

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

ارائه : بهاره پارسا

نام درس : مکاترونیک (۱)

موضوع : سنسورها - **SENSORS**

استاد مربوطه : جناب آقای دکتر محلوچی

بهار ۹۳-۹۴

# سنسور چیست ؟

سنسور ، المان حس کننده ای است که کمیتهای فیزیکی مانند فشار ، حرارت ، رطوبت ، دما ، و ... را به کمیتهای الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می کند. این سنسورها در انواع دستگاههای اندازه گیری، سیستمهای کنترل آنالوگ و دیجیتال مانند PLC مورد استفاده قرار می گیرند. عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آنها به دستگاههای مختلف از جمله PLC باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد. سنسورها اطلاعات مختلف از وضعیت اجزای متحرک سیستم را به واحد کنترل ارسال نموده و باعث تغییر وضعیت عملکرد دستگاهها می شوند.

سنسورهای اندازه گیری سطح مایع

# LIQUID LEVEL SENSORS



اندازه گیری ارتفاع  
سطح مایعات

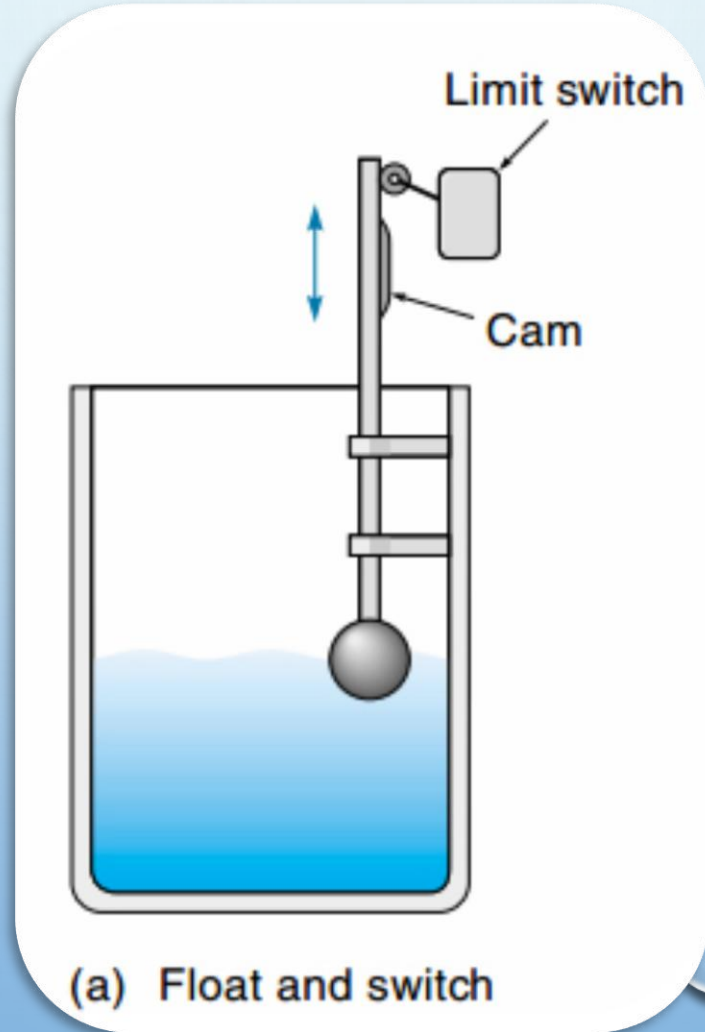
این سنسورها سطح مایع درون یک ظرف را اندازه میگیرند و به دو دسته تقسیم میشوند دسته اول تنها تشخیص میدهند که مایع به سطح معین از پیش تعیین شده ای رسیده یا نه و دسته دوم سطح مایع درون ظرف را اندازه گرفته و سیگنالی متناسب با سطح مایع درون ظرف را در خروجی می دهند.

# الف : سنسورهای اندازه گیری سطح مایع گسسته

این سنسورها رسیدن مایع به سطح از پیش تعیین شده ای را مشخص میکنند و انواع مختلفی دارند که در اسلاید های بعدی به معرفی آن ها می پردازیم.

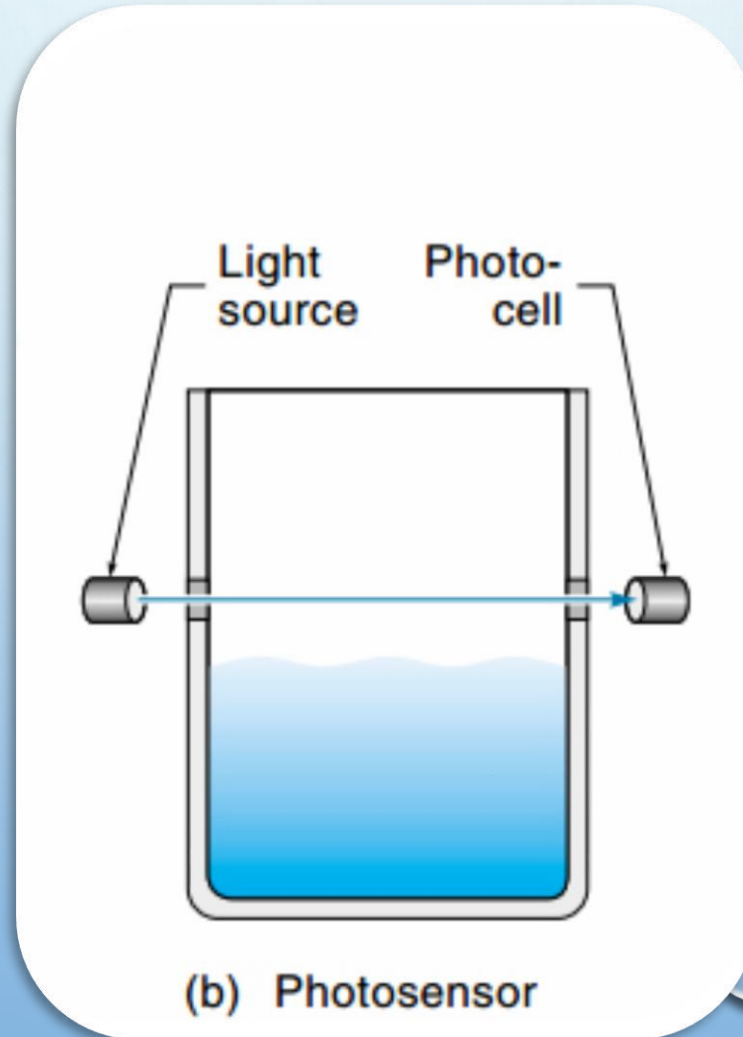
در شکل a یک شناور وجود دارد که به یک لیمیت سویچ متصل است هرگاه مایع به سطح معین رسید کلید را تحریک میکند.

