

# مدارهای الکتریکی ۱

جلسه اول: معرفی

محمدرضا اشرف

دانشگاه صنعتی شاهرود

## □ هدف:

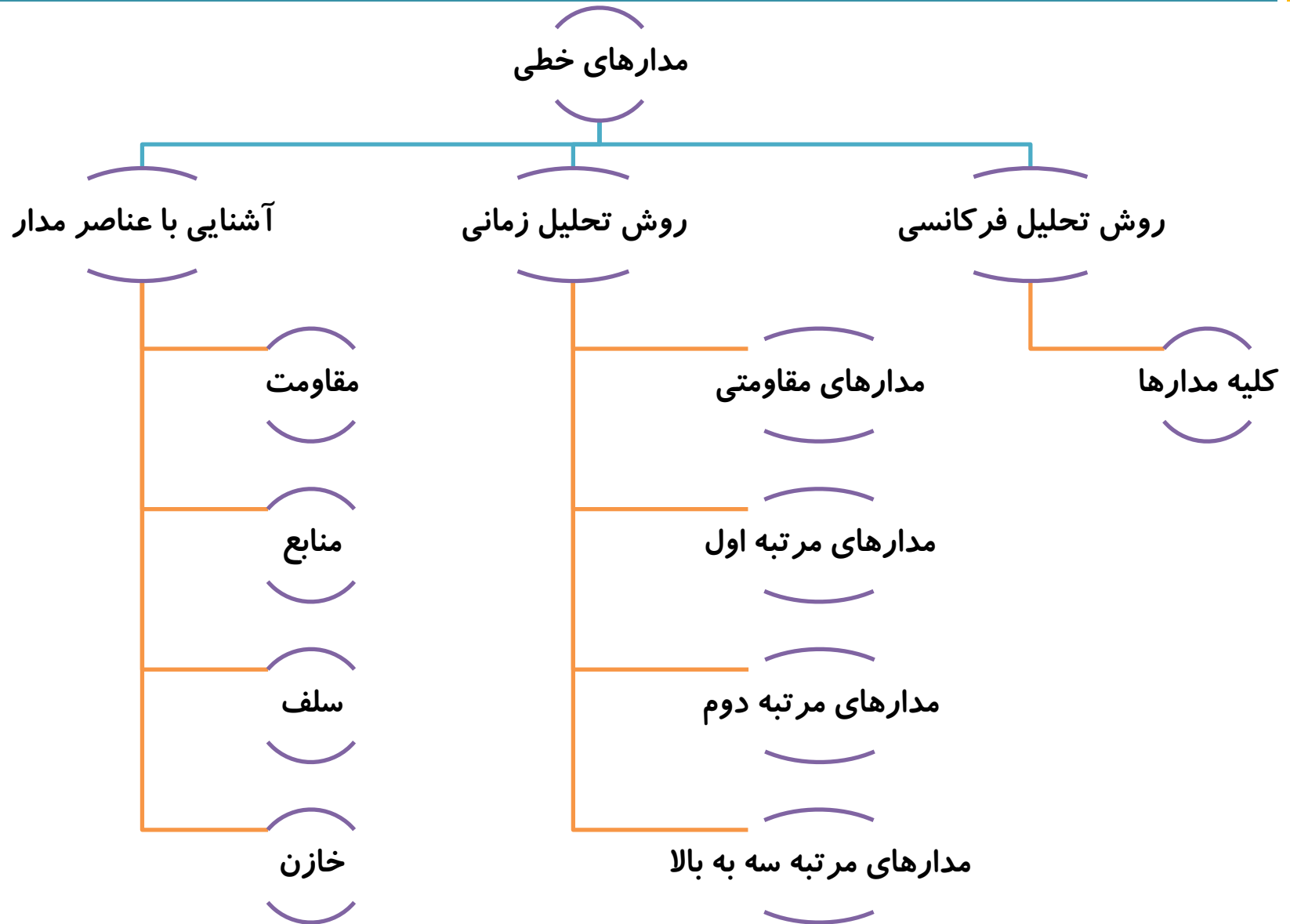
□ فراهم آوردن تئوری پایه ای لازم برای دیگر دروس

□ آشنایی با عناصر پایه مدار و روابط و رفتار آن‌ها (مقاومت، خازن، سلف، منابع ولتاژ و جریان)

□ روش‌های تحلیل مدارهای خطی در حوزه زمان و فرکانس

□ پس از گذراندن این درس قادر خواهید بود تا هر نوع مدار خطی و تغییرناپذیر با زمان شامل مقاومت، سلف، خازن و منابع ولتاژ و جریان را تحلیل کنید.

# چی یاد می گیریم؟



# برای گذراندن این درس نیاز به چی داریم؟

□ از مباحث ریاضی:

□ مشتق و انتگرال (انتگرال یگانه)

□ معادلات مرتبه اول و دوم و بالاتر (صرفاً معادلات خطی با ضرایب ثابت، پاسخ همگن، پاسخ ناهمگن، پاسخ خصوصی و پاسخ عمومی)

□ اعداد مختلط و عملیات بر روی اعداد مختلط

□ نحوه مطالعه:

□ ۱- پیش مطالعه

□ ۲- حواس جمع در کلاس و نکته برداری (جزوه نویسی نکنید لطفا)

□ ۳- مطالعه کتاب پس از کلاس

□ ۴- حل کردن تمرین ها و مثال های بسیار

- مبانی مدارهای الکتریکی (۴ جلسه):
  - معرفی اجزای مدار (مقاومت، خازن، سلف، منابع ولتاژ و جریان)
- مدارهای مقاومتی و روشهای تحلیل آنها (۳ جلسه):
  - تحلیل گره، مش و مدار معادل تونن
- تقویت کننده عملیاتی (۱ جلسه):
  - معرفی کاربردهای آپامپ و تحلیل مدارهای شامل آپامپ ایده آل
- مدارهای مرتبه اول (۴ جلسه):
  - تحلیل مدارهای مرتبه اول شامل سلف یا خازن
- مدارهای مرتبه دوم (۴ جلسه):
  - تحلیل مدارهای مرتبه دوم شامل سلف و خازن

□ خواص اساسی مدارهای خطی تغییرناپذیر با زمان (۲ جلسه):

□ به دست آوردن پاسخ ضربه بدون حل معادله

□ تجزیه و تحلیل حالت دائمی سینوسی (۵ جلسه):

□ معرفی فازور، امپدانس، ادمیتانس، تحلیل مدارها در حالت سینوسی، مدارهای تشدید، فیلترها و توان در حالت سینوسی

□ سلف های تزویج شده و ترانسفورماتور (۲ جلسه):

