

# الکترونیک ۱

جلسه اول: معرفی

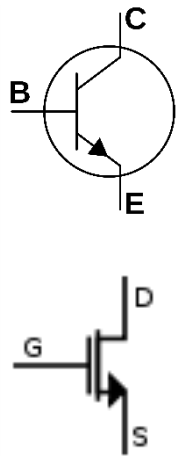
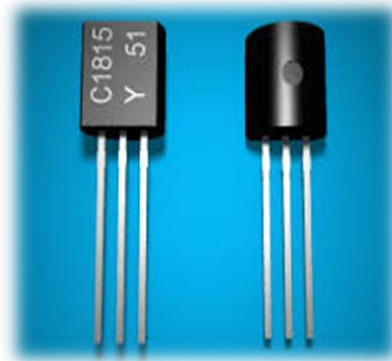
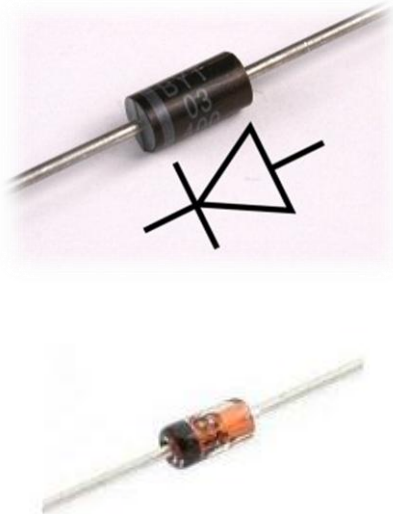
محمدرضا اشرف

دانشگاه صنعتی شاهرود

## □ هدف:

## □ آشنایی کلی با دو قطعه الکترونیکی: دیود و ترانزیستور

- آشنایی با فیزیک و ساختار دیود، آشنایی با مدارات دیودی و مدارات ترانزیستوری، تحلیل و طراحی انواع یکسوکننده‌های دیودی، تحلیل و طراحی منابع تغذیه ساده،
- آشنایی با فیزیک و ساختار ترانزیستور BJT و FET، تحلیل و طراحی تقویت‌کننده‌های تک ترانزیستوری BJT و FET





□ معرفی میکروالکترونیک (۲ جلسه):

□ چند مثال از دنیای میکروالکترونیک، مروری بر مدار ۱

□ آشنایی مقدماتی با فیزیک نیمه‌هادی و پیوند PN (۲ جلسه):

□ مواد نیمه‌هادی، پیوند PN، شکست دیود

□ معرفی دیود و کاربرد آن (۶ جلسه):

□ آشنایی با دیود و فیزیک آن، مدل دیود، تحلیل مدارات دیودی شامل عملکرد سیگنال بزرگ و سیگنال کوچک، کاربرد دیود (یکسوکننده، رگولاتور، محدودکننده، دوبرابر کننده و ...)

□ آشنایی با عملکرد ترانزیستور BJT (۴ جلسه):

□ فیزیک و عملکرد ترانزیستور BJT، مشخصه و نواحی کاری و مدل‌های ترانزیستور BJT، بایاس ترانزیستور BJT

□ تقویت کننده ترانزیستوری تک طبقه (۶ جلسه):

□ معرفی مدل سیگنال کوچک، معرفی تقویت کننده‌های امیتر مشترک، کلکتور مشترک و بیس مشترک، اثر میلر، مدارات بوت استرپ و بحث سوپینگ

□ آشنایی با ترانزیستورهای FET و تقویت کننده‌های آن (۲ جلسه) \*:

□ ساختار داخلی، نحوه عملکرد و مدل‌های مداری

\* در صورت کفایت زمان تدریس خواهد شد \*

## الکترونیک ۱

تعداد واحد: ۲ (نظری)

پیشنیاز: مدارهای الکتریکی ۱

همنیاز: -

هدف: آشنایی با خواص فیزیکی، ساختار و مدل‌سازی عناصر نیمه‌هادی و کاربرد آنها در مدارهای ساده

شرح درس:

مقدمه: فیزیک نیمه هادی، نیمه هادی‌های ذاتی و غیر ذاتی، پیوند PN

دیود و مدارهای دیودی

ترانزیستور دوقطبی (BJT): بایاسینگ و پایداری حرارتی، رفتار و مدل سیگنال کوچک

تقویت کننده‌های پایه: ولتاژ، جریان، هدایت انتقالی، مقاومت انتقالی، مدل‌های ایده‌آل و غیر ایده‌آل

تقویت کننده‌های تک طبقه BJT: امپدانس مشترک، بیس مشترک، کلکتور مشترک

ترانزیستورهای FET (MOSFET و JFET): بایاسینگ، رفتار و مدل سیگنال کوچک

تقویت کننده‌های تک طبقه MOSFET: سورس مشترک، گیت مشترک، درین مشترک

مراجع:

1. B. Razavi, Fundamentals of Microelectronics, Wiley, 2008.
2. A.S. Sedra & K.C. Smith, Microelectronic Circuits, 6<sup>th</sup> ed., Oxford University Press, 2010.
3. A.M. Sodagar, Analysis of Bipolar and CMOS Amplifiers, CRC Press, 2007.
4. R.C. Jaeger & T.N. Blalock, Microelectronic Circuit Design, 2nd ed., McGraw - Hill, 2003.

## □ مراجع اصلی:

- Behzad Razavi, *Fundamentals of Microelectronics*.
- Sedra and Smith, *Microelectronics Circuit*.

## □ مراجع کمکی:

- مبانی الکترونیک، جلد اول، میر عشقی
- الکترونیک ۱، تقی شفیعی
- R. C. Jaeger and T. N. Blalock, *Microelectronic Circuit Design*.
- Gray, *et al.*, *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*.

