

# الکترونیک ۱

جلسه اول: معرفی

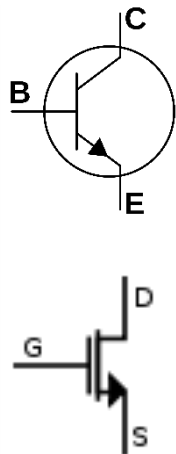
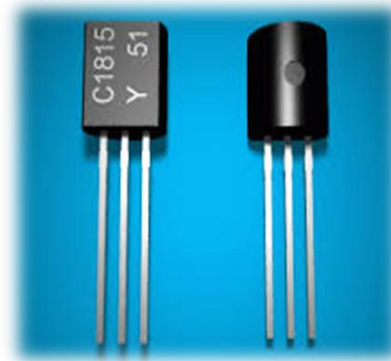
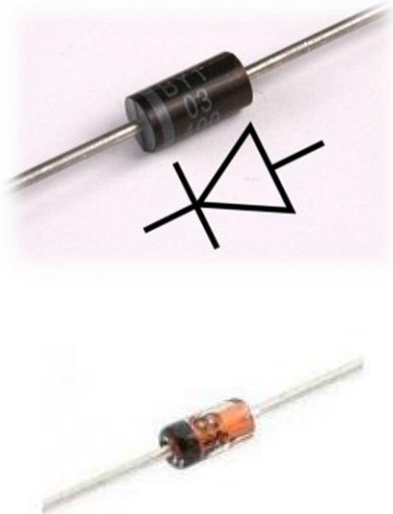
محمدرضا اشرف

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: مدار ۱، مبحث فیزیک، مدل های دیود و مدل های دیود (۴ نمره): ۵شنبه ۱۵ آبان
- کوییز ۲: مبحث کاربرد دیود (۴ نمره): ۵شنبه ۲۰ آذر
- کوییز ۳: مبحث بایاس ترانزیستور و مدل سیگنال کوچک (۴ نمره): ۵شنبه ۱۸ دی

## □ پایان ترم: (۸ نمره)

- مباحث مربوط به ترانزیستور: طبق اعلام آموزش دانشکده



# ارزشیابی (نمرات مازاد)

- پروژه شبیه سازی: (۲ نمره اضافی)
- پروژه: طراحی و شبیه سازی با نرم افزار اسپایس: احتمالا ۵ شبیه ۲۵ دی
- حل تمرین: (تا ۱ نمره اضافی): ۱۴-۱۲، جناب آقای معافی مدنی
- نمره احتمالی 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	
مطالعه و تحقیق	فرکانس بالا (ک. ۱)	-	مدار ۱ (ک. ۱۲)	پاسخ گویی	شنبه
الکترونیک ۲ (ک. ۹)	مطالعه و تحقیق	-	جلسات هفتگی دانشجویان ارشد	الکترونیک ۱ (ک. ۵)	۱شنبه
مدار ۱ (ک. ۱۲)	پاسخ گویی	-	جلسه گروه	مطالعه و تحقیق	۲شنبه
الکترونیک ۱** (ک. ۲)	الکترونیک ۲* (ک. ۶)	-	پاسخ گویی	فرکانس بالا* (ک. س ۲)	۳شنبه
مطالعه و تحقیق	مطالعه و تحقیق	-	دفتر انجمن های علمی (پردیس مرکزی)	دفتر انجمن های علمی (پردیس مرکزی)	۴شنبه

□ لینک پاسخگویی آنلاین (صرفا در ساعت های پاسخگویی و با هماهنگی قبلی فعال است):

<https://www.skyroom.online/ch/m.r.ashraf/pasokhguyi>

□ نرم افزارهای مورد نیاز:

□ Orcad Pspice

□ نرم افزارهای جانبی:

□ Protel/Altium Designer

□ C-language Programming

□ AVR/PIC/ARM Microcontrollers

□ ابزارهای مورد نیاز:

