



نام درس: روش‌های اندازه‌گیری پیشرفته – ابزارهای هوشمند

جلسه سیزدهم

نام استاد: علی چائی بخش لنگرودی





تعریف

ابزارهای هوشمند به صورت گسترده در کاربردهای اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند.



واژه هوشمند برای اشاره به ابزارهایی به کار می‌رود که از توان محاسباتی برای تقویت عملکرد اندازه‌گیری خود بهره می‌برند.



ابزارهایی که توانایی پردازش سیگنال دیجیتال را دارند نام کلی تجهیزات هوشمند داده شده است





اصول محاسبات دیجیتال

← اجزای یک رایانه

← عملیات در یک رایانه

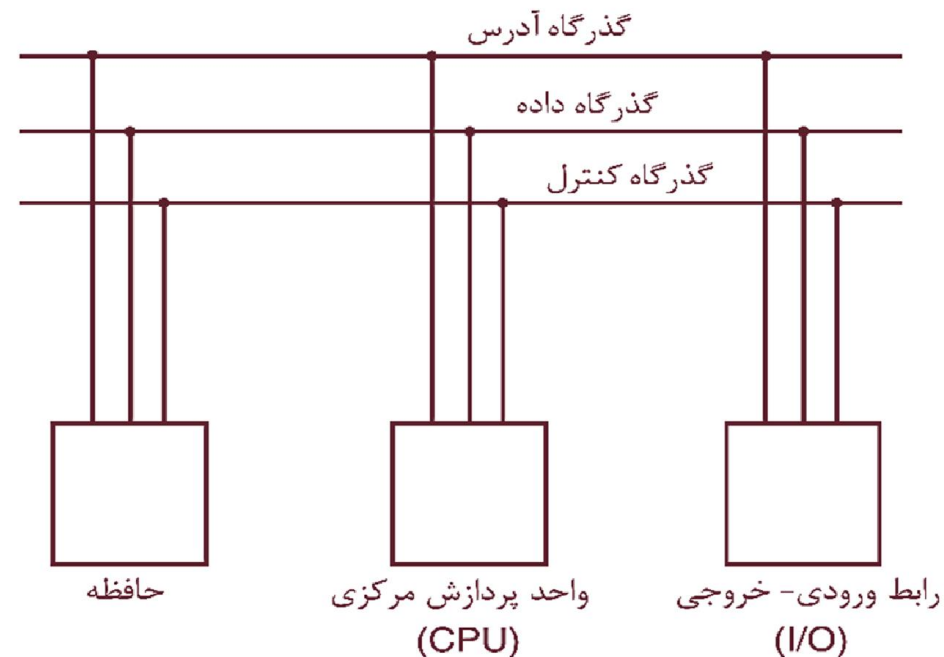
← رابطه ورودی- خروجی

← افزودن رایانه به سیستم‌های اندازه‌گیری

اجزای یک رایانه

اولین وظیفه یک رایانه دیجیتال دستکاری داده‌ها است.

سه المان اساسی در انجام این وظیفه عبارتند از واحد پردازنده مرکزی یا CPU، حافظه و رابط ورودی-خروجی.





عملیات در یک رایانه

برنامه‌نویسی و اجرای برنامه

نقش اساسی یک رایانه سر و کار داشتن با داده‌ها است. 

ورود مقادیر داده‌ها، پردازش و خروج آنها با توجه به توالی تعریف شده عملیات‌ها در یک برنامه رایانه است 

اعداد می‌توانند هم در کمیت‌گذاری داده‌ها بکار گرفته شده، هم به شکل رمزهایی برای تعیین اجرای یک عملیات در رایانه، مورد استفاده قرار گیرند. 

تمامی اعدادی که برای این دو هدف بکار می‌روند، می‌بایست درون حافظه‌ی رایانه ذخیره و در امتداد گذرگاه‌های ارتباطی نیز انتقال یابند. 



رابط ورودی - خروجی

رابط ورودی-خروجی، از بخش‌های ضروری از یک سیستم رایانه بوده، امکان ارتباط آن با جهان بیرون از خود را فراهم می‌کند.

هنگامی که CPU آدرس یک دستگاه جانبی را در گذرگاه آدرس قرار می‌دهد، رابط ورودی-خروجی آدرس را رمزگشایی کرده، تجهیزات جانبی خاصی را که عملیات انتقال داده باید برای آن اجرا شود، شناسایی می‌کند.