## □ کوییزها: (۱۲ نمره)

□ کوییز ۱: مبحث فیزیک، مدل های دیود و مدل های دیود (۴ نمره): شنبه ۱۷ اسفند

□ کوییز ۲: مبحث کاربرد دیود (۴ نمره): شنبه ۳۰ فروردین

□ کوییز ۳: مبحث بایاس ترانزیستور و مدل سیگنال کوچک و انواع تقویت کننده (۴ نمره):  
دوشنبه ۲۹ اردیبهشت

□ کوییز ۱ و ۲ در کلاس حل تمرین گرفته خواهد شد.

## □ پایان ترم: (۶ نمره)

□ مباحث مربوط به ترانزیستور: طبق اعلام آموزش دانشکده

## □ پروژه شبیه سازی: (۲ نمره)

□ پروژه ۱: طراحی و شبیه سازی با دیود (۱ نمره): پنج شنبه ۳ اردیبهشت

□ پروژه ۲: طراحی و شبیه سازی تقویت کننده با ترانزیستور (۱ نمره): یکشنبه ۱۱ خرداد



# ارزشیابی (نمرات مازاد)

□ در صورت کسب حداقل ۶ نمره از مجموع نمرات کوییز و پایان ترم (۱۸ نمره)، دانشجویان مشمول نمره **مازاد** زیر خواهند بود:

□ پروژه عملی اختیاری (تا ۲ نمره اضافی): سه شنبه ۱۳ خرداد

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

□ حل تمرین: (تا ۱ نمره اضافی): شنبه ۱۴-۱۲، کلاس ۶، جناب آقای معافی

□ نمره ارفاقی نهایی

□ اطلاع رسانی:

□ کانال اطلاع رسانی در پیام رسان (با افتخار) ایرانی سروش:

@drashraf.sut

□ پست الکترونیکی:

m.r.ashraf@chmail.ir

|                                   |                                   |       |                                   |                                   |       |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|
| 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)                 | -     | مدار ۱ (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                         | مدار ۱ (ک. ۱۲)                    | ۳شنبه |
| مطالعه و تحقیق                    | مطالعه و تحقیق                    | -     | مطالعه و تحقیق                    | مطالعه و تحقیق                    | ۴شنبه |



□ گروه های دونفری:

□ پروژه ۱ ( ۱ نمره):

□ طراحی و شبیه سازی یک مولد ولتاژ سینوسی با استفاده از دیود (اجباری)

□ پروژه ۲ ( ۱ نمره):

□ طراحی و شبیه سازی یک تقویت کننده خاص با استفاده از ترانزیستور (اجباری)

□ پروژه اختیاری

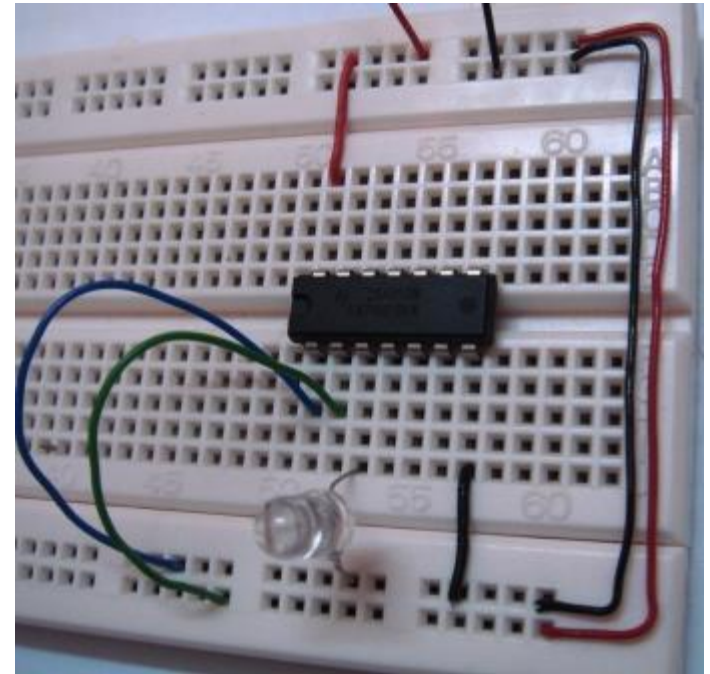
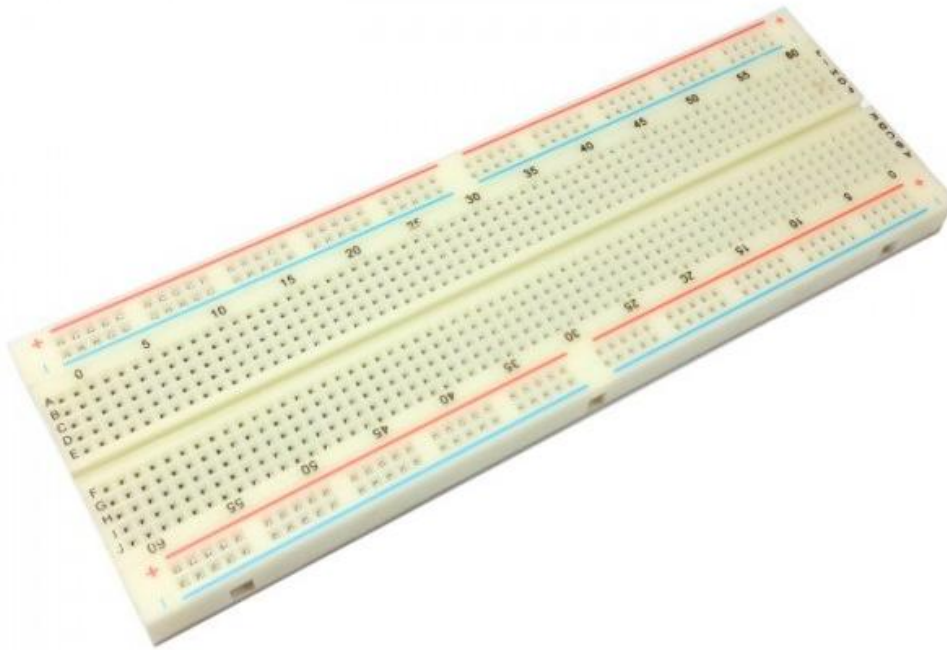
□ ساخت و تست یک مدار مشخص:

□ روی برد بورد

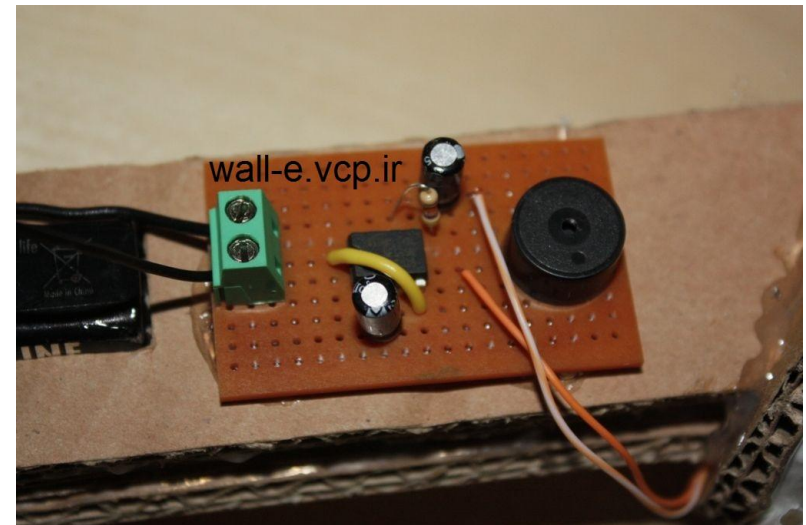
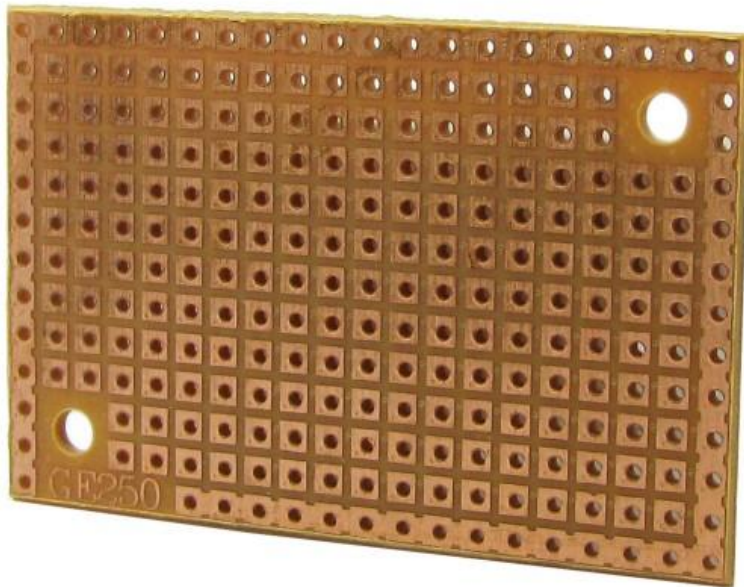
□ روی بورد هزار سوراخ

□ روی بورد مدار چاپی (PCB) (به کمک نرم افزار آلتیوم)

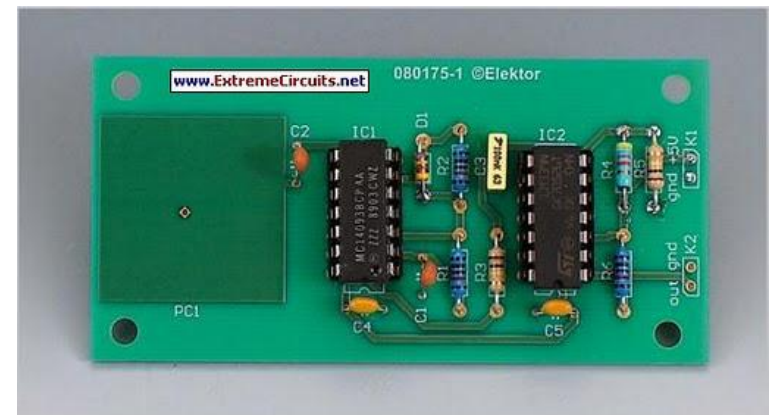
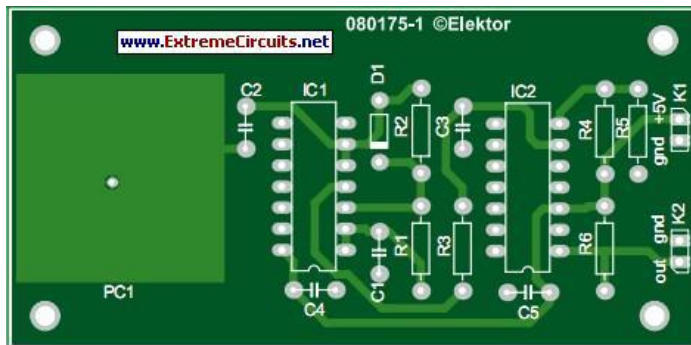
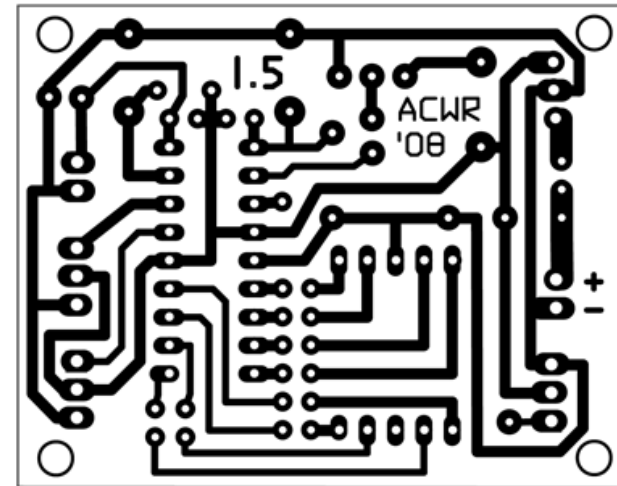
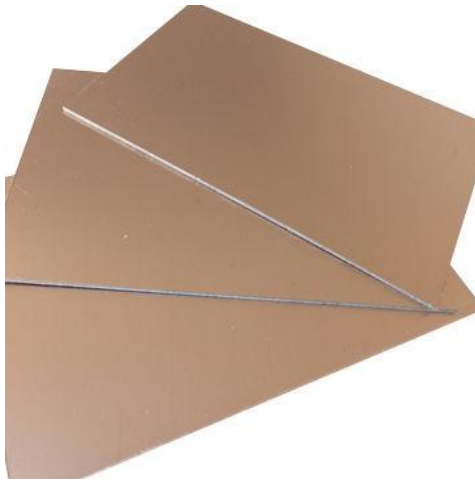
## □ برد بورد (BreadBoard):