□ برد مورد

□ مولتی متر

□ هویه و لحیم

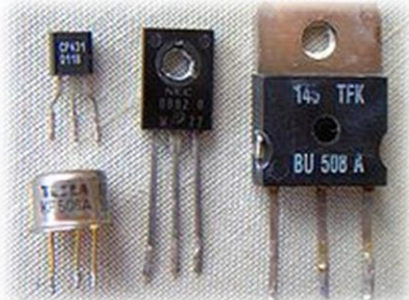
# معرفی میکروالکترونیک

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



□ نقاط ضعف لامپ های خلأ

□ سایز بزرگ و طول عمر پایین



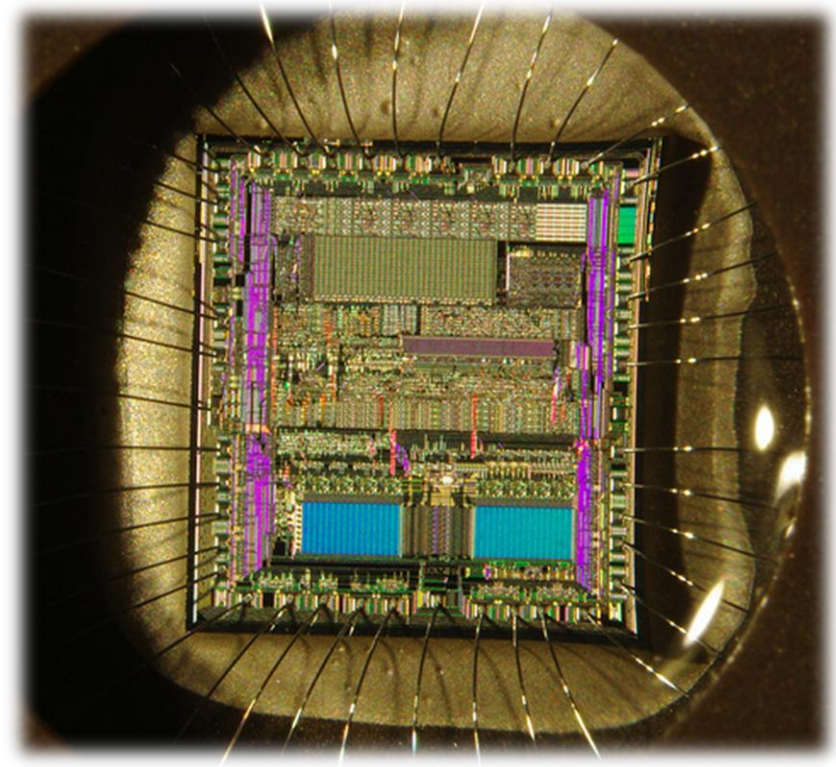
□ اولین ترانزیستور در سال ۱۹۴۰ ابداع شد.

□ سایز کوچک تر + طول عمر بیشتر

# معرفی میکروالکترونیک

□ علم میکروالکترونیک در سال ۱۹۶۰ ظهور کرد

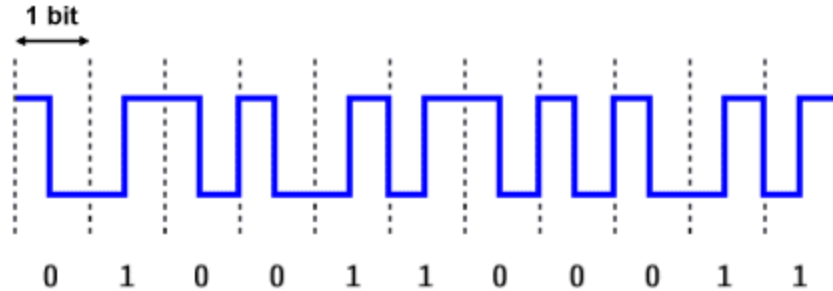
□ علم تجمع تعداد زیاد ترانزیستور بر روی یک تراشه (مدار مجتمع)