□ معرفی ترانسفورمر و تحلیل آن

## مدارهای الکتریکی ۱

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیشنیاز: -

همنیاز: فیزیک ۲، معادلات دیفرانسیل

**هدف:** آشنایی با مدل‌سازی اجزاء و تحلیل مدارهای الکتریکی در حوزه زمان و حالت دائمی سینوسی

**شرح درس:**

مقدمه: شمای کلی درس، ضرورت و مبنای مدل‌سازی در تحلیل و طراحی مهندسی

اجزاء، مدل‌ها و مدارهای مقاومتی: مدارهای فشرده، قوانین کیرشف، اجزاء مدار شامل مقاومت‌ها، خازن‌ها، سلف‌ها، منابع ناپسته و وابسته و شکل موج‌ها، توان و انرژی، روش‌های تحلیل گره و مش در مدارهای مقاومتی، مدار معادل تونن و نرنن، استفاده از جمع

آثار و تقارن در تحلیل مدار، تقویت کننده‌های عملیاتی و کاربردهای آن

مدارهای مرتبه اول: پاسخ گذرا و حالت دائمی، پاسخ‌های پله و ضربه

مدارهای مرتبه دوم: پاسخ‌های پله و ضربه، نوسان و مقاومت منفی و پایداری

مدارهای مرتبه بالاتر: روش تحلیل گره و مش، محاسبه پاسخ ضربه

انتگرال کانولوشن

تجزیه و تحلیل حالت دائمی سینوسی: فازورها، مفاهیم امپدانس و ادمیتانس، تحلیل حوزه فرکانسی، تابع شبکه و پاسخ فرکانسی،

توان لحظه‌ای، توان متوسط و توان مختلط، مقادیر مؤثر، قضیه انتقال توان حداکثر

آشنایی با مدارهای سه فاز

سلف‌های تزویج شده و ترانسفورماتور





## □ مراجع اصلی:

- نظریه اساسی مدارها و شبکه ها (جلد اول)، ارنست کوه، چارلز دسور، ترجمه دکتر پرویز جبه دار مارالانی، (چاپ سال ۱۳۸۴ به بعد)
- William Hayt, *Engineering Circuit Analysis*, 8<sup>th</sup> Ed.

## □ مراجع کمکی:

- R.C. Dorf and J.A. Svoboda, *Introduction to Electric Circuits*, 8<sup>th</sup> Ed. John Wiley, 2010.
- J.W. Nilsson and S. A. Reidel, *Electric Circuits*, 9<sup>th</sup> Ed., Prentice-Hall, 2010.

## □ کوییزها: (۴ نمره)

- کوییز ۱ (۳/۵ نمره): از ابتدای درس تا پایان فصل ۳ (۲۰ اسفند ۹۸)
- کوییز ۲ (۳/۵ نمره): فصل آپامپ و فصل ۴ (۳۱ فروردین ۹۹)
- کوییز ۳ (۳/۵ نمره): فصل ۵ و فصل ۶ (۲۱ اردیبهشت ۹۹)
- کوییز ۴ (۳/۵ نمره): فصل ۷ (۱۱ خرداد ۹۹)

## □ پایان ترم: (۶ نمره)

- فصل ۵ و فصل ۷: طبق اعلام آموزش

# ارزشیابی (نمرات مازاد)

□ در صورت کسب حداقل ۷ نمره از مجموع نمرات کوییز و پایان ترم (۲۰ نمره)، دانشجویان مشمول نمره **مازاد** زیر خواهند بود:

□ پروژه: (تا ۱/۵ نمره اضافی)

□ تحلیل و شبیه سازی یک مدار با نرم افزار: ۱۴ خرداد ۹۹

□ در صورت حضور در جلسه اول و دوم، دانشجویان مشمول نمرات **مازاد** زیر خواهند شد:

□ حل تمرین: (۱ نمره اضافی)

□ ۴شنبه ها ۱۲-۱۴، سرکار خانم طاهری

□ نمره ارفاقی پایان ترم

## □ اطلاع رسانی:

□ کانال اطلاع رسانی در پیام رسان (با افتخار) ایرانی سروش @drashraf.sut

## □ پست الکترونیکی:

□ m.r.ashraf@chmail.ir

# برنامه هفتگی

۱۶-۱۸	۱۴-۱۶	۱۲-۱۴	۱۲-۱۰	۱۰-۸	
الکترونیک ۱ (ک. ۱۲)	مبدل داده (ک. ۸)	-	دفتر انجمن های علمی (پردیس مرکزی)	دفتر انجمن های علمی (پردیس مرکزی)	شنبه
مطالعه و تحقیق	مبدل داده * (ک. ۷)	-	مدارا (ک. ۱۲)	پاسخ گویی	۱شنبه
الکترونیک ۱ * (ک. ۱۲)	مطالعه و تحقیق	-	جلسه گروه	پاسخ گویی	۲شنبه
دفتر انجمن های علمی (پردیس مرکزی)	دفتر انجمن های علمی (پردیس مرکزی)	-	پاسخ گویی	مدارا (ک. ۱۲)	۳شنبه
مطالعه و تحقیق	مطالعه و تحقیق	-	مطالعه و تحقیق	مطالعه و تحقیق	۴شنبه

# مدارهای خطی

□ خطی بودن یعنی چه؟

□ آیا تمامی مدارها خطی هستند؟

□ چرا مطالعه مدارهای خطی؟

$$f(x) = e^x \rightarrow \approx 1 + x$$

$x$	$f(x)^*$	$1 + x$	Relative error**
0.0001	1.0001	1.0001	0.0000005%
0.001	1.0010	1.001	0.00005%
0.01	1.0101	1.01	0.005%
0.1	1.1052	1.1	0.5%
1.0	2.7183	2.0	26%

# واحد‌ها و یکاهای SI

Base Quantity	Name	Symbol
length	meter	m
mass	kilogram	kg
time	second	s
electric current	ampere	A
thermodynamic temperature	kelvin	K
amount of substance	mole	mol
luminous intensity	candela	cd

Factor	Name	Symbol	Factor	Name	Symbol
$10^{-24}$	yocto	y	$10^{24}$	yotta	Y
$10^{-21}$	zepto	z	$10^{21}$	zetta	Z
$10^{-18}$	atto	a	$10^{18}$	exa	E
$10^{-15}$	femto	f	$10^{15}$	peta	P
$10^{-12}$	pico	p	$10^{12}$	tera	T
$10^{-9}$	nano	n	$10^9$	giga	G
$10^{-6}$	micro	$\mu$	$10^6$	mega	M
$10^{-3}$	milli	m	$10^3$	kilo	k
$10^{-2}$	centi	c	$10^2$	hecto	h
$10^{-1}$	deci	d	$10^1$	deka	da



# بار (Charge) و جریان (Current)

- انواع بار: مثبت و منفی: (واحد کولن (C) coulomb)
- در درس مدار فرض میکنیم بارهای منفی (الکترون ها) جریان تولید می کنند.
- بار یک الکترون:  $1.6 \times 10^{-19}$  کولن

## □ قانون بقای بار (Charge conservation):

- در یک مدار، بار نه به وجود آمده و نه از بین می رود، فقط از نقطه ای به نقطه دیگر حرکت می کند.