شناور



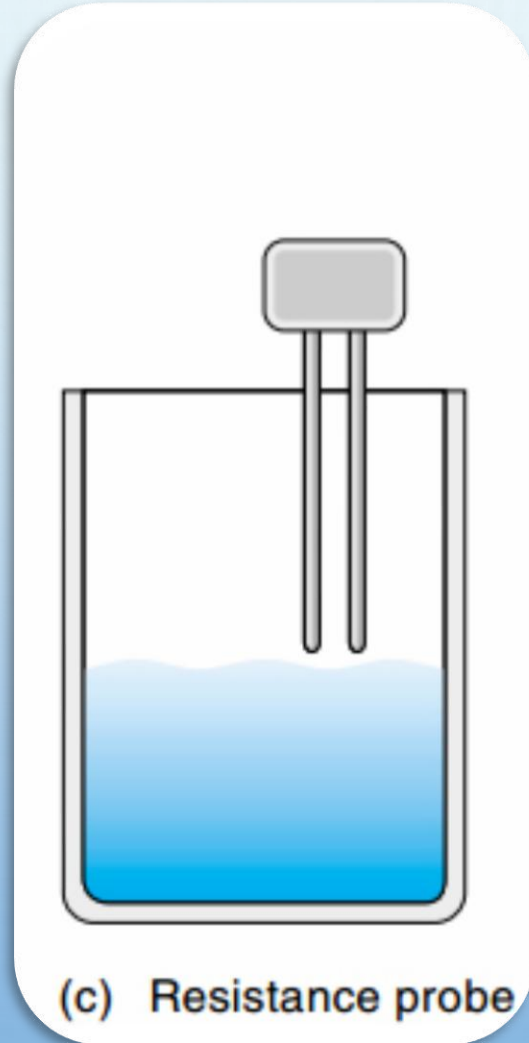
در شکل b یک سنسور فوتودیود وجود دارد هرگاه مایع به سطح معین رسید ارتباط نوری قطع میگردد.

سنسور نوری



در شکل C یک المنت الکتریکی شناور روی آب را نشان میدهد هرگاه مایع به المنت میرسد مقاومت الکتریکی مدار المنت کاهش می یابد.

مقاومتی



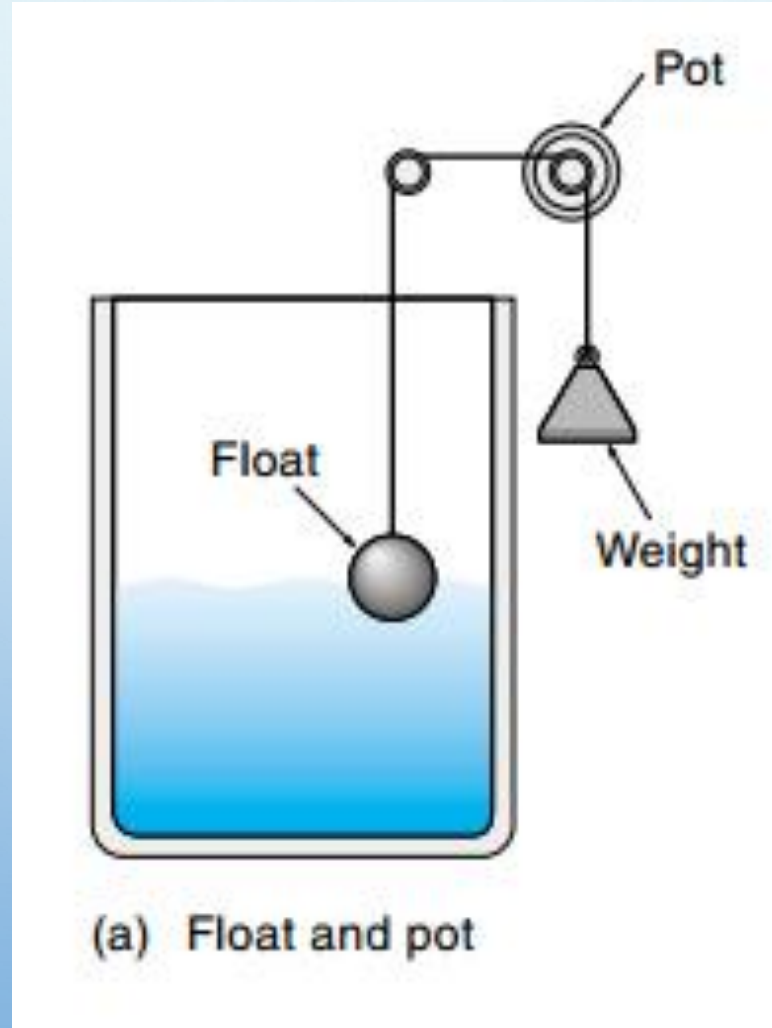


## ب : سنسورهای اندازه گیری سطح مایع پیوسته

این سنسورها یک سیگنال متناسب با سطح مایع را در خروجی میدهند. انواع روشهای مختلف برای اندازه گیری سطح مایع را در شکل های صفحه بعدی ملاحظه میکنید.

a : یک شناور را نشان میدهد که به یک سنسور تعیین مکان متصل است.

شناور

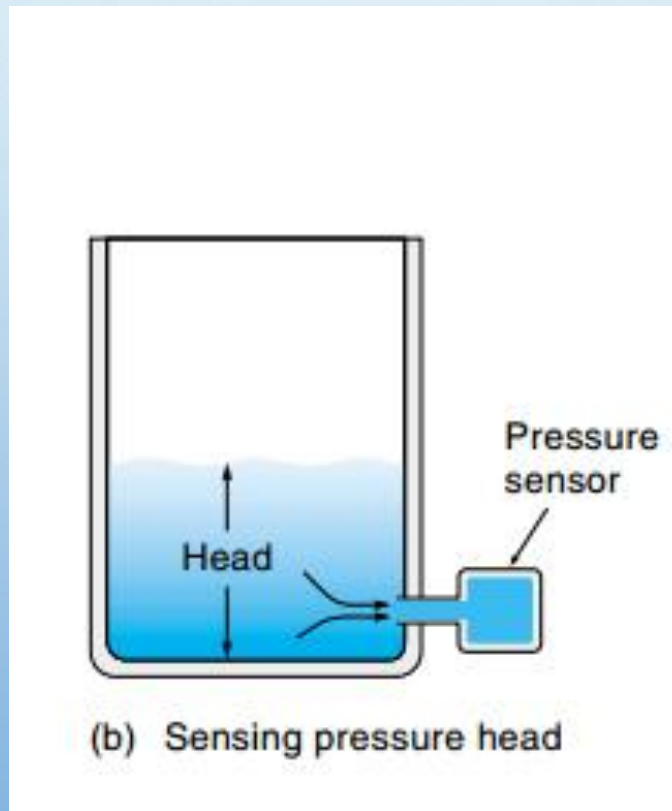


**b** : بوسیله اندازه گیری فشار بالای ظرف سطح مایع را تشخیص میدهد. زیرا سطح مایع داخل یک ظرف با فشار هوای بالای ظرف ارتباط مستقیمی دارد طبق فرمول زیر :