## □ برد هزار سوراخ (BreadBoard):



□ برد مدار چاپی (PCB):





□ نرم افزارهای مورد نیاز:

□ Orcad Pspice

□ نرم افزارهای جانبی:

□ Protel/Altium Designer

□ C-language Programming

□ AVR/PIC/ARM Microcontrollers

□ ابزارهای مورد نیاز:

□ برد برد

□ مولتی متر

□ هویه و لحیم

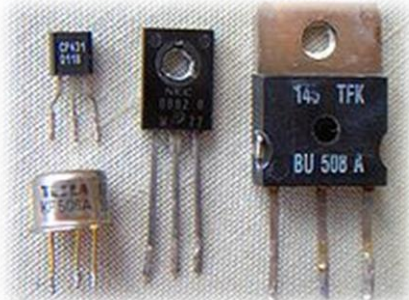
# معرفی میکروالکترونیک

□ اولین سیستم های الکترونیکی از لامپ های خلأ استفاده می کردند.



□ نقاط ضعف لامپ های خلأ

□ سایز بزرگ و طول عمر پایین



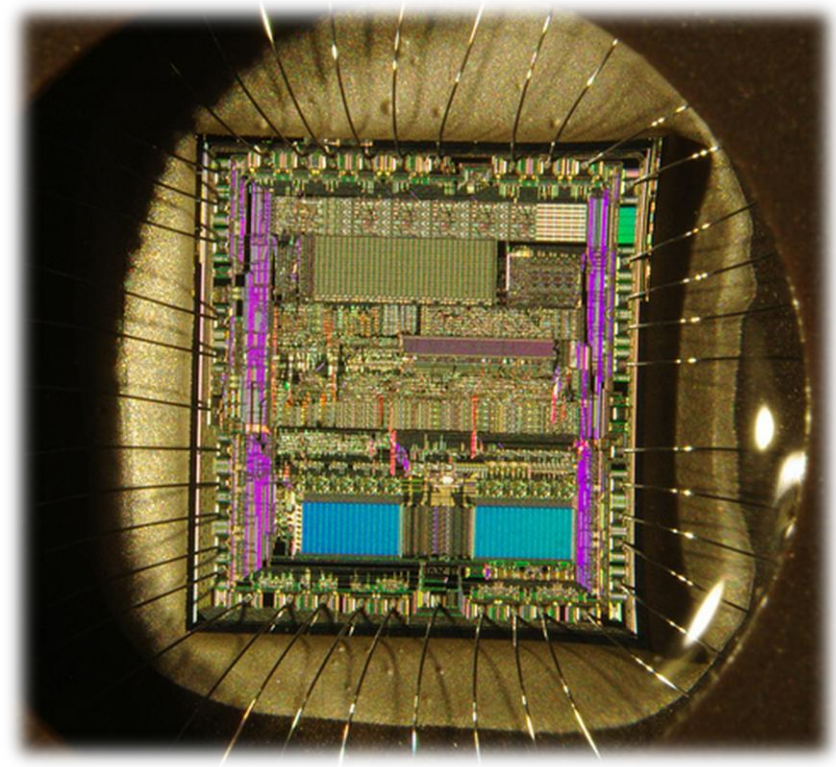
□ اولین ترانزیستور در سال ۱۹۴۰ ابداع شد.

□ سایز کوچک تر + طول عمر بیشتر

# معرفی میکروالکترونیک

□ علم میکروالکترونیک در سال ۱۹۶۰ ظهور کرد

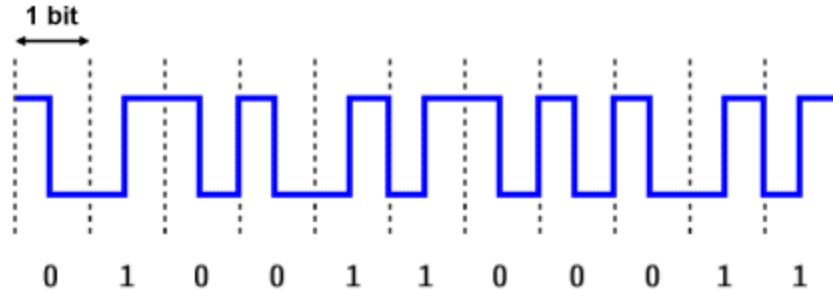
□ علم تجمع تعداد زیاد ترانزیستور بر روی یک تراشه (مدار مجتمع)