رابط همچنین وظیفه تفسیر دستورات در گذرگاه کنترل را برعهده دارد.

نقش مهم دیگری که در رابط ورودی-خروجی وجود دارد، ایجاد یک بزرگراه الکترونیکی-فیزیکی برای جریان داده بین گذرگاه داده در رایانه و یک دستگاه جانبی خارجی است.



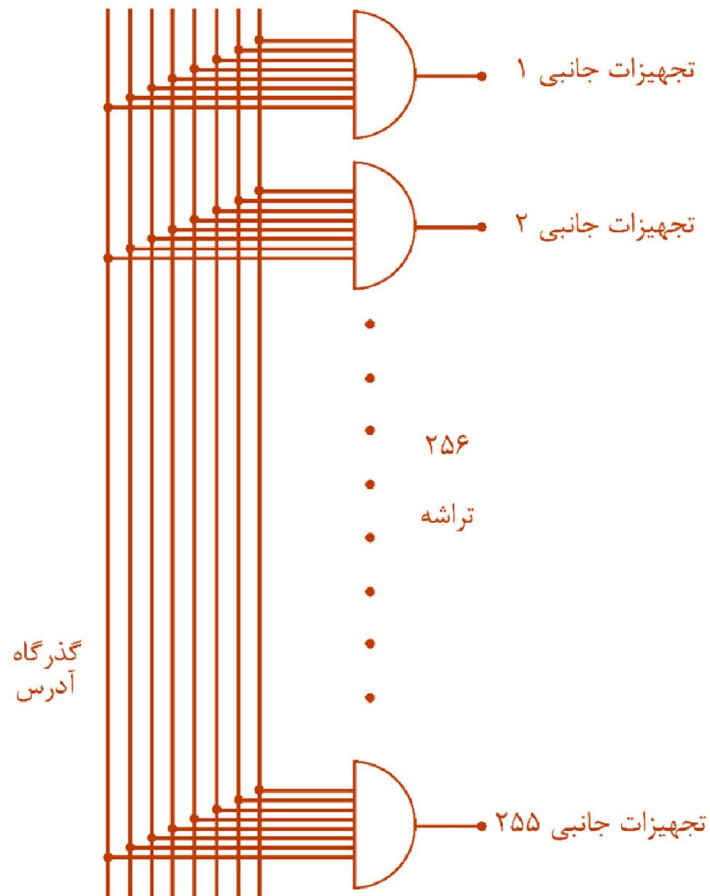
رمزگشایی آدرس



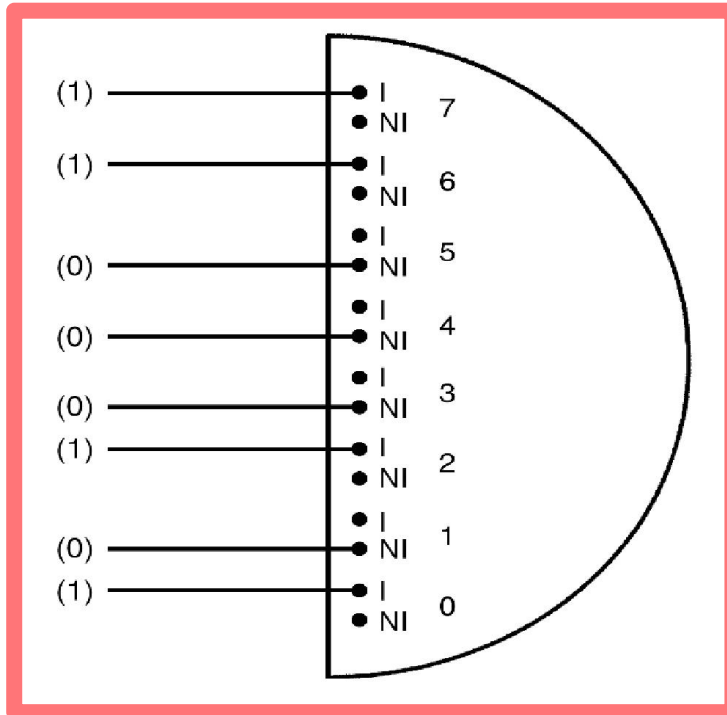
معمولا، یک گذرگاه داده در یک ریزپردازنده پهنایی به اندازه به عنوان مثال ۱۶ بیت داشته، اجازه دسترسی به ۶۵۵۳۶ آدرس مستقل را در محدوده 0000-FFFF (در مبنای ۱۶) را فراهم می‌کند.