# آنالوگ و دیجیتال

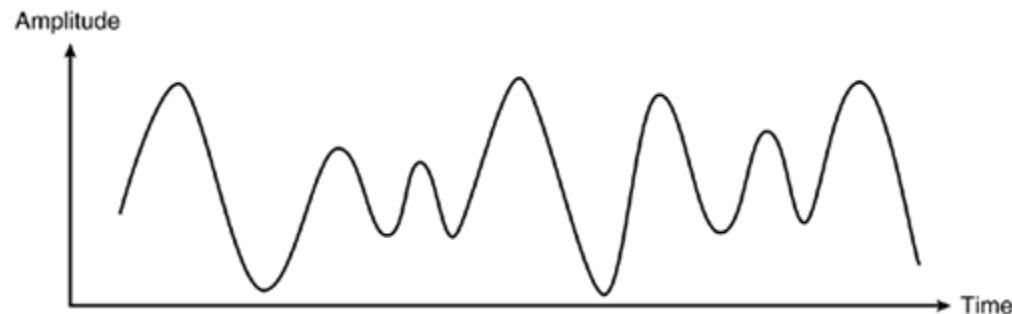
□ سیگنال دیجیتال:

□ فقط مقادیر صفر و یک را می تواند اختیار کند



□ سیگنال آنالوگ:

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





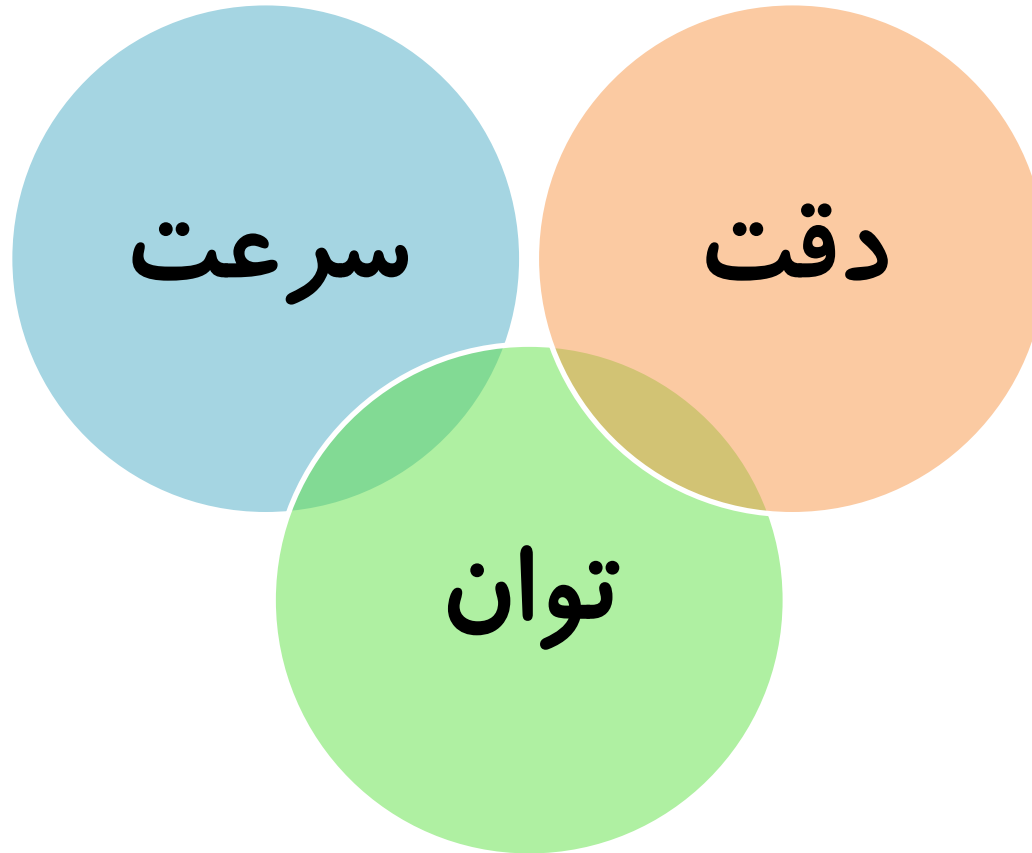
## □ چرا آنالوگ؟

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

## □ چرا دیجیتال؟

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

# چالش های طراحی در آنالوگ



# مثال هایی از دنیای آنالوگ

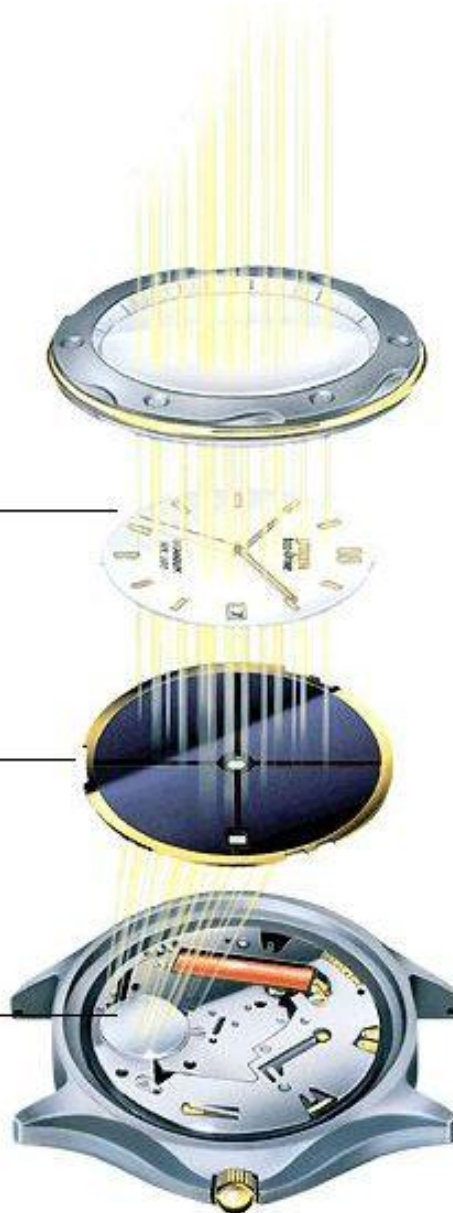