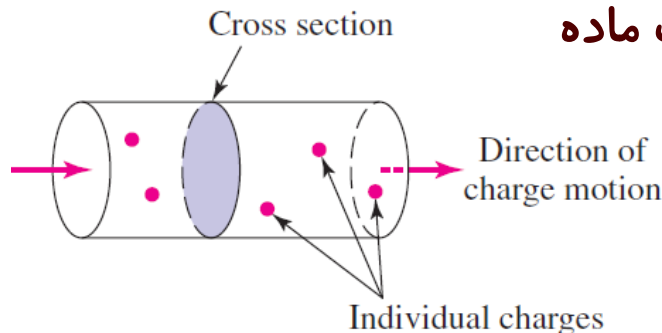
## □ جریان: (واحد آمپر (A) Ampere)

- ناشی از حرکت بارها

□ تعریف: تعداد کل بارهای عبوری از سطح مقطع یک ماده

در یک ثانیه

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

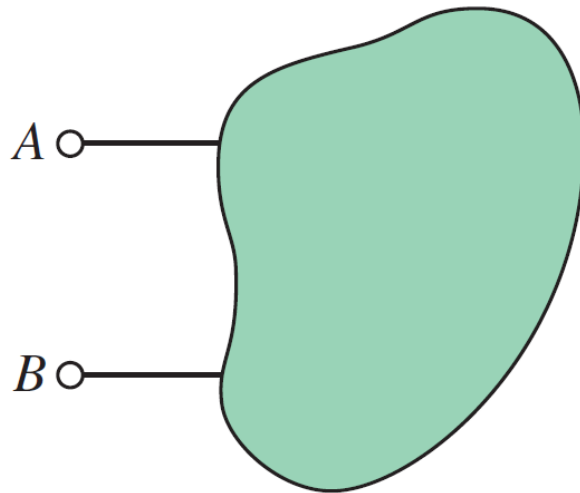


# اختلاف ولتاژ یا اختلاف پتانسیل

□ برای برقراری جریان، الکترون ها نیازمند انرژی هستند.

□ مقدار انرژی لازم برای انتقال یک کولن بار از نقطه A به B،

□ واحد: ولت (V) یا J/C



# توان (power)

□ انرژی در واحد زمان (J/s)

□ واحد وات (Watt (W)

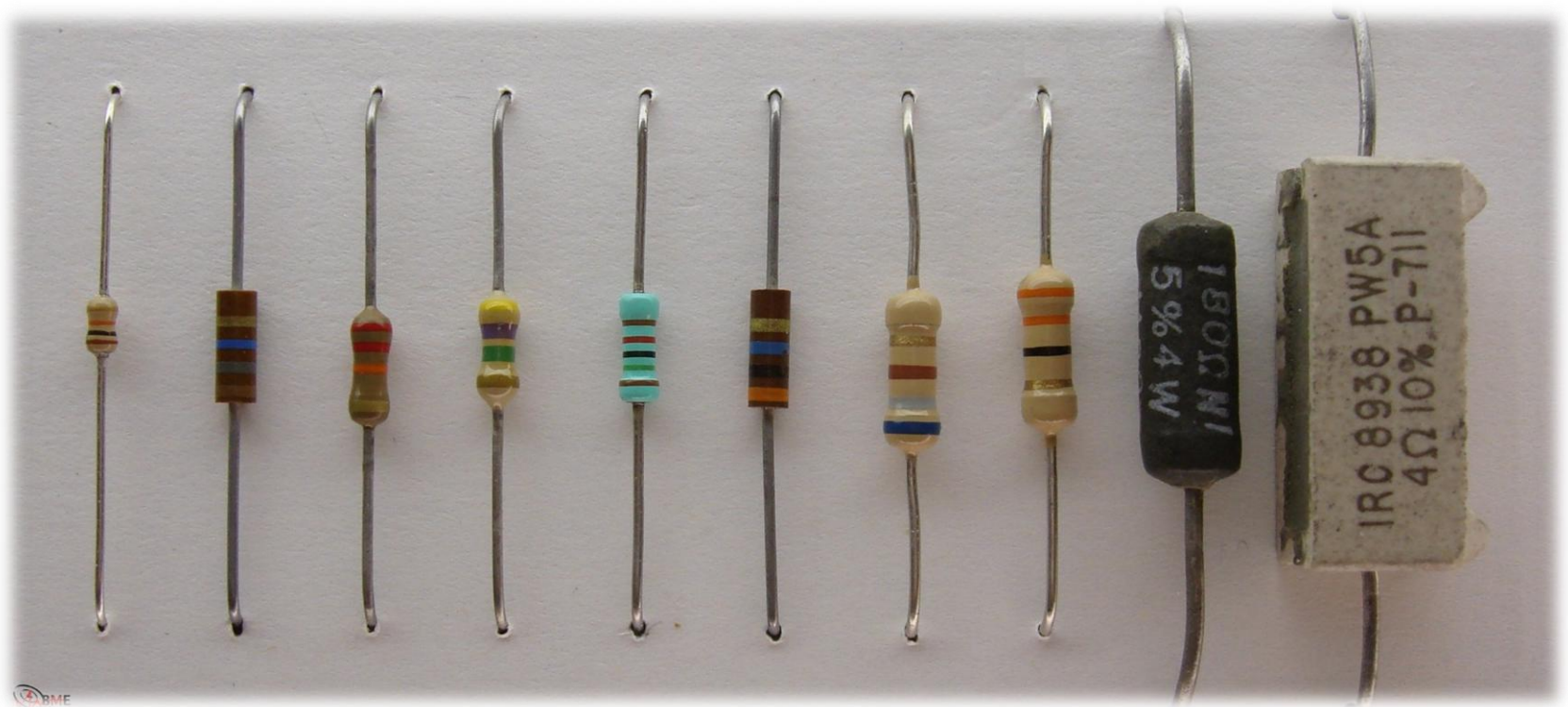
$$\frac{J}{s} = \frac{V.C}{s} = \frac{V.A.s}{s} = V.A$$

□ پس توان یک قطعه برابر با حاصل ضرب ولتاژ در جریان آن است.