$$\text{Pressure} = P = dH$$

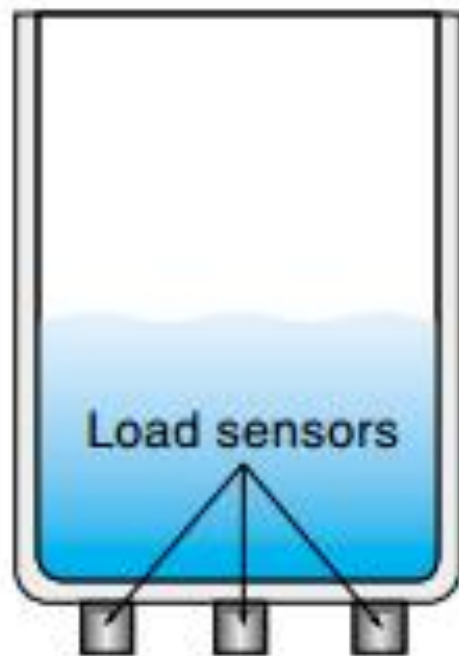
که در این فرمول  $d$  نشان دهنده چگالی مایع در واحد سطح و  $H$  ارتفاع مایع داخل ظرف می باشد.

## اندازه گیری فشار



C : ارتفاع مایع بوسیله وزن مایع که توسط سنسورهای اندازه گیری بار تعیین میشوند مشخص میگردد.

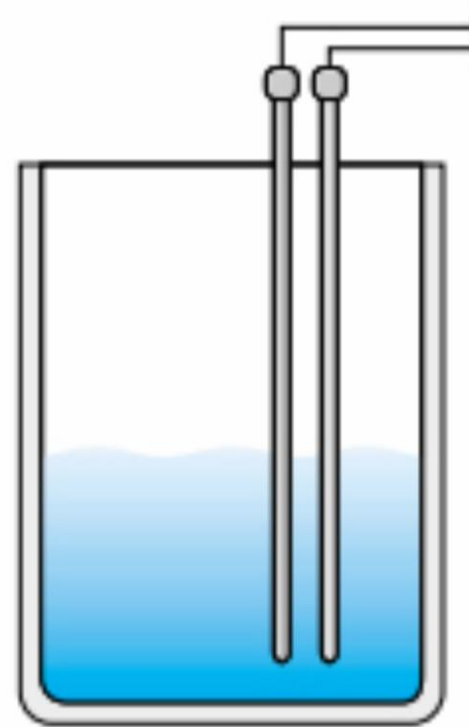
وزن مخزن



(c) Weighing tank

d : دو الکتروود شناور در آب را نشان میدهد که مقاومت بین این دو الکتروود متناسب با سطح مایع داخل ظرف تغییر میکند.

اندازه گیری مقاومت یا ظرفیت خازن

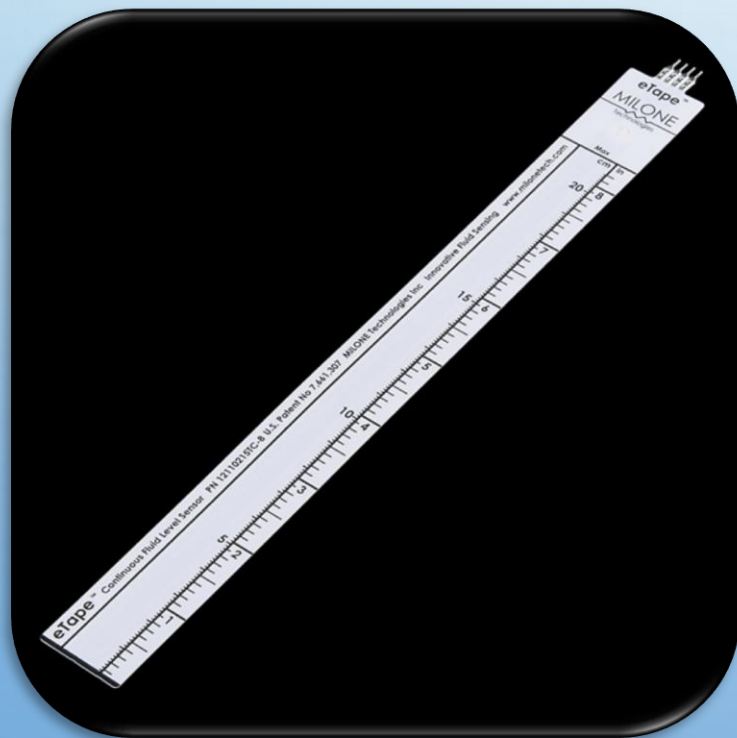


(d) Electrodes measure R or C

برای مثال این سنسور روشی مناسب برای اندازه گیری سطح مایعات است. خروجی این سنسور بصورت مقاومت الکتریکی است. بدین معنا که با تغییر سطح مایع مقاومت الکتریکی سنسور تغییر می کند. با استفاده از این سنسور دیگر دردسر استفاده از شناورهای مکانیکی را نخواهید داشت و به راحتی می توانید خروجی سنسور را به یک میکروکنترلر الکترونیک متصل کنید.

اساس عملکرد سنسور بر پایه فشار هیدرواستاتیک مایع، روی سطح سنسور است. مقاومت خروجی سنسور به صورت معکوس با ارتفاع مایع متناسب است. هرچه سطح مایع پایین تر باشد مقاومت خروجی کمتر است.

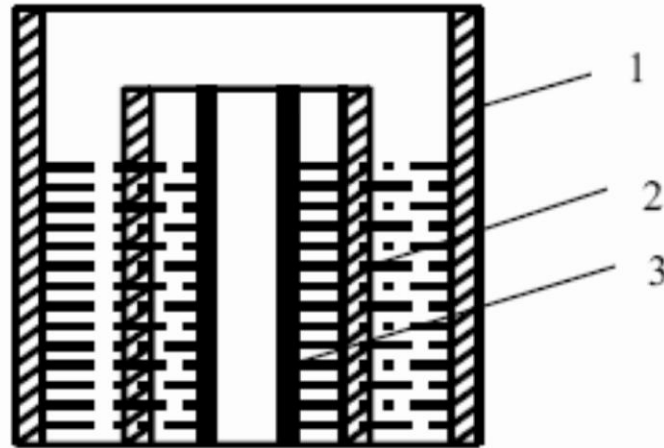
در حقیقت این سنسورها باید دارای سه پین خروجی باشند ولی عملاً با چهار پین ساخته شده اند.



# استفاده از سنسور خازنی برای اندازه گیری سطح مایع

ظرفیت هر خازن تابعی از سطح مقطع موثر الکترودها، فاصله الکترودها، و جنس دی الکتریک خازن می باشد. بنابراین با تغییر هر یک از این پارامترها، ظرفیت خازن تغییر میکند، اساس به کارگیری سنسور خازنی برای اندازه گیری سطح یک مایع تغییر ظرفیت خازن بر اثر تغییر جنس دی الکتریک آن می باشد.