## □ ساعت های خورشیدی

### 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.

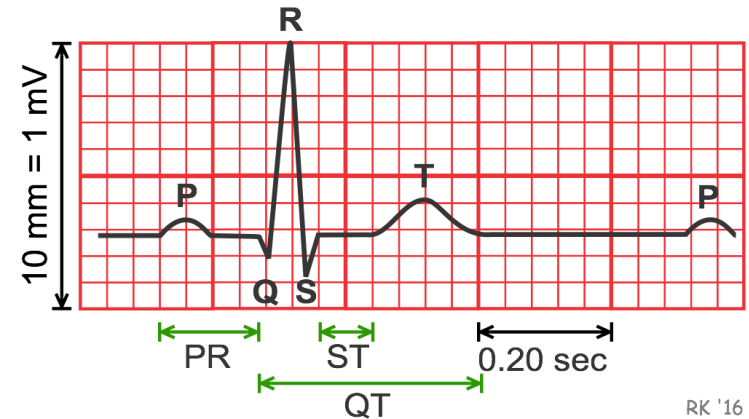
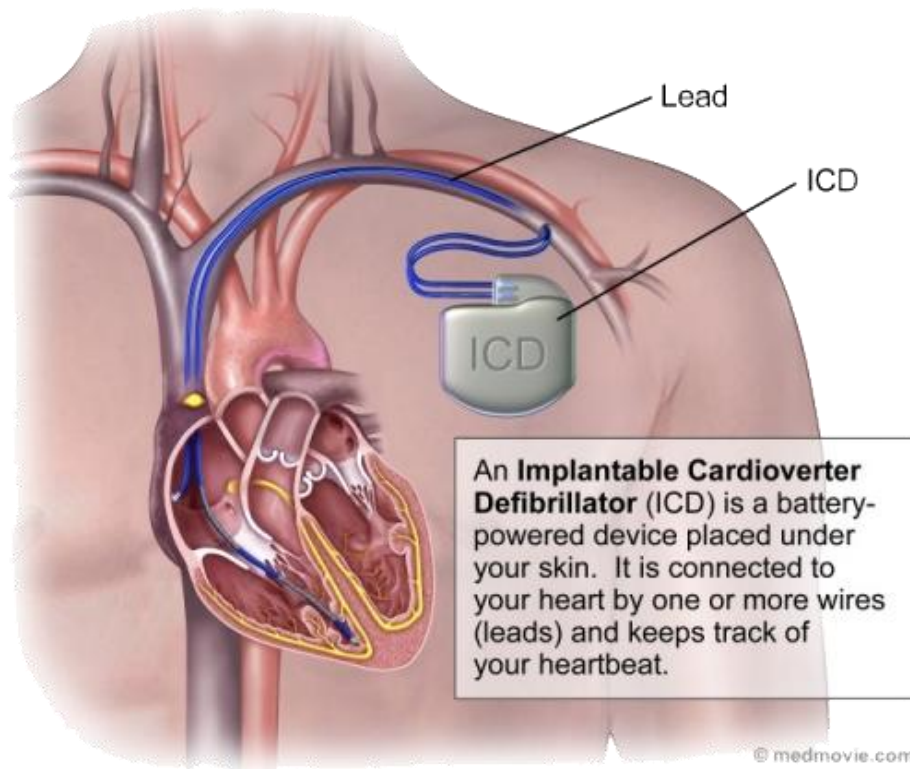
A solar cell beneath the dial converts any form of light into electrical energy to power the watch. With regular exposure to light, Eco-Drive continuously recharges itself for a lifetime of use.

