکتریکی و مغناطیسی

معادله موج و میدان‌های زمان هماهنگ

قضیه پوینتینگ

امواج تخت یکنواخت

قطبش

تابش و بازتاب در فصل مشترک دو محیط (تابش عمود و مایل)

تعریف مدار فشرده و مدار گسترده

مد TEM در خطوط انتقال

معادلات خط انتقال و حل آنها

پارامترهای خط انتقال: امپدانس مشخصه، ثابت انتشار، ثابت تضعیف، سرعت فازی و اثر پوسته‌ای

نمودار اسمیت و کاربرد آن

تطبیق امپدانس: خط ربع طول، تک زائده و دو زائده

حالت گذرا در خط انتقال

مدهای انتشاری در موجبرها (TE و TM)

موجبر با صفحه موازی

موجبر مستطیلی: حل معادله موج، حالت‌های TE و TM، فرکانس‌های قطع، سرعت فاز و گروه، امپدانس موج

موجبر دایروی: حل معادله موج، حالت‌های انتشار TE و TM

ثابت تضعیف در موجبرها

تشنع از یک دو قطبی بسیار کوتاه و معرفی پارامترهای آنتن

مراجع:

1. D. K. Cheng, Field and wave Electromagnetics, 2<sup>nd</sup> ed., Addison-Wesley, 1989.
2. J. D. Kraus, Electromagnetics, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 1991.
3. S. Ramo, T. Van Duzer and J. R. Whinnery, Fields and Waves in Communication Electronics, 3<sup>rd</sup> ed., Wiley, 1994.



## مخابرات دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول سیستم‌های مخابراتی

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با مدل‌ها، محاسبه متوسط اطلاعات و کدگذاری منابع گسسته و ساختار کلی، اجزاء و عملکرد سیستم‌های مخابرات دیجیتال (باند‌های پایه و میانی)

### شرح درس:

**مقدمه:** معرفی ساختار عمومی، معیار عملکرد و امتیازات سیستم‌های مخابرات دیجیتال  
**مرور فرآیندهای تصادفی:** میانگین، همبستگی، استقلال، ایستایی، ارگادستی، دانسیته طیف توان، نمایش‌های فرآیندهای باند میانی، فرآیند گوسی، زنجیره مارکف  
**تئوری اطلاعات و کدگذاری منبع:** منابع مستقل و وابسته، اطلاعات متوسط، روش‌های کدگذاری  
**ظرفیت:** اطلاعات متقابل، تطبیق منبع و کانال، ظرفیت کانال گوسی  
**مدولاسیون دیجیتال پالس باند پایه:** معرفی روش‌های مختلف و امتیازهای PAM، طراحی سیستم PAM ایده‌آل و محاسبه عملکرد، پدیده ISI، همسان‌سازی، همزمان‌سازی، شکل‌دهی طیف  
**انتقال اطلاعات دیجیتال در باند میانی:** ساختار عمومی سیستم، طراحی گیرنده بهینه و محاسبه احتمال خطا در شرایط ایده‌آل، طیف توان و پهنای باند، ساختارهای آشکارسازهای غیر همزمان و اقت عملکرد.  
**کدگذاری کانال:** معرفی مفهوم و مرور برخی روش‌های اصلی  
**مبانی سیستم‌های مخابراتی چند عاملی و طیف گسترده**

### مراجع:

1. K. S. Shanmugam, Digital and Analog Communication Systems, 1978.
2. J. G. Proakis and M. Salehi, Communication Systems Engineering, 2nd ed., Prentice- Hall, 2001.
3. L. W. Couch, Digital and Analog Communication Systems, 7th ed., Prentice- Hall, 2006.
4. B. P. Lathi and Zhi Ding, Modern Digital and Analog Communication Systems, 4th ed., Oxford University Press, 2009.