# آنالوگ و دیجیتال

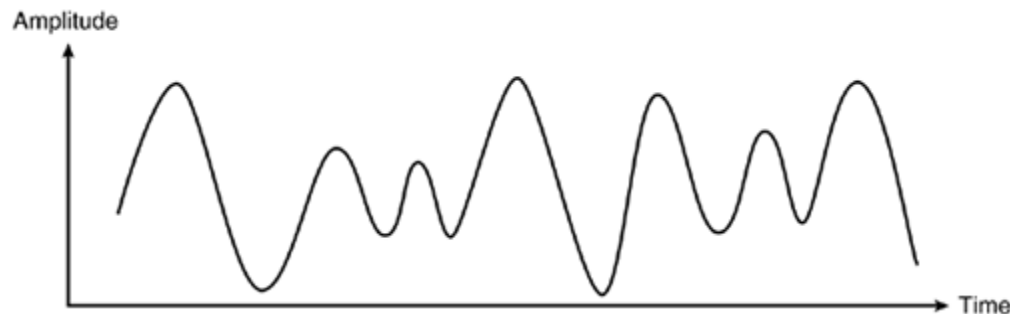
□ سیگنال دیجیتال:

□ فقط مقادیر صفر و یک را می تواند اختیار کند



□ سیگنال آنالوگ:

□ تمام مقادیر را در یک محدوده مشخص می تواند اختیار کند



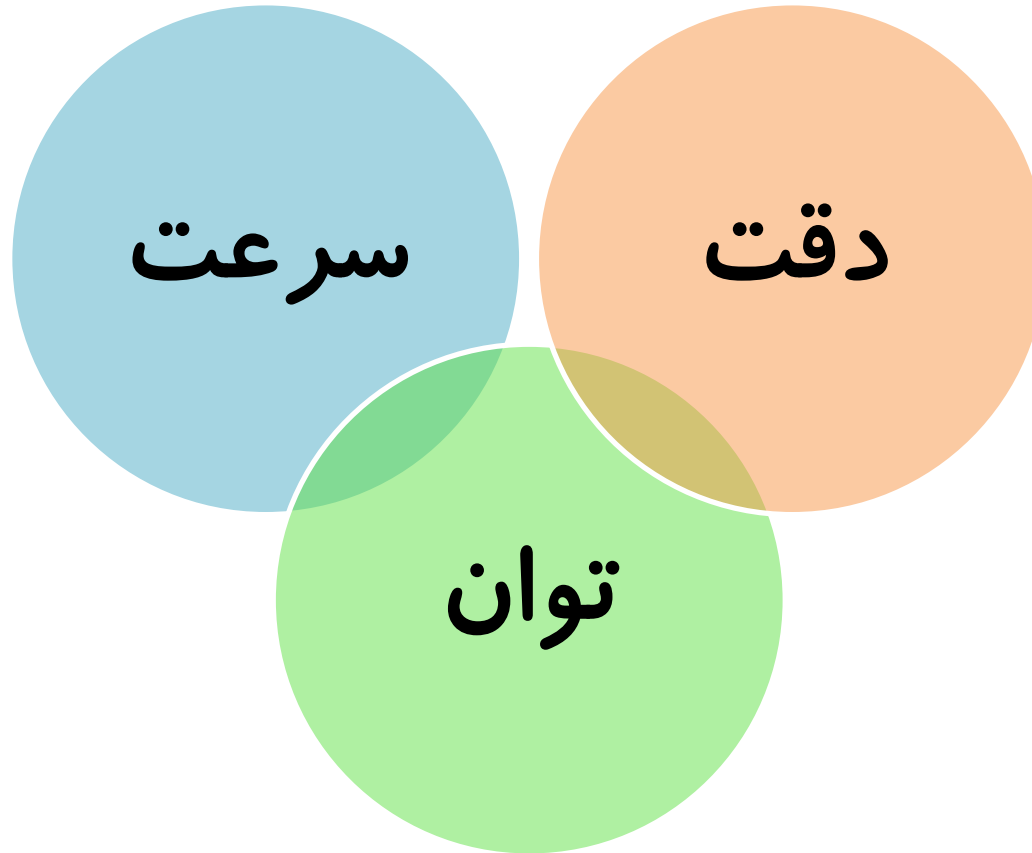
## □ چرا آنالوگ؟

- تمام سیگنال های اطرافمان آنالوگ هستند
- برخی سیگنال ها برای اعمال به بخش دیجیتال نیاز به تقویت دارند

## □ چرا دیجیتال؟

- نویز کمتر
- سرعت کمتر
- پیچیدگی کمتر و پیاده سازی راحت تر
- ابزارهای شبیه سازی و پیاده سازی در دسترس است