# مقاومت (Resistor)

□ مقاومت در برابر جریان

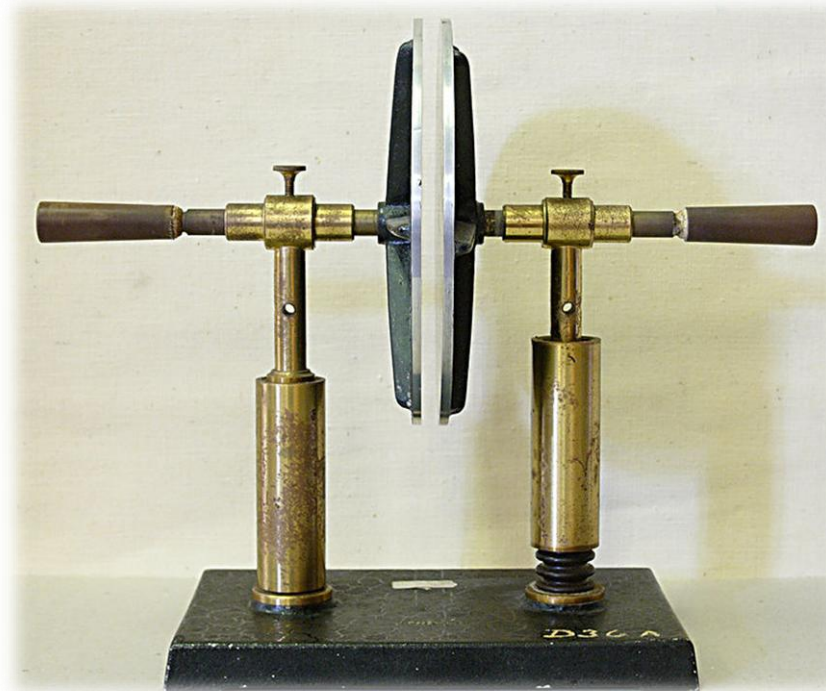
□ جنس از کربن، سیم یا گچ



# خازن (Capacitor)

□ تعریف خازن:

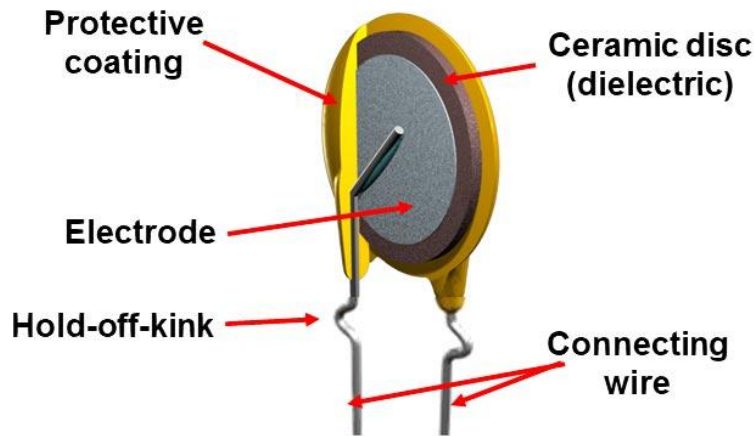
□ دو ورقه رسانا که با فاصله کمی از یکدیگر به صورت موازی قرار دارند و بین آنها عایق وجود دارد



# خازن (Capacitor)

## □ انواع خازن

۱- سرامیکی (عدسی): ظرفیت های کم در حدود پیکوفاراد تا حداکثر ۱ میکروفاراد



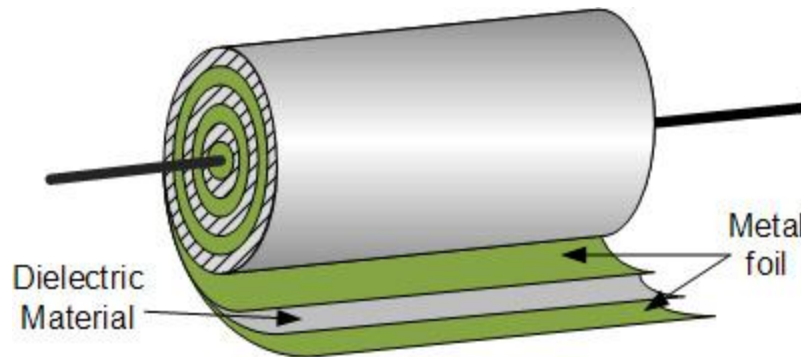
# خازن (Capacitor)

## □ انواع خازن

□ ورقه ای: ابعاد بزرگ، ظرفیت کم، تحمل ولتاژ و جریان زیاد

□ کاغذی

□ پلاستیکی



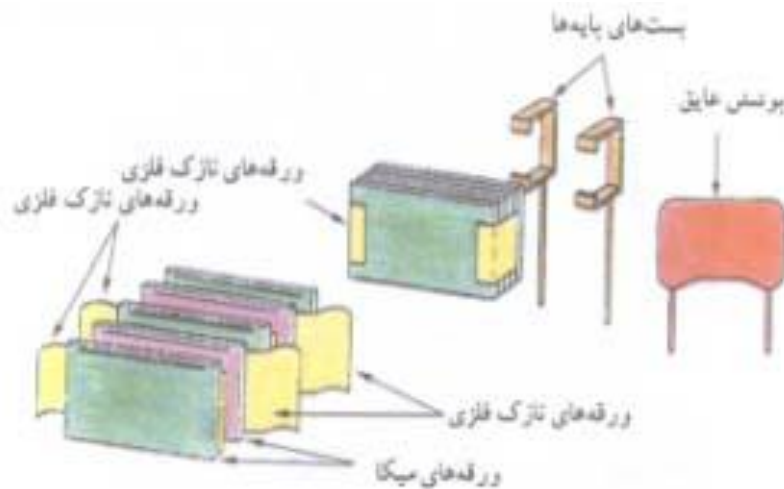


# خازن (Capacitor)

## □ انواع خازن

□ میکا : ورقه های نازک میکا بین ورقه های نازک فلزی

□ ظرفیت بین ۰/۱ تا ۱ میکروفاراد





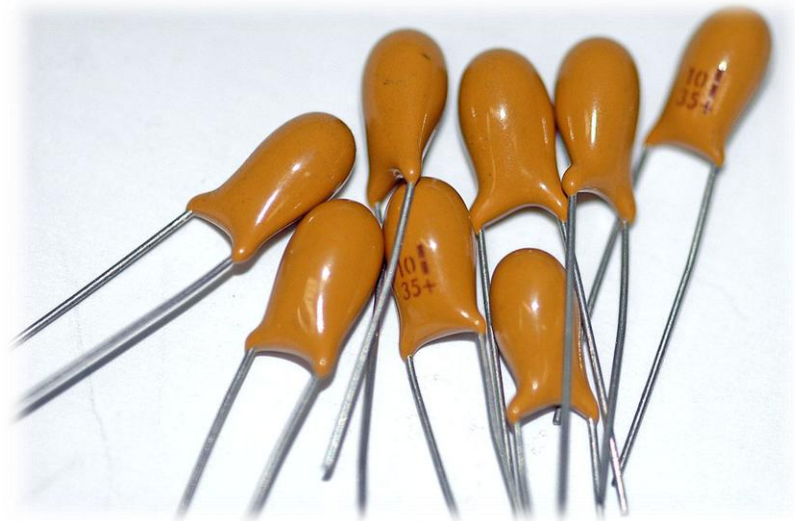
# خازن (Capacitor)