## پردازش سیگنال‌های دیجیتال

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: سیگنال‌ها و سیستم‌ها

همنیاز: -

**هدف:** آشنایی با اصول پردازش سیگنال‌های دیجیتال و طراحی فیلترهای گسسته زمان

**شرح درس:**

مقدمه: مرور سیگنال‌ها، سیستم‌های تبدیل فوریه گسسته - زمان، تبدیل  $Z$  و خواص آنها

نظریه نمونه‌برداری: قضیه نمونه‌برداری نایکویست، تغییر نرخ نمونه‌برداری (Upsampling, Downsampling)، پردازش سیگنال

چند نرخ و نمایش چند فازه فیلترها و مفهوم بانک فیلتر، تبدیل  $A/D$

تبدیل فوریه گسسته (DFT): تعریف، خواص، کاربرد

تحلیل سیستم‌های LTI در حوزه تبدیل: تابع سیستم، سیستم معکوس، فاز خطی، ارتباط بین دامنه و فاز پاسخ فرکانسی، سیستم‌های

تمام گذر (All Pass)، سیستم‌های حداقل فاز و خواص آنها، سیستم‌های FIR با فاز خطی

طراحی فیلترهای گسسته: طراحی فیلترهای آنالوگ (با ترورت و جیجف)، طراحی فیلترهای دیجیتال IIR، طراحی فیلتر دیجیتال

از فیلتر آنالوگ متناظر (تبدیل دو خطی، تثبیت پاسخ ضربه)، روش‌های کامپیوتری، طراحی فیلترهای دیجیتال FIR، طراحی با

استفاده از پنجره‌گذاری، طراحی با استفاده از نمونه‌برداری فرکانسی، فیلتر بهینه و الگوریتم Parks-McClellan

ساختارهای مختلف پیاده‌سازی: نمایش گراف جریان، فرم‌های مستقیم، سری، موازی، و فرم‌های مزدوج

الگوریتم FFT

**مراجع:**

1. A. V. Oppenheim and R. W. Schaffer, Discrete - Time Signal Processing, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 2009.
2. S. K. Mitra, Digital Signal Processing, a Computer- Based Approach, 4<sup>th</sup> ed., McGraw - Hill, 2010.
3. J. G. Proakis, and D. K. Manolakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms, and Applications, 4<sup>th</sup> ed., Prentice - Hall, 2006.
4. R. G. Lyons Understanding Digital Signal Processing, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice- Hall, 2010.
5. J. H. McClellan , C. S. Burrus , A. V. Oppenheim, T. W. Parks, R. W. Schaffer and H. W. Schuessler, Computer- Based Exercises for Signal Processing Using MATLAB Ver. 5, Prentice - Hall, 1977.





## آز مخابرات دیجیتال

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشیناز: -

همیناز: مخابرات دیجیتال

هدف: تقویت و گسترش مفاهیم و شبیه‌سازی و پیاده کردن سیستم‌های معرفی شده در درس مخابرات دیجیتال

شرح آزمایش:

BPSK با یک نمونه

BPSK با N نمونه

BPSK با N نمونه با شکل پالس نیم سینوسی و گوسی

4QAM

BPSK با N نمونه و شکل پالس مختلف در سیمولینک

FSK در سیمولینک

کدینگ همینگ

بررسی کانال فیدبک و مفهوم دایورسیتی فضایی

پیاده‌سازی مدولاتور و دمدولاتور BPSK با دیدگاه فیلتری

بررسی مفهوم ISI و شکل موج‌های مناسب این کانال

مراجع:

1. J. G. Proakis, Fundamentals of Communication Systems, Prentice Hall, 2004.



## آز ریزموج و آنتن

تعداد واحد: ۱ (عملی)

پیشنیاز: -

همنیاز: ریزموج و آنتن

هدف: آشنایی با طرز کار و اندازه گیری مشخصات قطعات و سیستم های ریزموج و آنتن

شرح آزمایش:

آشنایی با قطعات موجبری، باند فرکانسی، مد اصلی موجبر، منابع توان، میدل موجبر به کابل، تجهیزات مایکروویو  
اندازه گیری الگوی موج ساکن (SWR, امپدانس, طول موج)  
اندازه گیری مشخصات اتصالات موجبری ( $T_E, T_H, T_{EH}$ ...) و کاربرد آن در تقسیم توان و تطبیق امپدانس  
اندازه گیری مشخصات اتصالات موجبری (تضعیف کننده...) و کاربرد آن در تقسیم توان و تطبیق امپدانس  
اندازه گیری مشخصات قطعات غیر هم پاسخ (سیر کولاتور و ایزولاتور)  
اندازه گیری مشخصات و کاربرد مشدد مایکروویو (فرکانس تشدید و ضریب کیفیت)  
اندازه گیری مقاومت منفی نوسان سازگان و کاربرد آن  
تزیج کننده موجبری و کاربرد آن در اندازه گیری و تقسیم توان  
اصول اندازه گیری مشخصات عمومی آنتن (پترن، امپدانس، پلاریزاسیون)  
اندازه گیری مشخصات آنتن های خطی (دبیل، مونوپل، بالن، یاگی)  
اندازه گیری مشخصات آنتن های روزنه (موجبری، منعکس کننده)  
اندازه گیری مشخصات آنتن های نواری (پچ تکی و آرایه پچ)

مراجع:



## فیلتر و سنتز مدار

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول الکترونیک، سیگنال‌ها و سیستم‌ها

همنیاز: -

هدف: آشنایی با اصول و روش‌های پیاده‌سازی توابع تبدیل توسط مدارهای الکتریکی فعال و غیر فعال

شرح درس:

مقدمه: مفاهیم کلی ریاضی و مداری، بلوک‌های سازنده مدار

چند جمله‌ای‌های هرویتز و توابع حقیقی مثبت

معرفی و خواص توابع نقطه تحریک (DP) مدارها: RC، RL، RLC، پیاده‌سازی مدار به کمک DP

طراحی و پیاده‌سازی مدار به کمک تابع تبدیل: مدارهای نردبانی، لیس و دارلینگتون

مسئله تقریب: تقریب دامنه و تأخیر (یکنواخت و غیر یکنواخت)

فیلترهای کلاسیک با دامنه یکنواخت: باترورث، چبی شف، چبی شف معکوس و بیضوی

فیلتر کلاسیک با تأخیر یکنواخت: بسل

طراز سازی و واقعی سازی: امیدانسی و فرکانسی

طراحی و سنتز فیلترهای فعال: روش مستقیم و غیر مستقیم، مدارهای RC یک دهانه و دو دهانه، متغیر حالت، حساسیت در فیلترها

مراجع:

1. M. E. Van Valkenburg, Introduction to Modern Network Synthesis, Wiley, 1974.
2. A. Budak, Passive and Active Network, Analysis and Synthesis, Waveland Pr., 1991.
3. G. C. Temes and J. W. LaPatra, Introduction to Circuit Synthesis and Design, McGraw Hill, 1977.
4. R. Schaumann and M.E. Van Valkenburg, Design of Analog Filters, Oxford University Press, 2001.





## سیستم‌های مخابرات نوری

تعداد واحد: ۳ (نظری)

همین‌ااز: -

پیشنیاز: اصول سیستم‌های مخابراتی، میدان‌ها و امواج

هدف: آشنایی با ادوات و سیستم‌های مخابرات نوری و روش‌های تحلیل و طراحی آنها

شرح درس:

آشنایی با سیستم‌های مخابرات نوری

فیبر نوری: حل معادله موج در فیبر نوری، ساختار فیبرهای نوری ضریب پله‌ای و تدریجی چند مدی و تک مدی، روش‌های تهیه فیبر نوری و کابل کردن آنها

منابع نور: دیود نور گسیل (LED) و طرز کار آن، دیود لیزری (LD) و طرز کار آن

تحریک فیبر نوری: روش‌های اتصال فیبر نوری به منبع نور، تلفات و راندمان

آشکارسازهای نوری: انواع مختلف آشکارسازها، مشخصات و آشکارسازی توأم با بهره (APD)، اصول گیرنده‌های نوری

آنالیز خطوط انتقال: ملاحظات از دیدگاه سیستم بودجه توان برای سیستم‌های مخابرات نوری

اندازه گیری‌ها: اندازه گیری تلفات، پاشندگی، توزیع ضریب شکست و غیره

مراجع:

1. G. Keiser, Optical Fiber Communications, 4<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 2010.
2. J. M. Senior, Optical Fiber Communications: Principles and Practice, 3<sup>rd</sup> ed., Prentice Hall, 2008.