برای اندازه گیری سطح یک مایع توسط سنسور خازنی، از ساختار استوانه ای برای خازن استفاده میشود. خازن استوانه ای به صورت نشان داده شده در شکل زیر درون مخزن مایع تعبیه میشود.



شکل (۱)

۱- دیواره مخزن ، ۲- لستوانه خارجی خازن ، ۳- لستوانه داخلی خازن

- وقتی درون مخزن مایع وجود داشته باشد. دی الکتریک خازن از دو قسمت هوا و مایع تشکیل می شود. در این حالت می توان فرض کرد دو خازن که دی الکتریک یکی از جنس هوا و دی الکتریک دیگری از جنس مایع است ، با هم موازی شده اند ، بنابراین ظرفیت خازن از فرمول زیر محاسبه میشود.

$$C = \frac{2\pi\epsilon h_x}{\ln(r_2/r_1)} + \frac{2\pi\epsilon_0(h-h_x)}{\ln(r_2/r_1)}$$

$h$  : ارتفاع استوانه خازن ،  $r_1$  : قطر خارجی الکتروود داخلی خازن

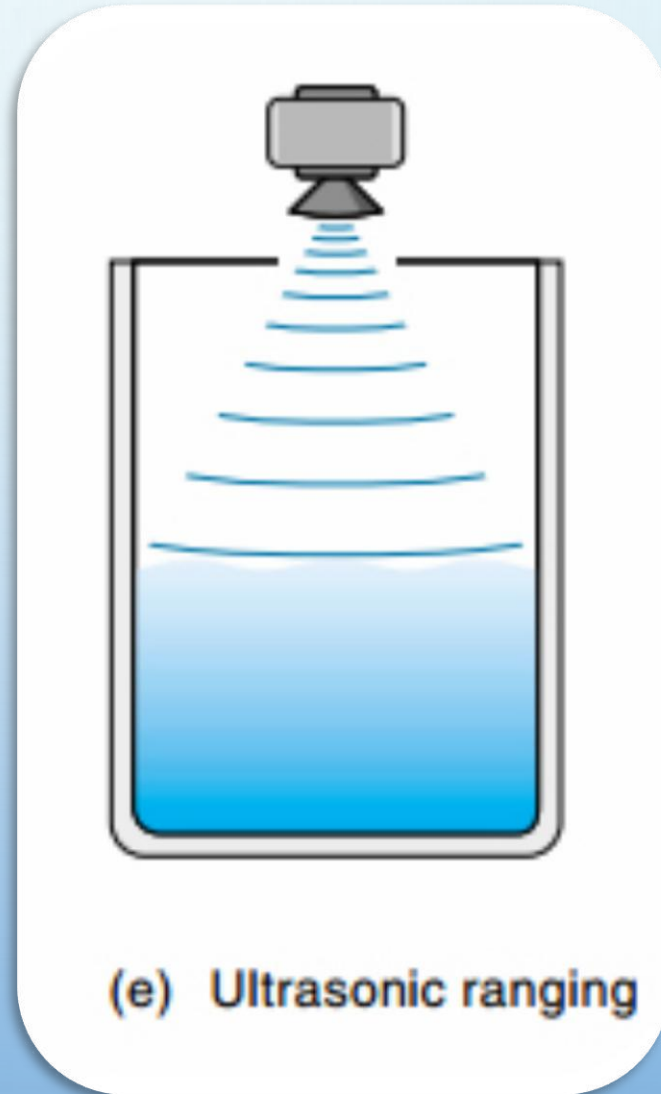
$r_2$  : قطر داخلی الکتروود خارجی خازن

$h_x$  : ارتفاع مایع ،  $\epsilon_0$  : ضریب نفوذ پذیری الکتریکی هوا



④ : سطح مایع درون ظرف بوسیله رنج سنسورهای آلتراسونیک تعیین می‌گردد.