## □ انواع خازن

□ الکترولیتی (شیمیایی) - استوانه ای - قطب دار: ظرفیت های زیاد

□ آلومینیومی

□ تانتالیومی

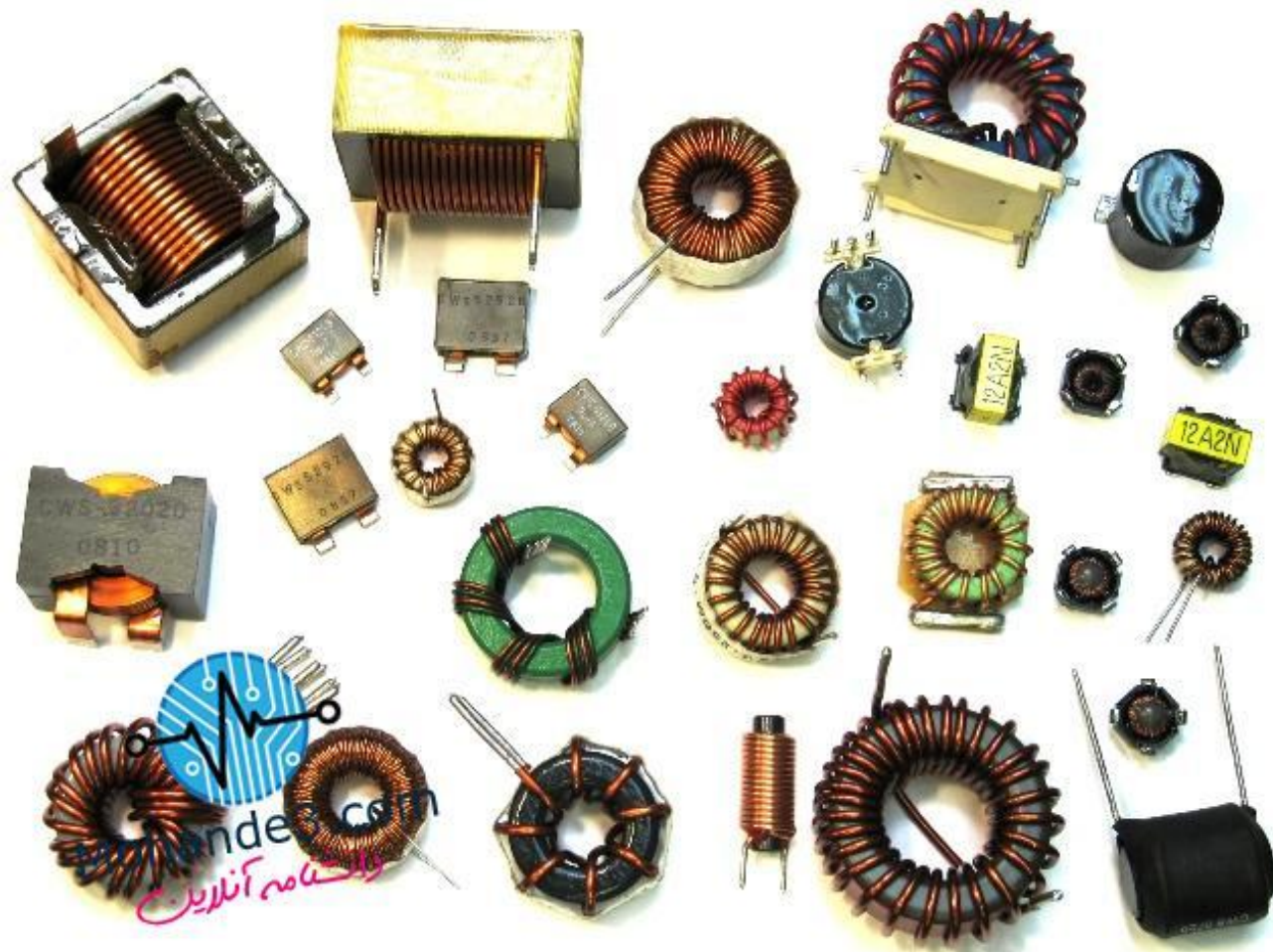


# خازن (Capacitor)



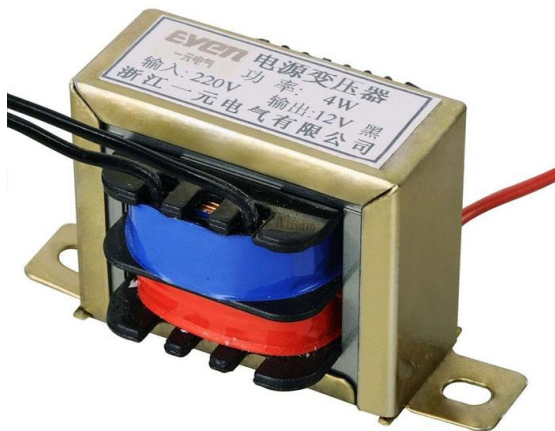
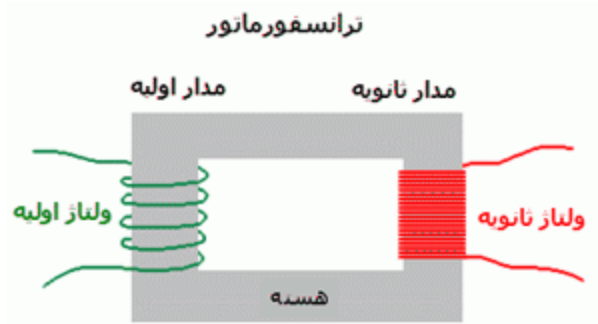
## القائم (Inductor)

□ القاگر همان سیم پیچ است که شار الکتریکی را در خود ذخیره می کند.