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.



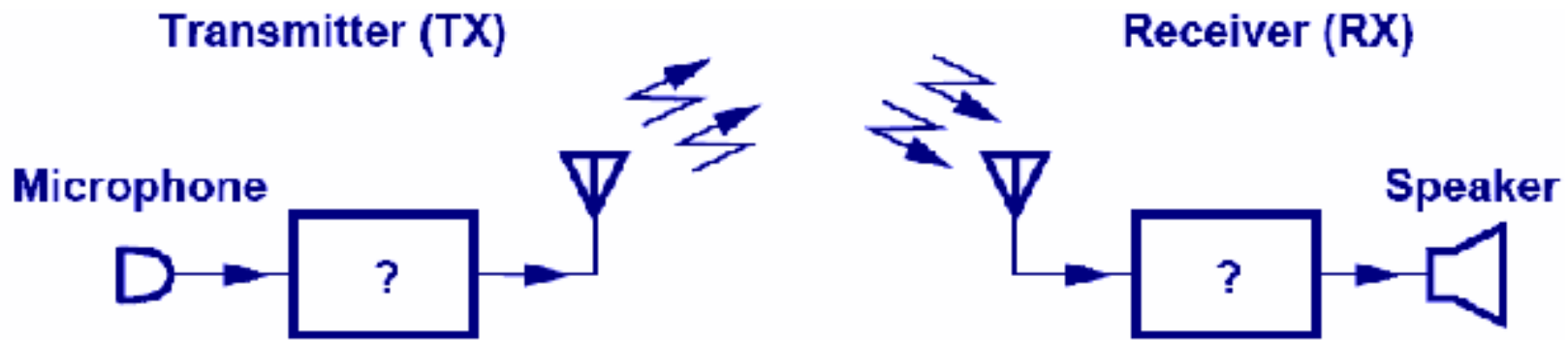
# مثال هایی از دنیای آنالوگ

□ 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

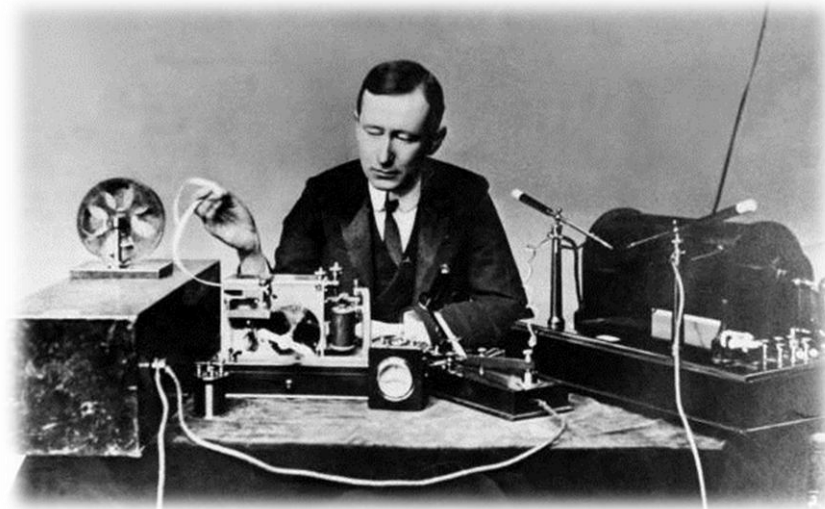
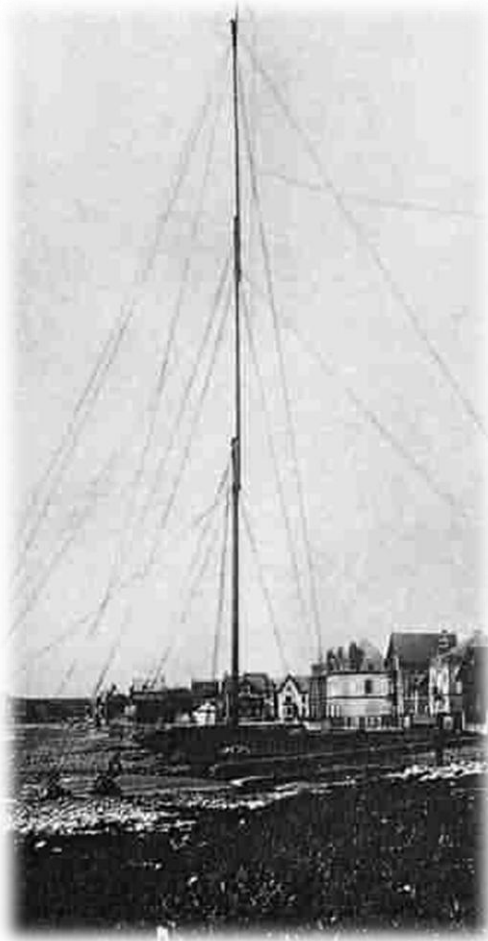
□ فرکانس صوتی: ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز

□ 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

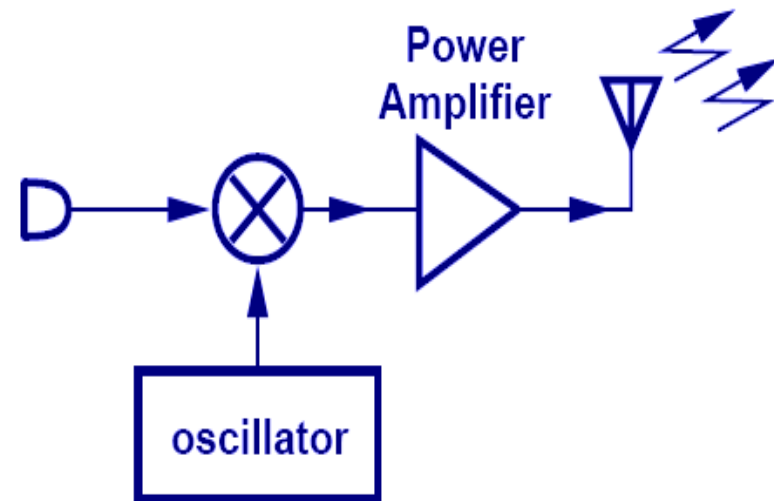
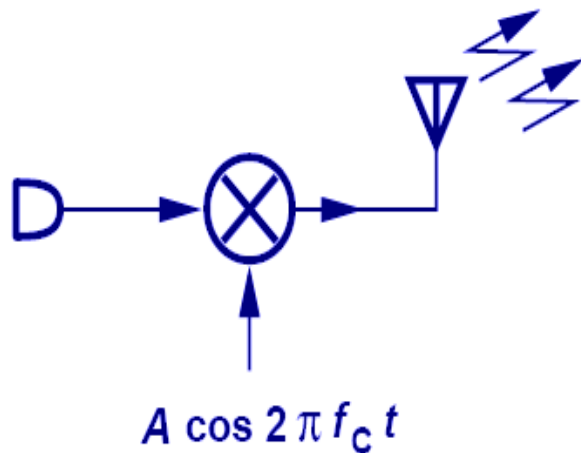
## □ فرستنده صوتی