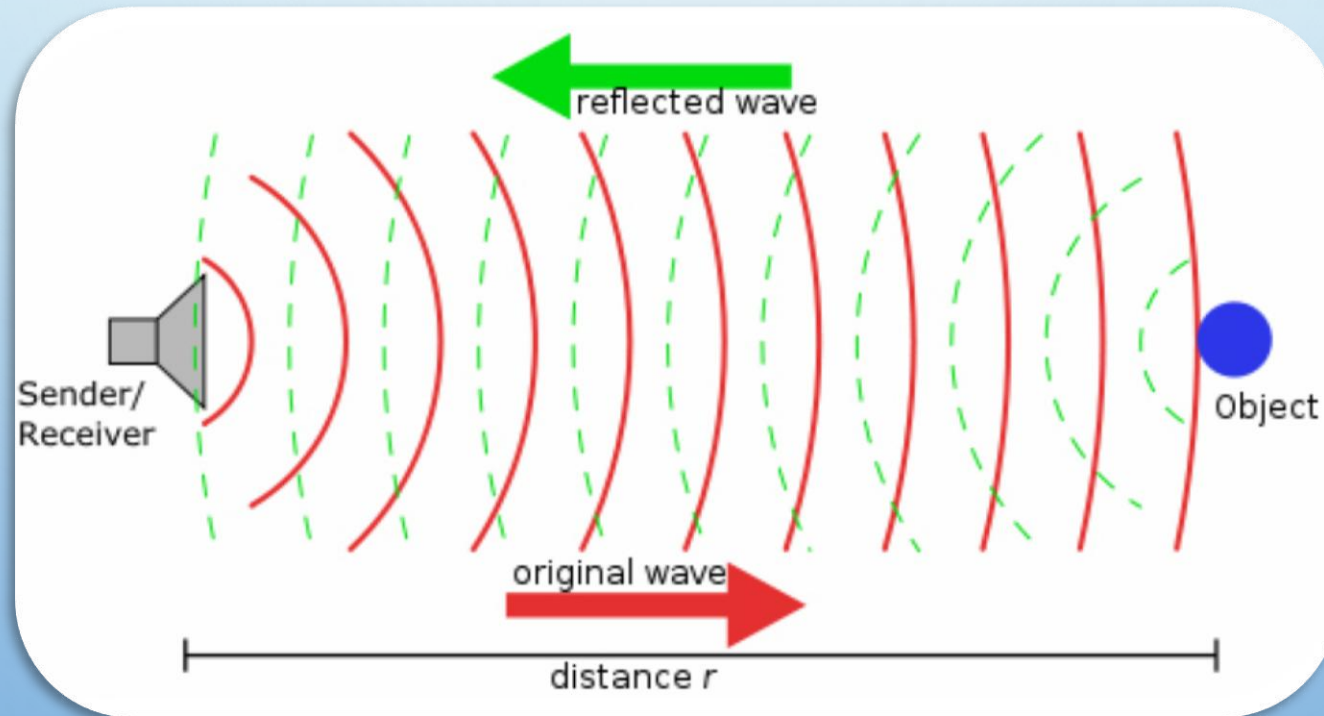
سنسور آلتراسونیک



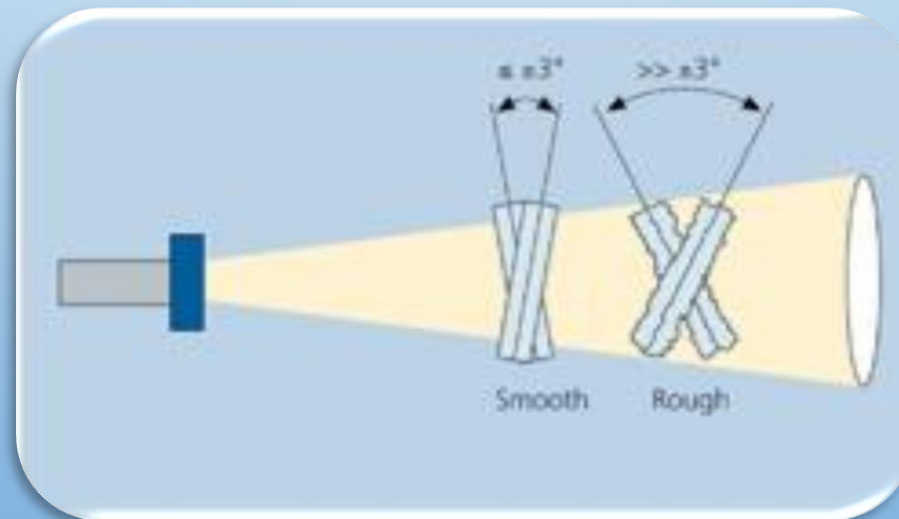
# آلتراسونیک

استفاده آن در سرعت سنج ها و اشکارسازی سطح مخازن و اندازه گیری فلو و... است. نحوه کار آن به این صورت است که با محاسبات سرعت موج و اختلاف زمان بین ارسال و دریافت فاصله را اندازه گیری می کنند. این سنسورها به صورت پالسی کار میکنند مثلا در هر ۲ ثانیه یک پالس ارسال و فاصله را اندازه گیری می کند.

سنسور آلتراسونیک برای برآورد فاصله از امواج مافوق صوت ( فرا صوت یا همان ) بهره می گیرد. طرز کار این نوع سنسورها به این صورت است که فاصله زمانی مابین ارسال امواج تا دریافت سیگنال اکو را اندازه می گیرند و با توجه به سرعت صوت در آن محیط ، فاصله تا مانع را برآورد می کنند. سنسور های آلتراسونیک در انواع مختلفی موجود می باشند که در صنعت کاربردهای وسیعی دارند.



فرکانس مورد استفاده در سنسور آلتراسونیک معمولا ۴۰ - ۶۰ کیلو هرتز می باشد که خارج از بازه شنوایی انسان می باشد. مزیت اصلی این سنسورها ، تشخیص اجسام صرف نظر از رنگ ، شکل و سطح آنها به وسیله امواج مافوق صوت است. امروزه سنسورهای آلتراسونیک یکی از ارکان مهم اتوماسیون صنعتی بشمار رفته و کاربردهای وسیع و گوناگونی در صنایع مختلف دارند. سنسور آلتراسونیک عموما می توانند در هر موقعیتی به کار گرفته شوند ولی باید از بکار گرفتن آنها در شرایطی که باعث رسوب گذاری سخت بر روی سطح سنسور می شود اجتناب کرد. وجود قطرات آب و رسوبات سخت بر روی سطح گیرنده می تواند موجب اختلال در کارکرد سنسور آلتراسونیک شود. با این وجود ، گرد و غبار و ترشحات رنگ بر روی کارکرد سنسور آلتراسونیک اثر منفی نخواهند گذاشت.

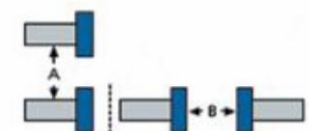


برای شناسایی اجسام با سطح صاف و ناصاف، زاویه سنسور آلتراسونیک با سطح جسم باید ۹۰ درجه با تلورانس ۳ درجه باشد.

از سوی دیگر جسم ناصاف می تواند انحراف زاویه بیشتری داشته باشد. برای سنسور آلتراسونیک جسم ناصاف به جسمی اطلاق می شود که ارتفاع پستی و بلندی آن بزرگتر یا مساوی طول موج سیگنال ارسالی باشد. در این حالت امواج منعکس شده در گستره بیشتری منعکس می شوند بنابراین رنج کاری کمتر می شود. درحالتی که جسم مورد نظر ناصاف باشد ماکزیمم انحراف زاویه قابل قبول و بیشترین محدوده شناسایی ممکن باید با آزمون و خطا مشخص شود.

### فاصله مجاز نصب سنسور آلتراسونیک

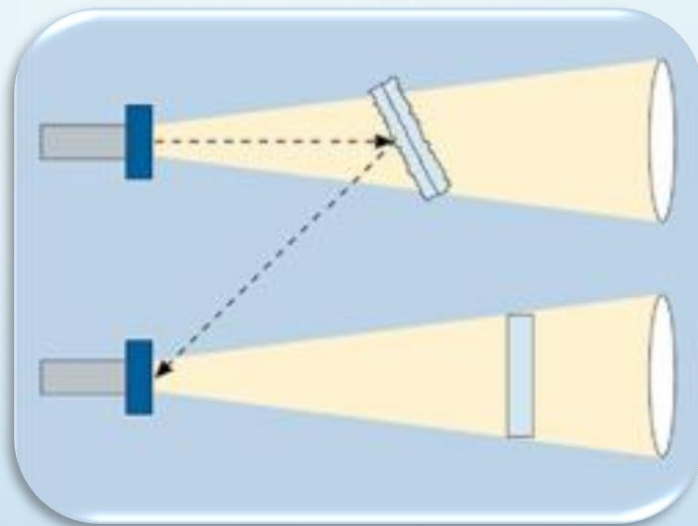
در جدول زیر مینیمم فاصله مجاز برای نصب چند سنسور آلتراسونیک غیر سنکرون در مجاورت هم آمده است. سنسورهای آلتراسونیک نباید در فاصله کمتر از فاصله مجاز نصب شوند زیرا بر روی کارکرد یکدیگر اثر می گذارند. فاصله های ذکر شده در جدول باید دقیقاً رعایت شوند.