# ترانس (Transformer)

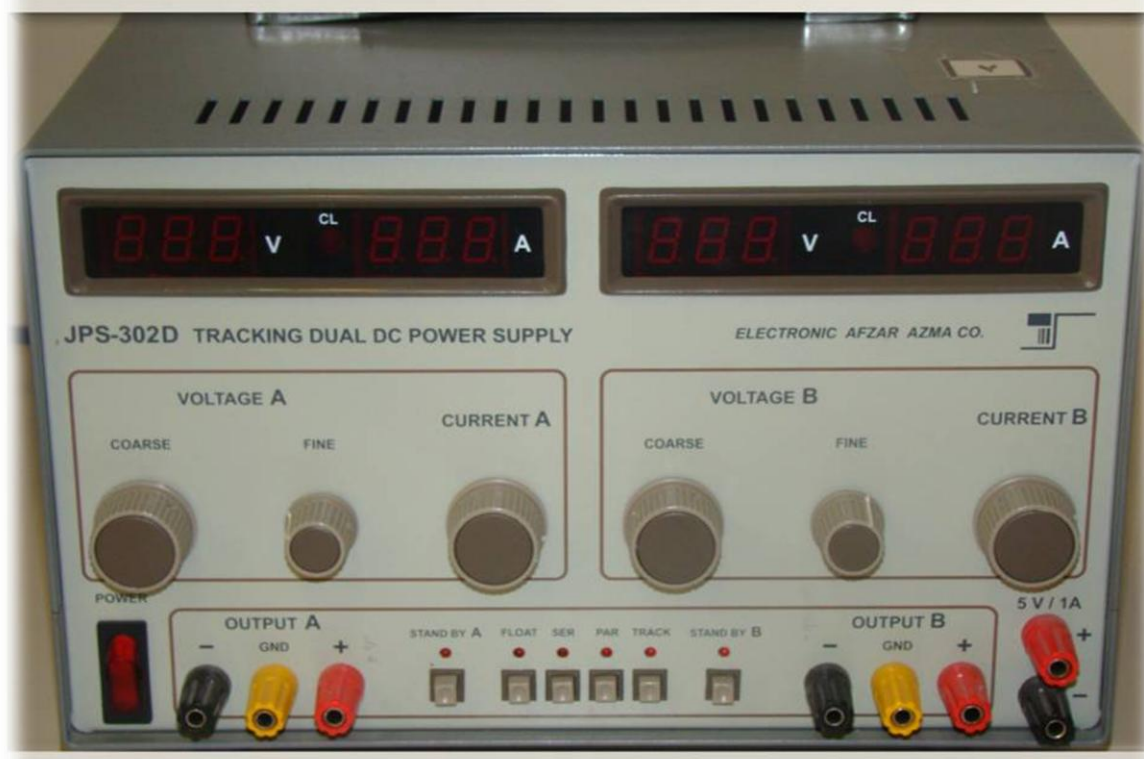
□ ترانس در واقع دو سیم پیچ است که روی هم پیچیده شده است. ترانس قابلیت افزایش یا کاهش ولتاژ یا جریان را دارد.





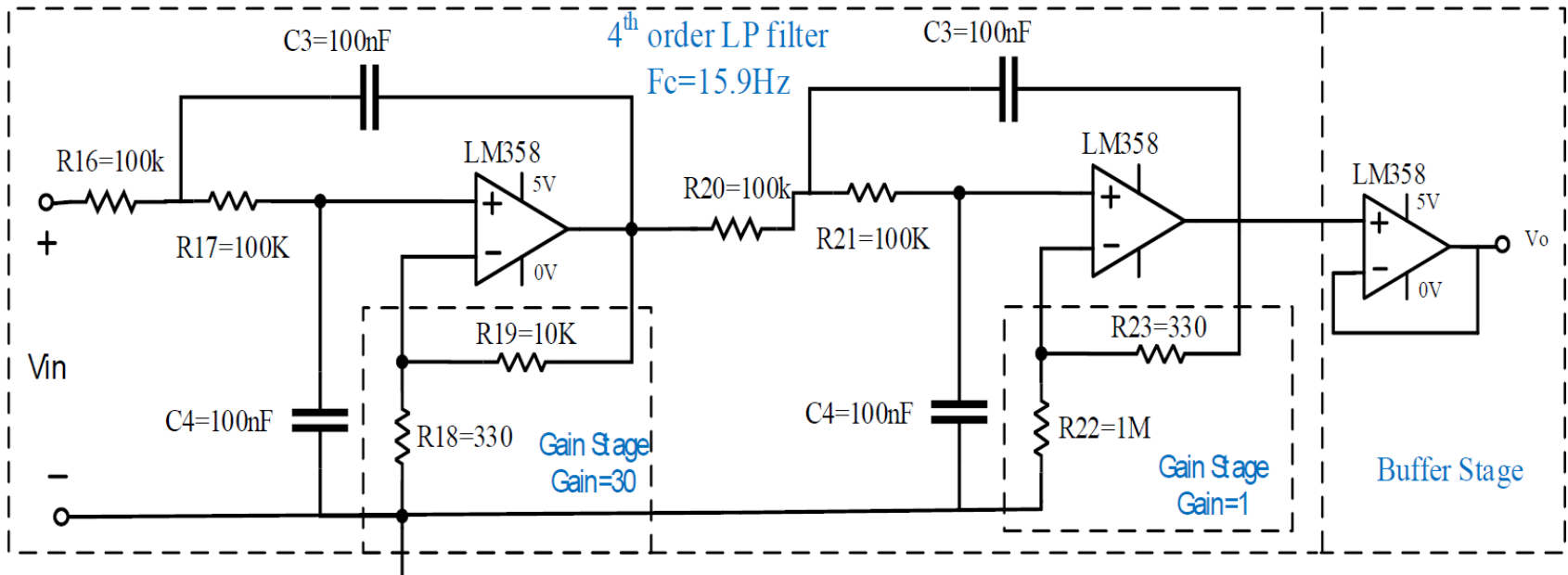
# منبع ولتاژ و جریان (Voltage & Current Source)

- منبع ولتاژ: هر چیزی که ولتاژ دو سر آن ثابت است.
- منبع جریان: هر چیزی که جریان دو سر آن ثابت است.