امروزه آدرس‌های ۳۲ و ۶۴ بیتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند



DECODED



رمزگشایی آدرس

← رمز گشایی آدرس با ترکیبی مناسب از گیت‌های (دروازه) منطقی اجرا می‌شود.

← شکل زیر نمایش بسیار ساده‌ای از یک سخت افزار برای رمزگشایی ۸ خط آدرس را نشان می‌دهد.

← این سخت افزار شامل ۲۵۶ عدد گیت NAND با ورودی ۸ تایی بوده، هر کدام یکی از ۲۵۶ آدرس را رمزگشایی می‌کنند.

← گیت NAND، یک المان منطقی است که خروجی آن در صورت صفر بودن تمامی ورودی‌های آن، یک و در غیر این صورت با هر ترکیب دیگری از ورودی‌ها، عدد صفر را نمایش می‌دهد



کنترل انتقال داده

- ★ انتقال داده بین رایانه و قطعات جانبی آن، توسط سیگنال‌های وضعیت که تحت فرمان گذرگاه کنترل قرار داشته، مدیریت شده به صورتی که توالی دقیق و تنظیم زمان عملیات رابط ورودی-خروجی تعیین می‌گردد.
- ★ به دلیل تفاوت سرعت عملیات یک رایانه و قطعات جانبی آن و همچنین چند وظیفه‌ای بودن بسیاری از رایانه‌ها، مدیریت انتقال داده ضروری است.



کنترل انتقال داده

خطوط وضعیت و کنترل مرسوم و مفهوم آنها هنگامی که بر روی مقدار منطقی ۱ باشند، در زیر ارائه شده است.

قطعات جانبی در مشغول می باشند.	BUSY	■
قطعات جانبی برای انتقال داده آمده هستند.	READY	■
واحد پردازش مرکزی برای انتقال داده، آماده می‌باشد.	ENABLE	■
عیب و نقصی در قطعه جانبی وجود دارد.	ERROR	■



پردازشگر در یک ابزار هوشمند

پردازشگر درون یک ابزار هوشمند امکان اعمال پردازش سیگنال و الگوریتم‌های تغییر داده‌ها از پیش برنامه نویسی شده در اندازه‌گیری را فراهم می‌کند.



این نرم افزارهای از قبل برنامه نویسی شده به نام نرم افزار نهفته شناخته می‌شوند.