Operating range	Vertical distance (A)	Horizontal distance (B)
0.25 m	≥ 10 cm	≥ 100 cm
0.35 m	≥ 30 cm	≥ 170 cm
1.3 m	≥ 60 cm	≥ 540 cm
3.4 m	≥ 160 cm	≥ 1,600 cm
6.0 m	≥ 260 cm	≥ 3,000 cm

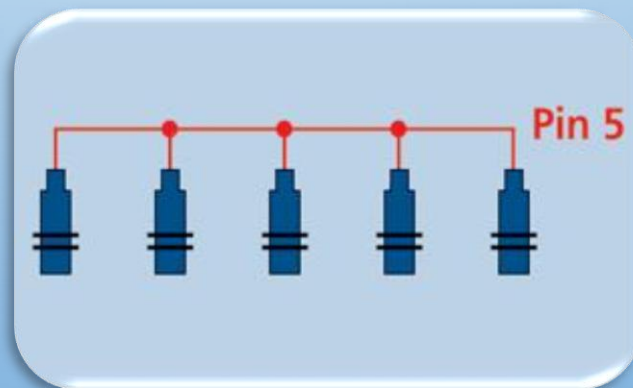
جدول فاصله نصب سنسورهای آلتراسونیک

در حالتی که جسم به صورت مورب با سنسور ULTRASONIC قرارگیرد ، ممکن است موج منعکس شده از سنسور مجاور دریافت شود و موجب خطا شود. فاصله مناسب برای نصب در این حالت باید با آزمون و خطا مشخص شود.



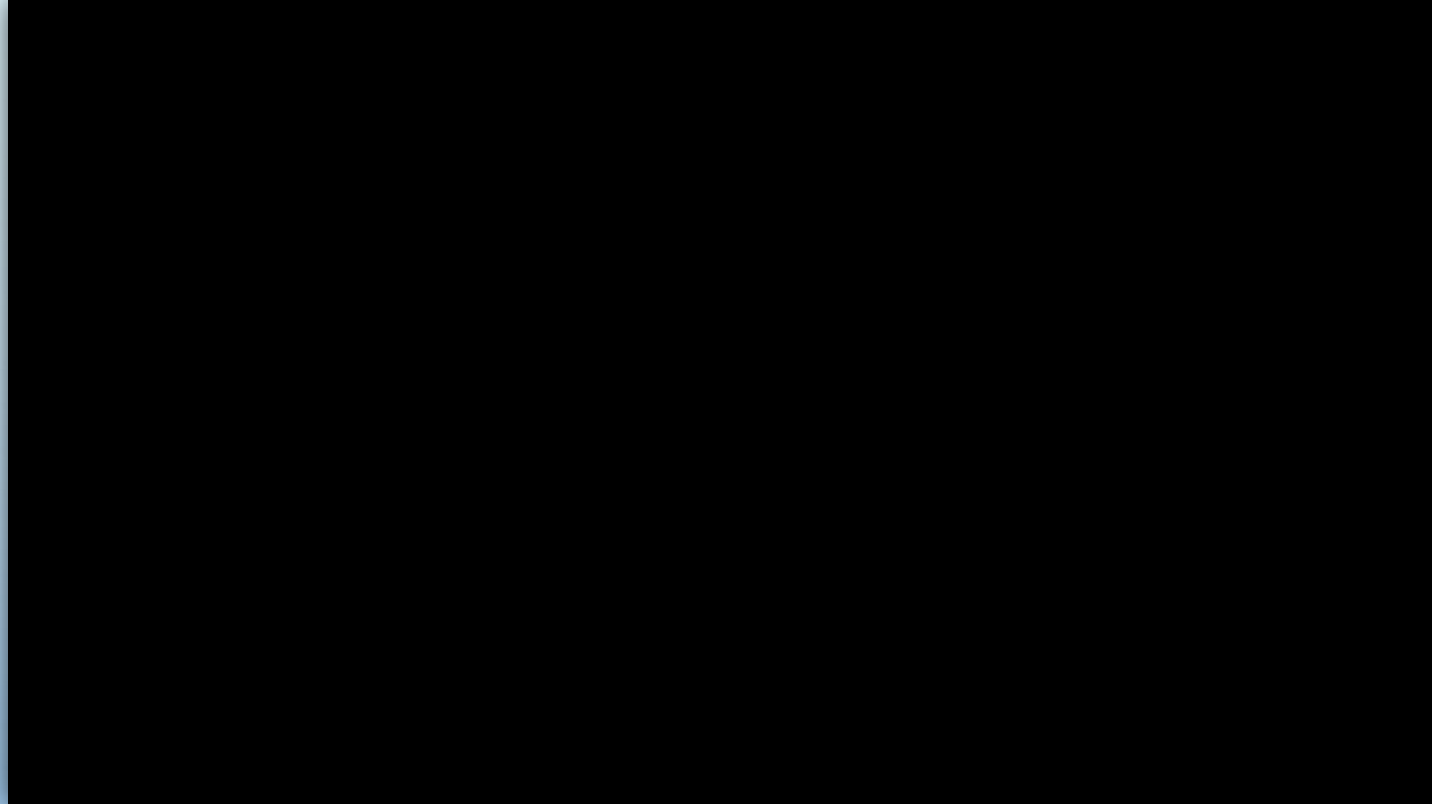
### جسم مورب در مقابل سنسور آلتراسونیک

بعضی از مدل‌های سنسور آلتراسونیک این قابلیت را دارند که باهم سنکرون شوند و واضح است که در این حالت حداقل فاصله مجاز برای نصب سنسورها در مقایسه با اعدادی که در جدول آمده کاهش می‌یابد. برای اطلاعات بیشتر به برگ راهنمای سنسورها مراجعه کنید. گرچه این موضوع در رابطه با همه سنسورهای آلتراسونیک عمومیت ندارد.