□ 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



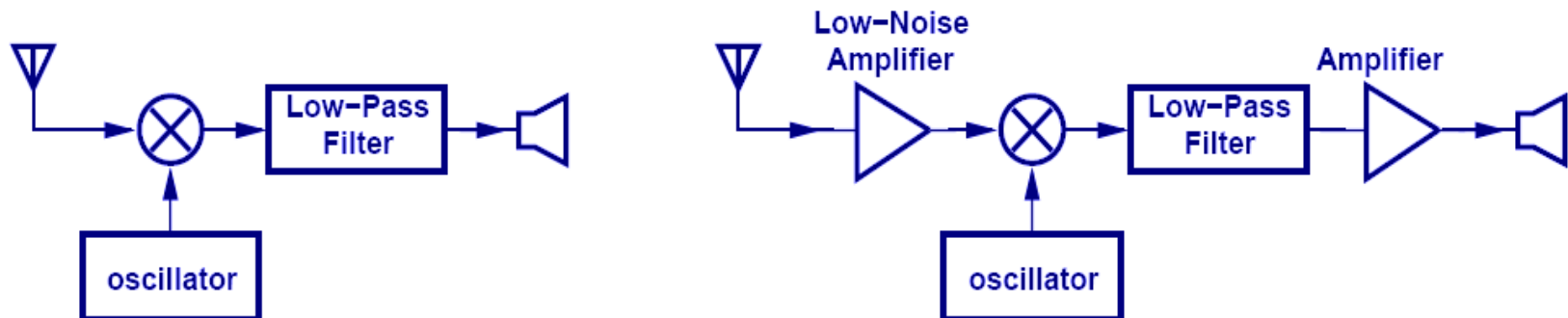
# مثال هایی از دنیای آنالوگ

## □ 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

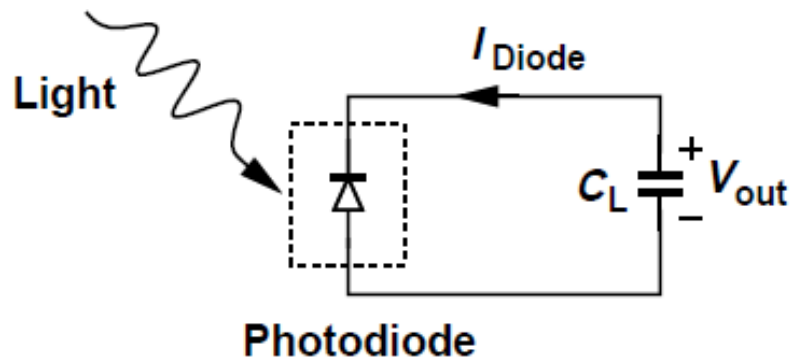
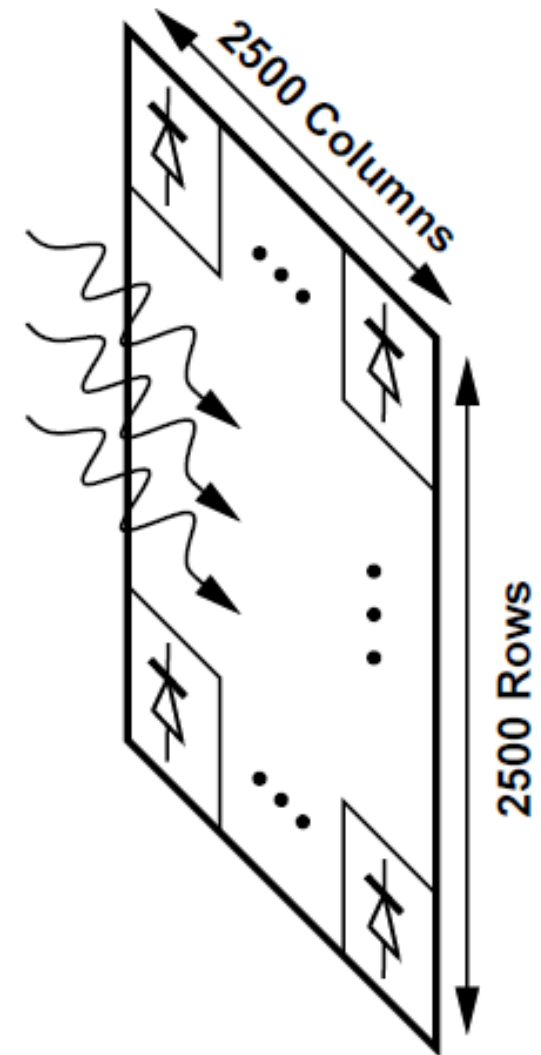




# مثال هایی از دنیای آنالوگ

## □ 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