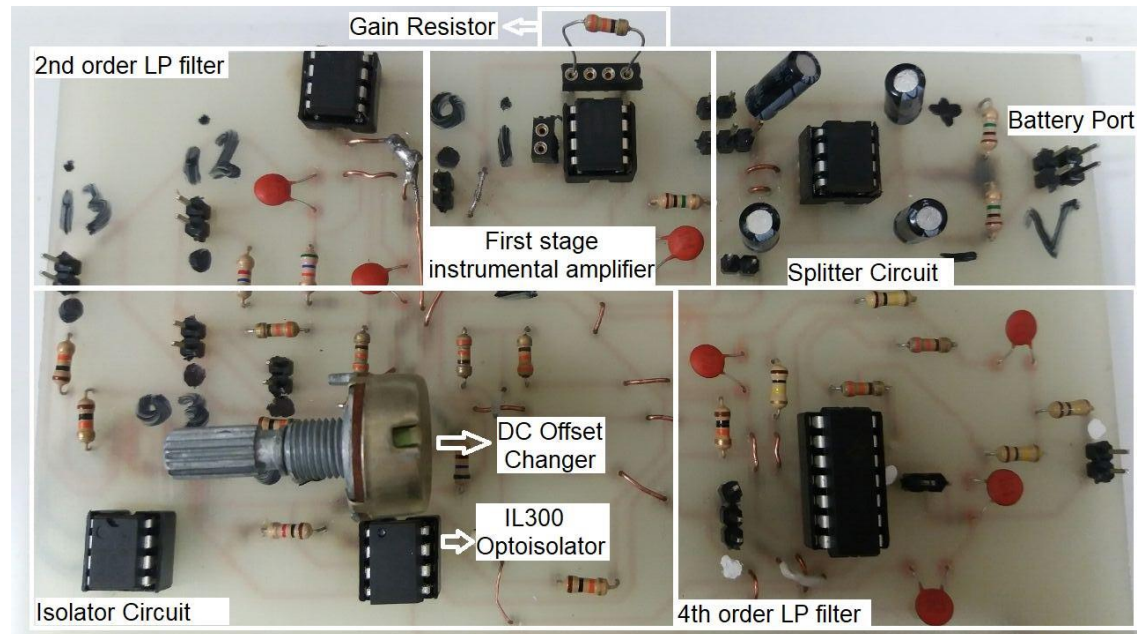


# کاربرد مدار ۱ در الکترونیک

□ تقویت سیگنال های چشمی (EOG)



## □ سیگنال های چشمی (EOG)



□ تقویت سیگنال های چشمی (EOG)

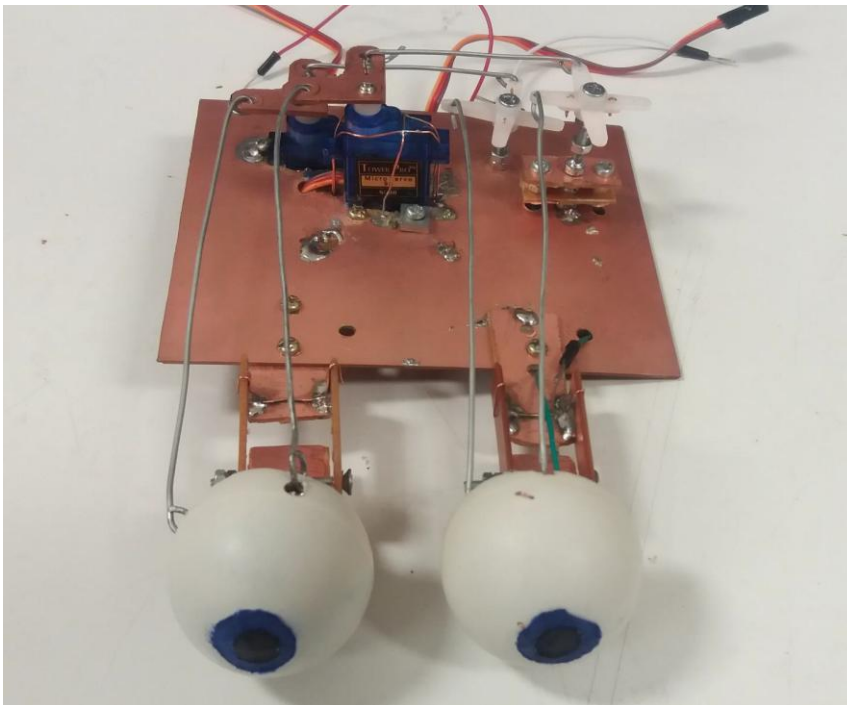
□ کاربردها:

□ کنترل ویلچیر

□ کنترل ماوس

□ ساخت چشم مصنوعی

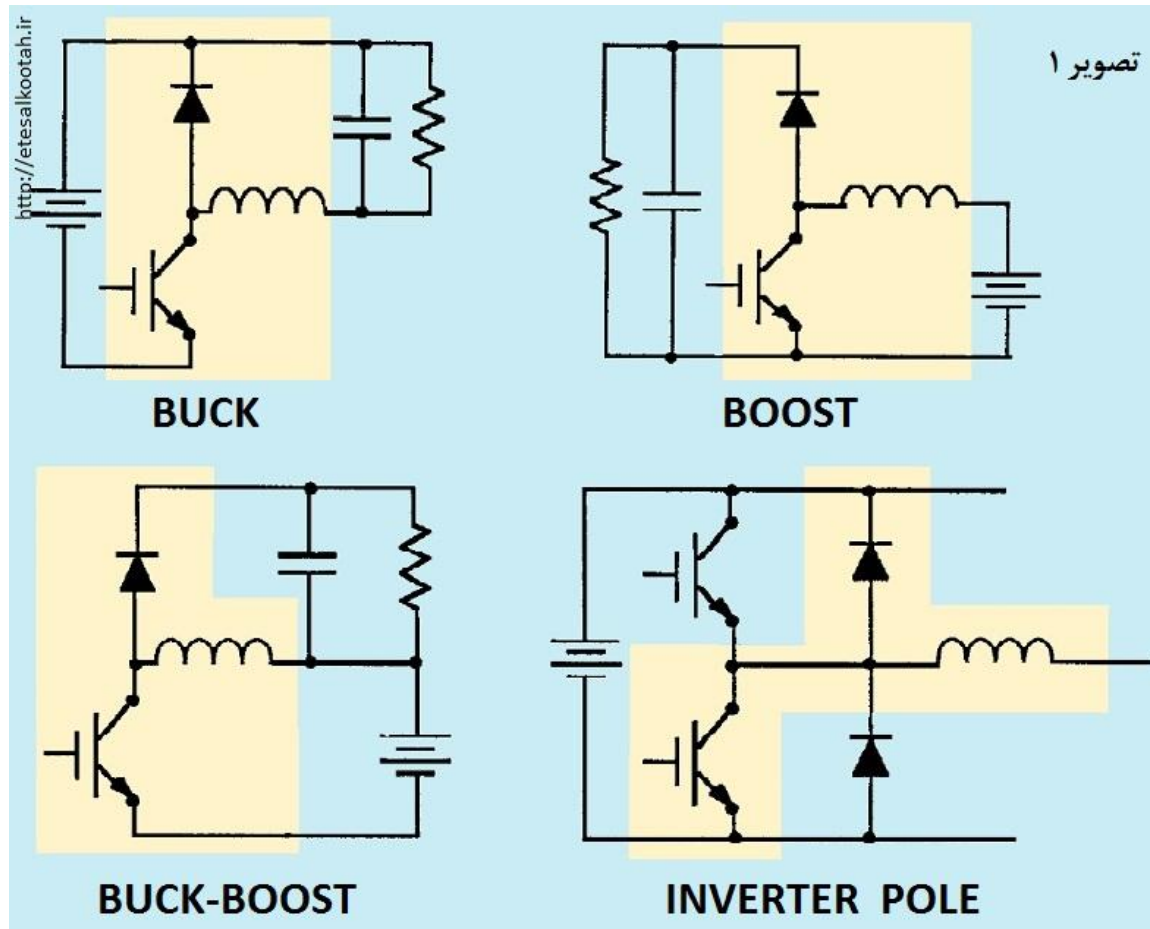
□ ...