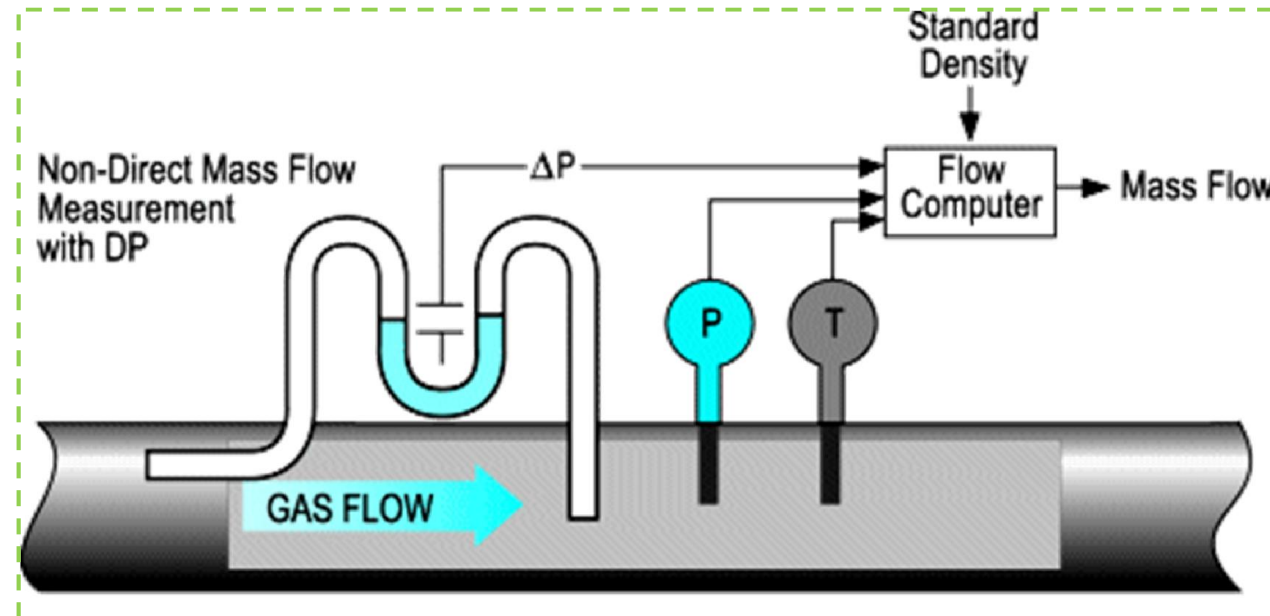


اصلاح اثر اغتشاشات محیطی در اندازه‌گیری‌ها، از عملیات‌های اصلی ابزارهای هوشمند اولیه بوده، که این عمل موجب خطاهای سیستماتیک می‌شود.



پردازشگر در یک ابزار هوشمند

- بنابراین به غیر از سنسور اصلی جهت اندازه‌گیری مقدار متغیر موردنظر، ابزار هوشمند از یک یا چند سنسور ثانویه برای مشاهده میزان اغتشاشات محیطی نیز بهره می‌برند.
- این اندازه‌گیری‌های اضافی، امکان اصلاح خروجی در برابر خطاهای ناشی از عوامل محیطی را فراهم می‌کند.





پردازشگر در یک ابزار هوشمند

پیش شرط‌های لازم برای اصلاح خروجی در برابر اغتشاش محیطی: 

۱- فهم مکانیزم فیزیکی که توسط آن سنسور اندازه‌گیری تحت تاثیر تغییرات شرایط محیطی قرار می‌گیرد و شناسایی تمام کمیت‌های فیزیکی موثر بر خروجی.

۲- تعیین اثر هر کدام از متغیرهای محیطی روی مشخصات خروجی سنسور اولیه

۳- در نظر گرفتن سنسورهای ثانویه به منظور کنترل مقدار همه متغیرهای محیطی مربوطه که به خوبی در شرایط عمومی محیطی عمل کنند.



کاربرد

مثال: جریان سنج اوریفیس

- ↗ اصلاح اثر بارگیری بر سیستم اندازه‌گیری
- ↗ میراسازی سیگنال با ثابت‌های زمانی قابل انتخاب
- ↗ اصلاح اثر تغییر بازه‌های اندازه‌گیری
- ↗ اصلاح اثر واحدهای خروجی (SI یا Imperial)
- ↗ خطی‌سازی خروجی
- ↗ تشخیص خطای خودکار
- ↗ تنظیم از راه دور و کنترل پارامترهای ابزار از فاصله‌ی ۱۵۰۰ متری، بواسطه خطوط سیگنال ۴~۲۰ mA



سنسورهای هوشمند

لغت سنسور هوشمند عموماً در تعریف سنسوری بکار می‌رود که قدرت پردازش محلی داشته، قادر باشد تا بدون نیاز به بازگشت به یک کنترلر مرکزی، به شرایط محیطی واکنش نشان دهد.

سنسورهای هوشمند عموماً حداقل دو برابر نسبت به نوع غیر هوشمند خود دقیقتر هستند.

سنسورهای هوشمند هزینه نگهداری کمتری داشته، سیم‌کشی کمتری در محل بکارگیری آن نیاز می‌باشد.

همچنین پایداری بلند مدت سنسورهای هوشمند بهبود یافته به صورتی که تعداد دوره‌های مورد نیاز برای کالیبراسیون آنها کاهش یافته است.



سنسورهای هوشمند

قابلیت‌های سنسورهای هوشمند



- ۱- قابلیت کالیبراسیون از راه دور
- ۲- تشخیص خطای خودکار
- ۳- محاسبه خودکار دقت اندازه‌گیری و جبران خطاهای تصادفی
- ۴- تنظیم برای اندازه‌گیری غیرخطی و تولید یک خروجی خطی
- ۵- اصلاح اثر بارگیری بر سیستم اندازه‌گیری

ترانسمیترهای هوشمند

- شامل ریز پردازنده بوده و توانایی ارتباط دوطرفه دارند.
- دارای سنسورهای ثانویه بوده که می‌توانند اغتشاشات محیطی را اندازه‌گیری و آنها را جبران کنند.
- معمولا از شایسته‌سازی سیگنال و تبدیل آنالوگ به دیجیتال استفاده می‌کنند.
- اغلب از سنسورهای چندگانه‌ای برای پوشش بازه‌های متفاوت اندازه‌گیری بهره برده و امکان گزینش خودکار از بازه مورد نیاز را می‌دهند.