### سنسور های سنکرون شده

# اندازه گیری ارتفاع سطح مایعات



اندازه گیری ارتفاع سطح مایعات به وسیله سنسورهای آلتراسونیک





25-35

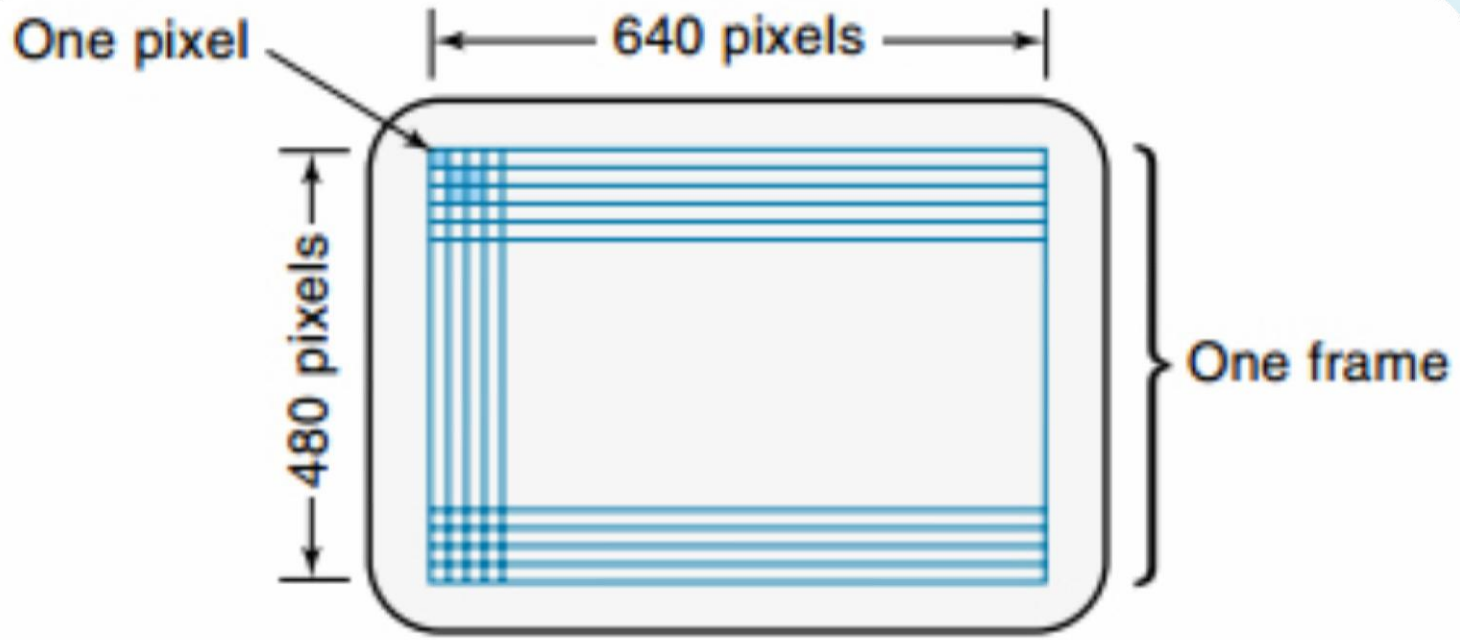
# سنسورهای بینایی

## Vision Sensors

یک سنسور بینایی یک دوربین متصل به کامپیوتر است که جهت ارائه جزئیات و راهنمایی عملکرد ماشینها استفاده میشود. یک سیستم بینایی نیازمند قدرت محاسباتی برای پردازش میلیون ها پیکسل از اطلاعات پیوسته جهت رسیدن به یک تصمیم رفتن یا نرفتن درمورد آنچه دیده است می باشد.

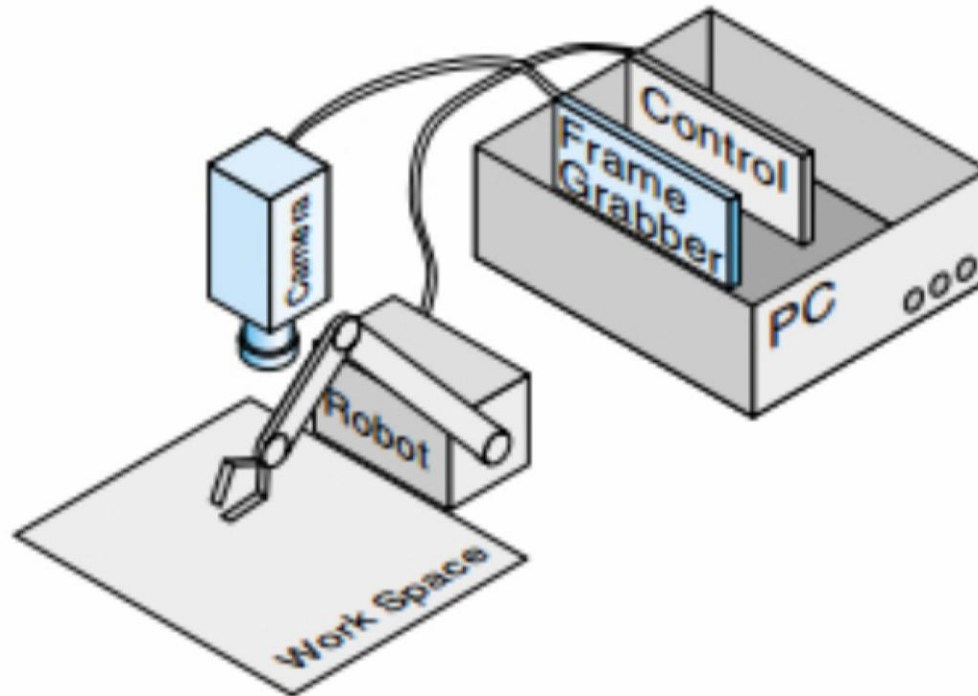
به عنوان مثال ممکن است یک سیستم از بینایی ماشین استفاده کند برای اینکه تشخیص دهد آیا قطعات به طور مناسب ساخته یا اسمبل شده اند یا نه یا ممکن است از یک سیستم بینایی ماشین برای تشخیص پرتغال های معیوب در یک خط بسته بندی میوه استفاده شود یا در یک رباط برای برداشتن جعبه ها از روی پالت یا گذاشتن قطعه ای روی خط تولید استفاده شود.

در گذشته این کار فقط بوسیله سخت افزار گران قیمت جداگانه امکان پذیر بود اما دو ارتقا در تکنولوژی PC این وضعیت را تغییر داد. اولی نسل جدیدی از میکروپروسورهای با سرعت و قدرتی بودند نظیر آنهایی که از پنتیوم با تکنولوژی MMX استفاده می کردند. دومین پیشرفت استفاده از افزایش ظرفیت باس PCI برای کامپیوترهای شخصی است. کارتهای PCI می توانستند در حجم بیشتری از نرخ داده حتی بیشتر از کارتهای ISA قدیمی با میکروپروسورها ارتباط برقرار کنند بنابراین کامپیوترهای شخصی توانستند با هزینه کمتر کار پردازش اطلاعات ویدیویی را به طور موثر انجام دهند. سیستم های راهنمایی بینا اکنون جایگزین کارهای دستی یا سیستم های سنسوری پیچیده غیر انعطاف پذیر می شوند.



(a) A frame is one “still picture” and is typically made up of 640 x 480 pixels

شکل b سخت افزار یک سیستم بینایی را نشان میدهد که شامل یک دوربین الکترونیکی متصل به یک کارت پردازش تصویر PCI می باشد. ( با نام Frame Grabber )