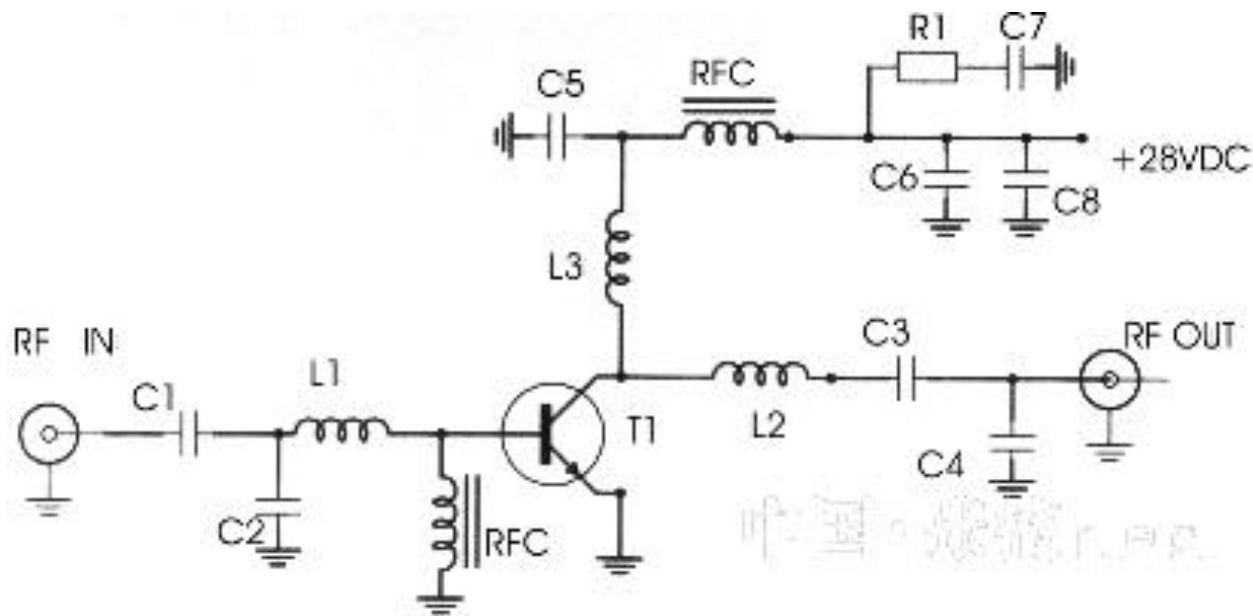
# کاربرد مدارا در قدرت

□ تحلیل مدارهای تبدیل ولتاژ پایین به بالا و بالعکس



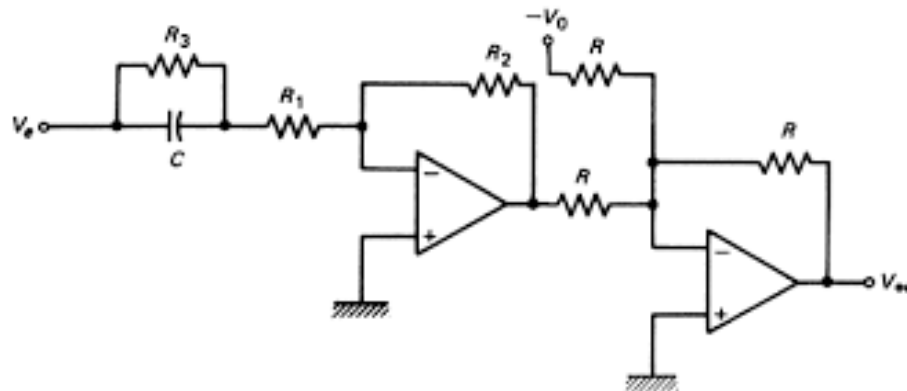
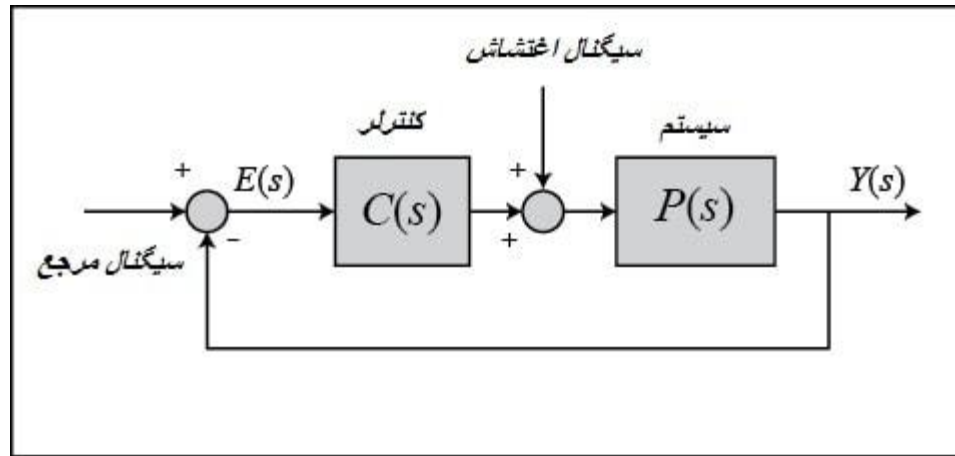
# کاربرد مدارا در مخابرات

□ تحلیل مدارهای فرستنده و گیرنده



# کاربرد مدارا در کنترل

□ بلوک دیاگرام یک سیستم کنترلی



# نکاتی در مورد تمرین ها

# نکاتی در مورد پروژه

□ چرا نرم افزار؟! □

□ برای تأیید طراحی تئوری، و یا تحلیل مدارهای پیچیده

□ نکات مهم در پروژه:

□ انجام دقیق تحلیل های تئوری و نوشتن موارد مورد سوال

□ انجام دقیق شبیه سازی ها

□ مقایسه شبیه سازی و تئوری

□ گزارش نویسی و ارسال به موقع