ترانس‌میت‌های هوشمند

دارای توانایی خود کالیبره شدن بوده و امکان حذف خطای انحراف صفر و انحراف حساسیت را دارند.

دارای توانایی تشخیص خطای خودکار بوده و بر این اساس می‌توانند مشکلات یا نیازهای خود برای

تعمیرات و نگهداری را گزارش کنند.

توانایی تنظیم برای رفتار غیرخطی و تولید خروجی خطی را دارند.



معایب ترانس‌میت‌های هوشمند

ابعاد بزرگتر



وزن بیشتر آنها در مقابل معادل غیرهوشمند آن



قیمت بالا





مزایای ترانس‌میت‌های هوشمند

- ↑ دقت و تکرارپذیری بهبود یافته
- ↑ محاسبه خودکار دقت اندازه‌گیری و جبران خطاهای تصادفی
- ↑ جبران‌سازی اثر بارگیری بر ابزار در طی فرآیند اندازه‌گیری
- ↑ بهبود پایداری طولانی مدت و کاهش دوره‌های کالیبراسیون
- ↑ توانایی تنظیم برای موارد غیر خطی به منظور تولید خروجی خطی
- ↑ کاهش هزینه‌های نگهداری
- ↑ تشخیص خطای خودکار



مزایای ترانس‌میتورهای هوشمند

↑ محدوده عملکرد بزرگ، که قابلیت همکاری و انعطاف‌پذیری آن را افزایش می‌دهد.

↑ قابلیت تنظیم از راه دور بازه خروجی، به وسیله فرمان‌های ارسال شده توسط صفحه کلید یا رایانه شخصی قابل حمل. این قابلیت، زمان مورد نیاز برای تنظیم دستی توسط کاربر کاهش می‌دهد.

↑ کاهش تعداد ابزارهای یدکی مورد نیاز، به صورتی که یک ترانس‌میتور یدکی با توانایی پوشش تمامی بازه‌ها می‌توان جایگزین هر ترانس‌میتور خرابی شود.

↑ امکان بکارگیری سنسورهای افزوده، که در مواقع لازم می‌توانند جایگزین سنسورهای معیوب شده، در نتیجه قابلیت اطمینان ابزار را افزایش دهند.



مزایای ترانس‌میت‌های هوشمند

↑ امکان باز کالیبره شدن از راه دور یا تغییر بازده با ارسال یک سیگنال دیجیتال به آنها.

↑ توانایی ذخیره اطلاعات آخرین کالیبراسیون و نمایش آن در دوره بعدی کالیبراسیون.

↑ نفوذ منفرد به فرآیند اندازه‌گیری شده بجای نفوذهای متعدد مورد نیاز دستگاه‌های گسسته، که نصب را راحت‌تر و هزینه آن را کمتر می‌کند.

↑ توانایی ذخیره‌سازی داده‌ها، تا بتوان عملکرد واحد و ابزارها را تحلیل کرد. برای مثال داده‌های مربوط به اثرات تغییرات محیطی را می‌توان ذخیره و جهت اصلاح اندازه‌گیری‌های خروجی در یک بازه بزرگ از آنها استفاده نمود.



ارتباط با تجهیزات هوشمند

- استفاده از قدرت پردازش رایانه در ابزارها و عملگرهای هوشمند امکان ایجاد یک سیستم ابزار دقیق متشکل از مجموعه‌ای از تجهیزات هوشمند، را فراهم آورده است.
- اجزای این مجموعه می‌توانند با یکدیگر همکاری کرده، اطلاعات را به یکدیگر ارسال و عملیات کنترل فرایند را اجرا کنند.
- چنین چیدمانی، اغلب به عنوان سیستم کنترل توزیع شده یا DCS نامیده می‌شود.
- این نوع سیستم ابزار دقیق، نسبت به ساختارهای کنترلی قدیمی دارای قابلیت اطمینان و همچنین تحمل‌پذیری خطای بالاتری هستند.
- به دلیل وجود پردازشگر رایانه‌ای در هر واحد، درجه افزودگی سیستم افزایش یافته، که این واقعیت سبب ارتقای قابلیت اطمینان آن شده است.