# چالش های طراحی در آنالوگ





# مثال هایی از دنیای آنالوگ

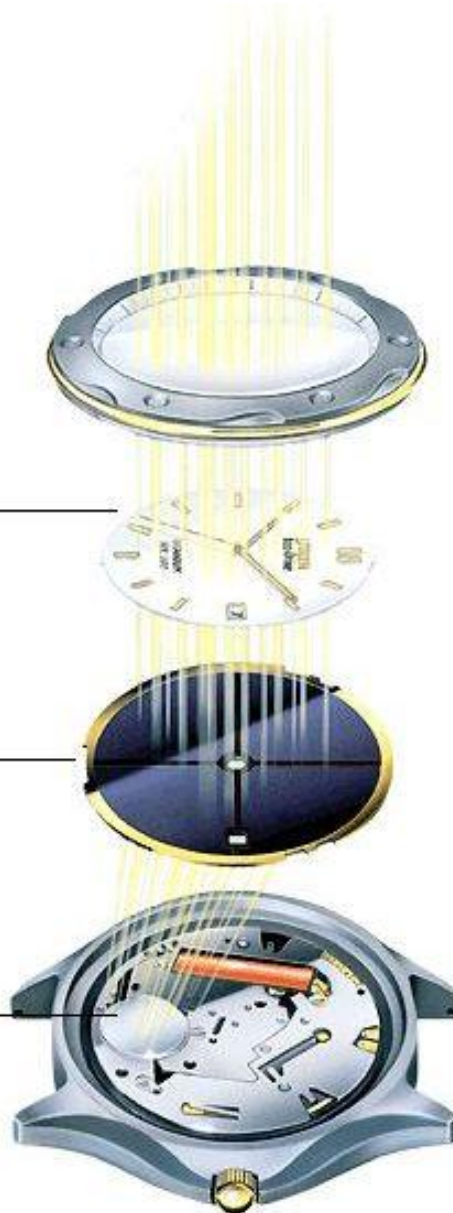
## □ ساعت های خورشیدی

### HOW IT WORKS

Sunlight and any artificial light are absorbed through the crystal and dial. CITIZEN uses special filters which allow a wide range of dial colors and styles.

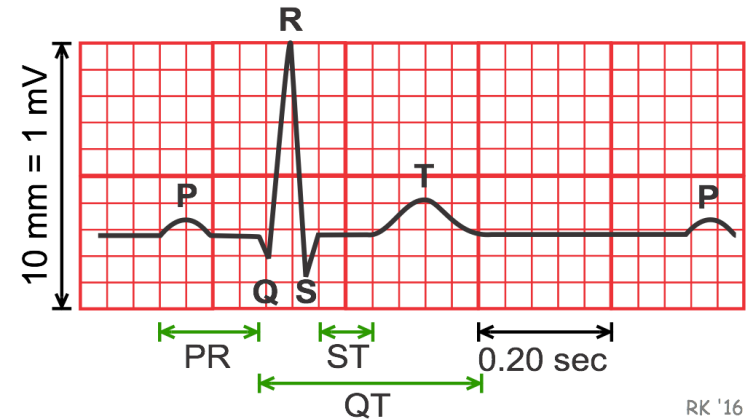
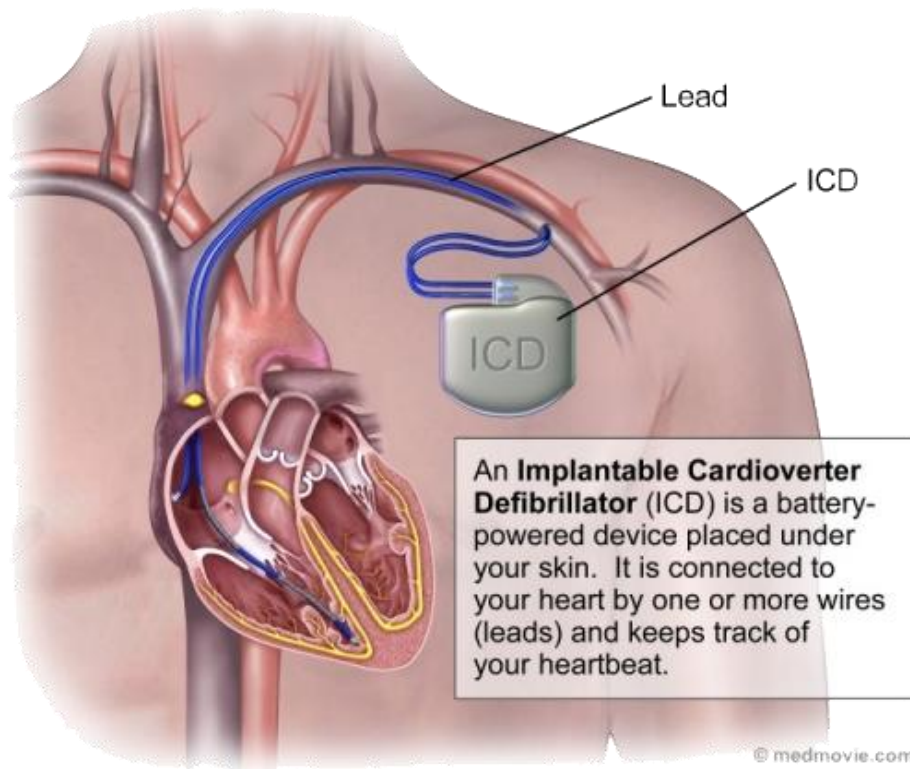
A solar cell beneath the dial converts any form of light into electrical energy to power the watch. With regular exposure to light, Eco-Drive continuously recharges itself for a lifetime of use.

Eco-Drive's revolutionary Eco-Drive Energy Cell stores enough energy to power the watch up to an astonishing 5-years (depending on model) even in the dark.



# مثال هایی از دنیای آنالوگ

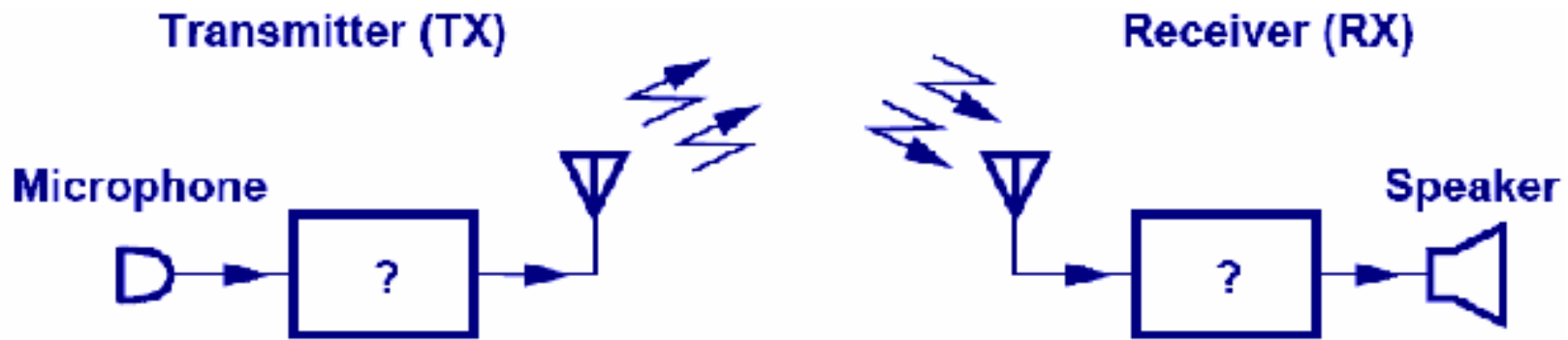
□ باتری قلب (ضربان ساز قلب یا پیس میکر)