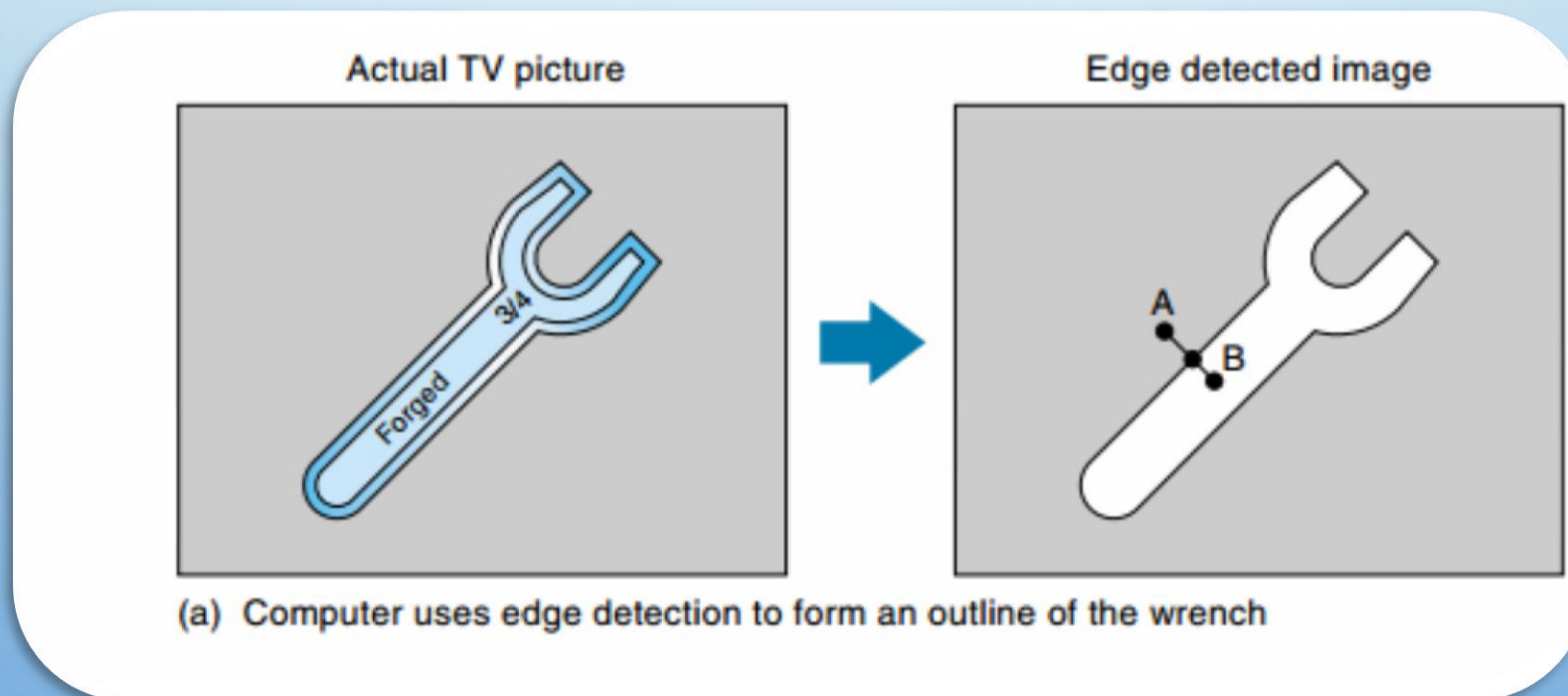


(b) Vision system components

و این کارت به یک پنتیوم دارای نرم افزار پردازش تصویر متصل می شود معمولا دوربین ها طوری کار گذاشته میشوند که از بالا به شیء مورد نظر نگاه کنند. اطلاعات تصویری از دوربین به کارت گرافیکی منتقل میشود. کارت اطلاعات گرافیکی را به فرم رقمی (صفر و یک) در می آورد که معمولا یک قاب دارای  $640 \times 480$  پیکسل است. هرپیکسل نشان دهنده یک عدد هشت بیتی که به آن قدرت رنگ میگویند می باشد. این عدد نشان دهنده میزان سفیدی یا سیاهی بین ۲۵۵ سایه مختلف بین این دو رنگ می باشد. این کار با نرخ تا ۳۰۰ بار در ثانیه انجام میگردد تا کل پیکسل های یک فریم به پایان برسند. سپس کامپیوتر کار پردازش اطلاعات را انجام میدهد یک سیگنال مناسب را به ناحیه کاری پس میفرستد این سیگنال میتواند مثلا فرمان یک ربات برای براشتن یک جعبه باشد.

راه های مختلفی برای پردازش اطلاعات بصری وجود دارد ، که بسته به کاربردی که دارند متفاوت میشوند شاید  
پرکارترین روش تشخیص لبه باشد. در یک روش تشخیص لبه کامپیوتر تلاش میکند لبه های یک شیء را  
تشخیص دهد.

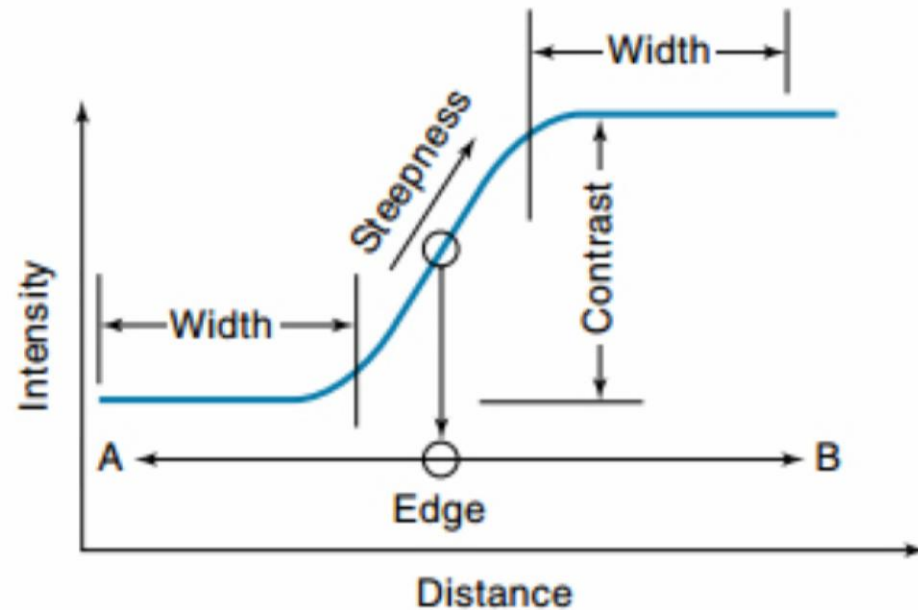
شکل زیر نتیجه یک پردازش تشخیص لبه را نشان میدهد. کامپیوتر کل فریم را برای یافتن لبه ، اسکن میکند.





این سیستم لبه ها را به وسیله مشاهده تغییرات اساسی در قدرت رنگ بین لبه و محیط اطرافش شناسایی میکند.

این تغییرات اساسی به سه چیز بستگی دارد : کُنتراست ، عرض و شیب که در نمودار زیر نشان میدهد.



(b) Computer defines the edge on the basis of contrast, width, and steepness

کُنتراست تفاوت عددی قدرت رنگ بین دو محیط از فریم هست. شیب میزان سرعت تغییر قدرت رنگ بین دو محیط است و عرض نیز حداقل سایز ناحیه تغییر رنگ در هر دو طرف لبه میباشد. ناحیه ای که در نمودار بیشترین شیب را دارد به عنوان لبه واقعی در نظر گرفته میشود. مقادیر آستانه ی کُنتراست شیب و عرض که توسط کامپیوتر استفاده میشود میتواند در هر کاربردی برای بدست آوردن کارایی بالاتر متفاوت باشد.

همچنین از درجه روشنایی و کُنتراست پس زمینه میتوان به عنوان تشخیص لبه به هر میزان که امکان پذیر باشد استفاده کرد.

# با تشکر و سپاس