رابط ورودی- خروجی

به منظور اتصال هر دستگاه هوشمند به بزرگراه الکترونیکی، یک رابط ورودی/ خروجی مورد نیاز می‌باشد.

سنسورهای دارای خروجی دیجیتال، مشکلات کمی در رابط خود دارند.

هنوز بسیاری از دستگاه‌های هوشمند دارای خروجی آنالوگ که از پروتکل $4 \sim 20$ mA بوده و نیازمند

استفاد از مبدل آنالوگ به دیجیتال در رابط ورودی- خروجی هستند.

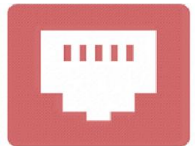
برای این دسته از تجهیزات، استفاده از پروتکل HART به منظور برقراری ارتباط لازم به یک شبکه

دیجیتال، بسیار مرسوم می‌باشد.



گذرگاه موازی داده

- * انواع مختلفی از گذرگاه موازی داده وجود دارد که همگی آنها دارای خصیصه عمومی انتقال داده به صورت موازی یعنی انتقال چند بیت به صورت همزمان می‌باشند.
- * همچنین، آنها دارای مسیرهای داده و کنترل جداگانه بوده به این معنی که مسیرهای داده تنها به منظور انتقال داده و تمامی سیگنال‌های کنترلی در مسیر اختصاصی کنترل هدایت می‌شوند.
- * این عمل موجب بهینه شدن سرعت انتقال داده می‌شود.



LAN

شبکه‌های محلی

شبکه‌های محلی (LAN)، اطلاعات را به صورت دیجیتال در خطوط انتقال سریال ارسال می‌کنند.

به منظور افزایش سرعت انتقال، معمولاً از مخابره همزمان استفاده می‌شود زیرا این روش اجازه انتقال همزمان بلوک‌های کاراکتر را می‌دهد.

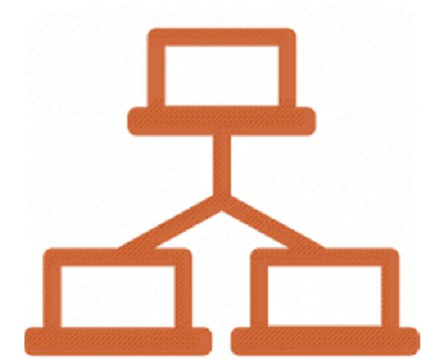
یک بلوک داده معمولاً از ۸۰ کاراکتر تشکیل شده که یک مرحله همگام‌سازی پیش از آن و مرحله توقف به دنبال آن صورت می‌گیرد.

شبکه‌های محلی از اهمیت ویژه‌ای در مانیتورینگ و کنترل سیستم‌هایی که متشکل از تعدادی زیادی از سنسورها، عملگرها، واحدهای کنترل به صورت جدا از هم در محدوده وسیعی پراکنده شده‌اند، برخوردار هستند.

شبکه‌های محلی

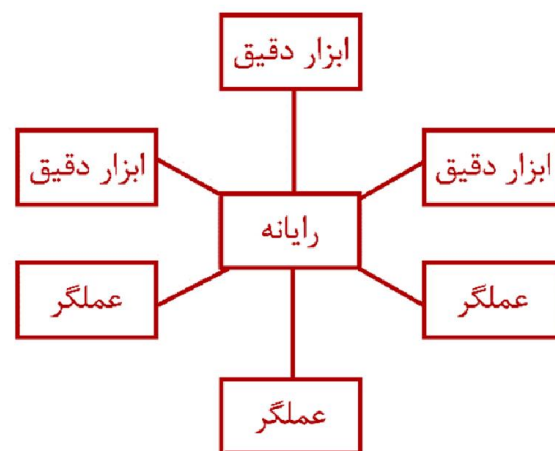
■ در یک شبکه محلی، بزرگراه الکترونیکی می‌تواند به صورت رسانای مسی یا کابل فیبر نوری باشد.