# مثال هایی از دنیای آنالوگ

□ فرستنده و گیرنده صوتی



(a)



(b)

# مثال هایی از دنیای آنالوگ

□ فرستنده و گیرنده صوتی

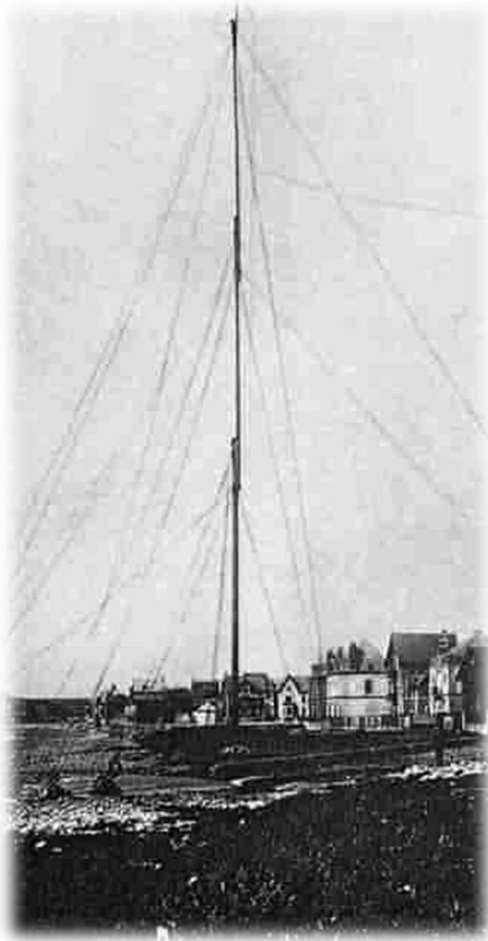
□ فرکانس صوتی: ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز

□ اندازه آنتن با فرکانس نسبت عکس دارد

□ فرکانس ۱/۵ گیگاهرتز ← آنتن ۵ سانتی متر

□ اولین آنتن:

□ آقای مارکونی: ۱۵۰ متر طول



# مثال هایی از دنیای آنالوگ

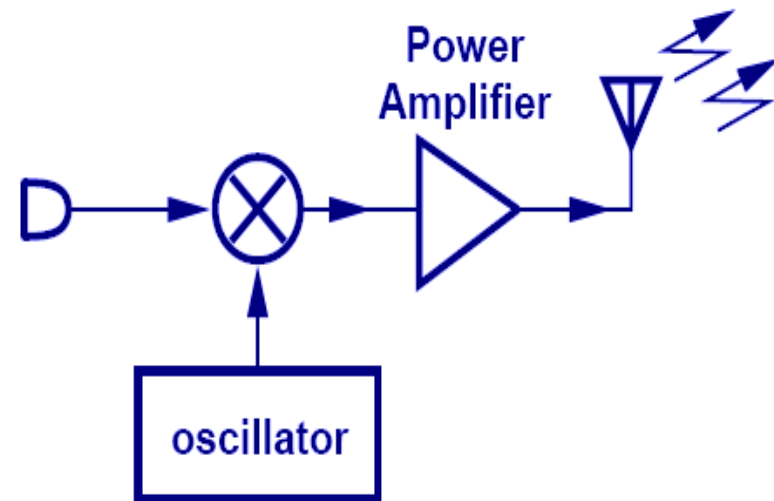
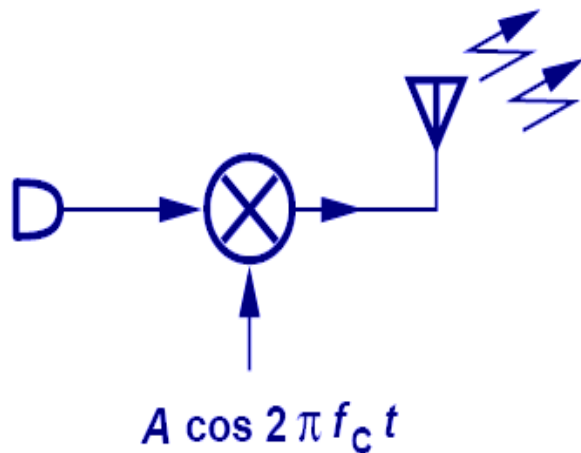
## □ فرستنده صوتی

□ تبدیل فرکانس پایین به فرکانس های بالا ← توسط ضرب کننده یا میکسر

$$\cos(2\pi f_1 t) \times \cos(2\pi f_c t) = \frac{1}{2} [\cos(2\pi(f_1 + f_c)t) + \cos(2\pi(f_1 - f_c)t)]$$