## مخابرات بی سیم

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: اصول سیستم‌های مخابراتی

همنیاز: -

هدف: آشنایی با مبانی، روش‌ها و شبکه‌های مخابرات بی سیم ثابت و سیار

شرح درس:

مقدمه‌ای بر سیستم‌های بی سیم: معرفی شبکه‌های بی سیم سیار و ثابت  
اصول طراحی شبکه‌های سلولی و مهندسی ترافیک: اصول شبکه‌های سلولی، محاسبه ظرفیت و محاسبات Erlang، دست به دست و روشهای انجام آن، روشهای افزایش ظرفیت در شبکه‌های سلولی  
بررسی کانال‌های بی سیم و مدهای آنها: بررسی مختصات کانال انتشار شامل افت مسیر، پدیده‌های سایه و محو شوندگی  
محاسبه پارامترهای کانال: پهنای باند همدوسی و...، معرفی مدل عملی و تجربی نظیر HATA, COST  
مدولاتورها و دمودولاتورها در مخابرات بی سیم: بررسی بازدهی طیفی و توان، مشخصات مدولاتورهای بی سیم، مدولاتورها و دمودولاتورهای متداول نظیر QPSK, QAM, GMSK  
روش‌های داپلکس و دسترسی چندگانه در مخابرات بی سیم: FDMA, TDMA, CDMA, FDD, TDD  
بررسی نمونه‌هایی از سیستم‌های بی سیم ثابت و سیار: GSM نسل سوم، WiMAX, WIRELESS LAN

مراجع:

1. T. S. Rappaport, Wireless Communication: Principles & Practice, 2<sup>nd</sup> ed., Prentice Hall, 2002.
2. A. F. Molisch, Wireless Communications, , 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, 2010.
3. V. K. Garg, Wireless Communications & Networking, Elsevier Science, 2007.



## برنامه‌سازی پیشرفته

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: برنامه‌نویسی کامپیوتر

همین‌ااز: -

هدف: آشنایی با مباحث پیشرفته در برنامه‌نویسی کامپیوتر

### شرح درس:

طرح برنامه و معرفی درس: چرخه‌ی حیات، جایگاه برنامه‌سازی، روش‌های طرح برنامه، ایده‌ی شیء‌گرایی  
برنامه‌سازی شیء‌گرا: شیء و تعریف آن، تشخیص شیء‌ها در یک مسئله، ارتباط شیء‌ها به زبان‌های برنامه‌نویسی شیء‌گرا،  
تاریخچه و معرفی C++

مرور یکی از زبان‌های رویه‌ای غیر شیء‌گرا (C): رده، چند ریختی، وراثت، نمونه برنامه  
رده: ارتباط رده و شیء، لفاف‌بندی (encapsulation) و تجرید، قسمت‌های مختلف رده (خصوصی، عمومی، حفاظت شده)،  
رابط رده، بنا کننده و نابود کننده، رده‌های مشتق شده

چند ریختی: ضرورت چند ریختی، چند ریختی توابع، چند ریختی عملگرها

وراثت: معرفی و مواد استفاده، وراثت یگانه، وراثت چندگانه

قالب (template): ضرورت قالب (template) به همراه مثال، قالب توابع (Function templates)، انشقاق و قالب

امکانات دیگر زبان برنامه‌نویسی C++

مدل‌های دیگر برنامه‌سازی: مقدمه و مرور، برنامه‌سازی تصویری، برنامه‌سازی پنجره‌ها، برنامه‌سازی کارگزار، مشتری

آزمون و مستندسازی: ضرورت، ابزارهای خودکار آزمون، مستندات حین برنامه، مستندات فنی، راهنمای استفاده کننده

دروازه‌های ارتباط مابین کامپیوتر و شبکه

### مراجع:

1. H. Deital and P. Deitel, C++ Programming Language, 5<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, 2005.
2. R. S. Wiener, L. J. Pinson, An Introduction to Object- Object- Oriented Programming and C++, Addison- Wesley, 1988.
3. B. Stroustrup, The C++ Programming Language, 3<sup>rd</sup> ed., Addison- Wesley, 1997.
4. W. R. Steens, UNIX Network Programming, Prentice-Hall, 1990.