■ پروتکل‌های بسیار متفاوتی برای شبکه‌های محلی وجود دارد که همگی بر اساس یکی از ساختارهای شبکه‌های ستاره‌ای، گذرگاهی و حلقه‌ای نشان داده شده در شکل می‌باشند.

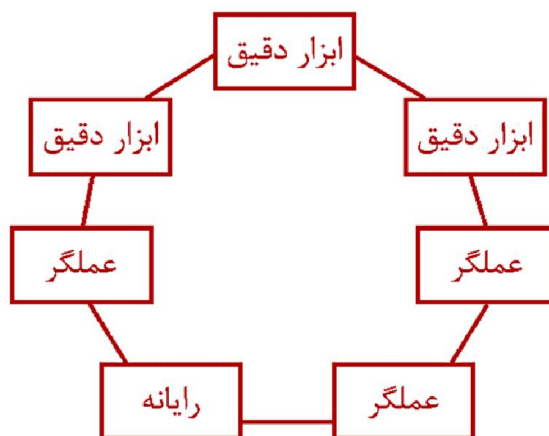




شبکه‌های محلی



(الف)



(ج)



(ب)

فیلدباس‌های دیجیتال

🔥 فیلدباس کلمه‌ای جامع برای تعریف پروتکل‌های شبکه با سرعت بالا و به شکل گذرگاهی است که از ارتباط دو طرفه بین تعدادی از دستگاه‌های هوشمند در یک شبکه محلی به فرمت دیجیتال، پشتیبانی می‌کند.

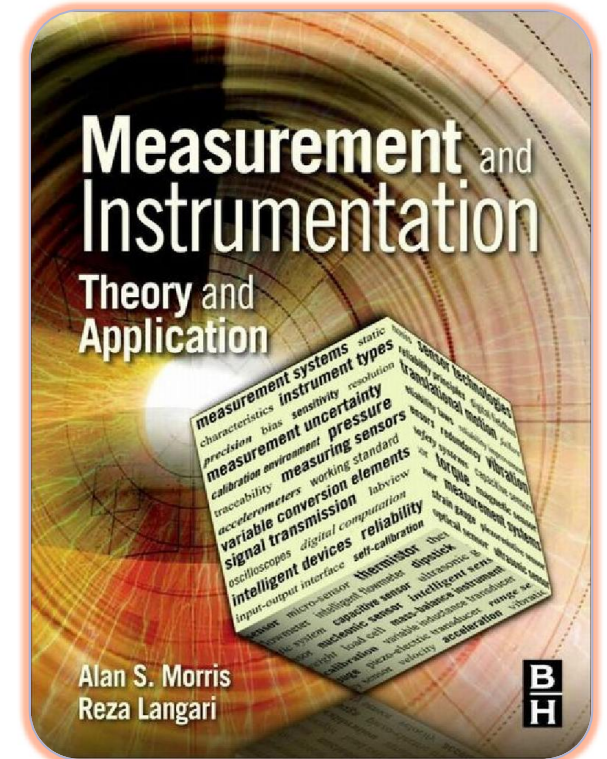
🔥 این پروتکل، تمامی فرم‌های انتقال شامل استفاده از کابل جفت بهم تابیده، کابل هم‌محور، فیبرنوری و ارتباطات رادیویی را پشتیبانی می‌کند.

🔥 دستگاه‌های هوشمند در یک سیستم خودکار شامل مجموعه‌ای از اجزای کنترلی، عملگرها، تجهیزات پردازش اطلاعات، سیستم‌های ذخیره‌سازی، نمایشگرها و ابزارهای اندازه‌گیری می‌باشند. بنابراین، یک پروتکل فیلدباس می‌بایست نیاز تمام اجزای سیستم را تامین کند.

🔥 بیش از ۵۰ پروتکل فیلدباس وجود دارد که معروفترین آنها شامل Profibus، Foundation Fieldbus، ControlNet، WorldFIP، P-net و Interbus و غیره می‌توان اشاره نمود.

منابع

- Measurement and Instrumentation: Theory and Application, A. S. Morris, R. Langari, 2013
- Measurement and Instrumentation Principles,
3rd Edition, Butterworth-Heinemann, (Alan S. Morris),
- Condensed Handbook of Measurement and Control
(3rd Edition), ISA publication, (N. E. Battikha)
- Measurement Systems : Application and Design,
McGraw-Hill, (E. Doebelin)





پایان جلسه سیزدهم