□ تولید سیگنال سینوسی ← توسط اسیلاتور یا نوسان ساز

□ تقویت ولتاژ خروجی از میکروفون ← توسط تقویت کننده



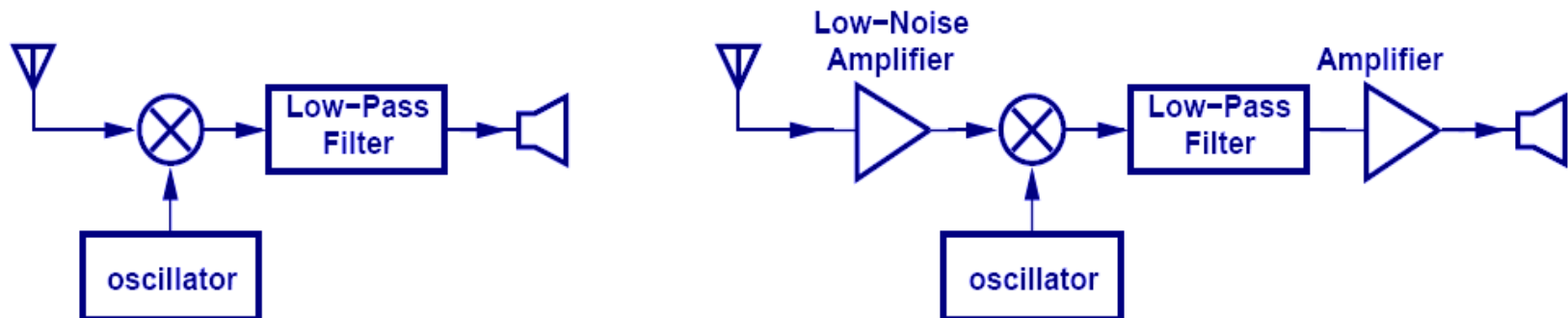
# مثال هایی از دنیای آنالوگ

## □ گیرنده صوتی

- تقویت سیگنال و حذف نویز ← توسط تقویت کننده کم نویز
- تبدیل فرکانس بالا به فرکانس های پایین ← توسط ضرب کننده یا میکسر

$$\cos(2\pi(f_1 + f_c)t) \times \cos(2\pi f_c t) = \frac{1}{2} [\cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi(f_1 + 2f_c)t)]$$

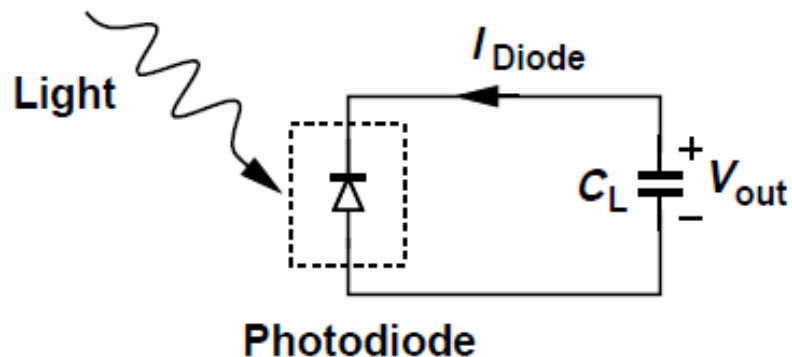
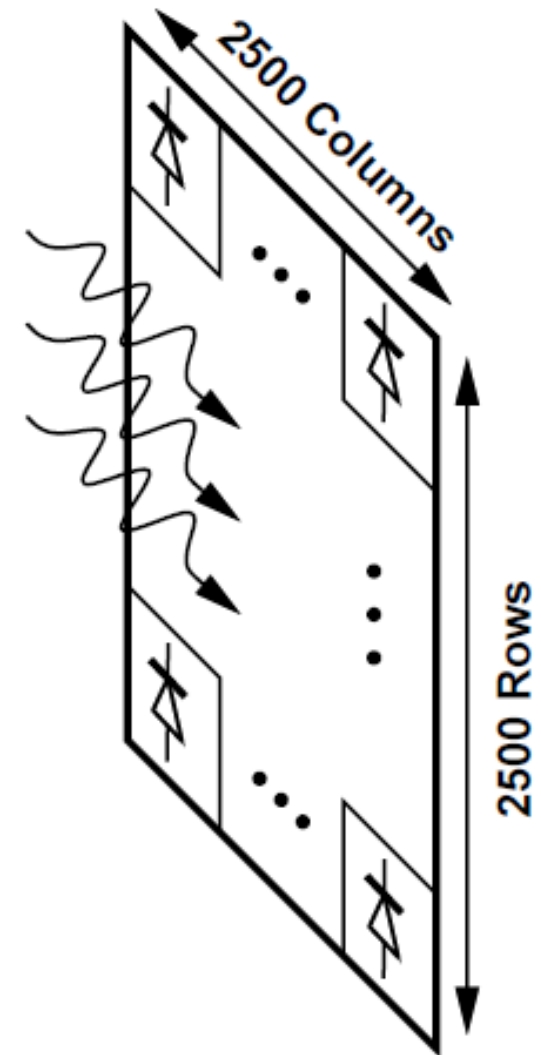
- تولید سیگنال سینوسی ← توسط اسیلاتور یا نوسان ساز
- حذف سیگنال های اضافی ← توسط فیلتر
- تقویت سیگنال ← توسط تقویت کننده



# مثال هایی از دنیای آنالوگ

## □ دوربین دیجیتال

- آرایه ای از سنسورهای حساس به نور روی یک صفحه قرار گرفته اند
- یک دوربین ۶ مگاپیکسل حدود ۲۵۰۰ ردیف و ۲۵۰۰ ستون آرایه از این سنسورها دارد
- هر کدام از سنسورها بسته به نوری که به آن می رسد جریانی تولید می کند
- جریان وارد خازن شده و تبدیل به ولتاژ می شود.
- هر چه مقدار جریان بیشتر، ولتاژ خازن بیشتر.



$$i = C \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

# مثال هایی از دنیای آنالوگ

## □ دورین دیجیتال

- ولتاژ ذخیره شده روی خازن بسیار کم است ← تقویت ولتاژ توسط تقویت کننده
- سیگنال آنالوگ باید تبدیل به دیجیتال شود ← توسط مبدل آنالوگ به دیجیتال

