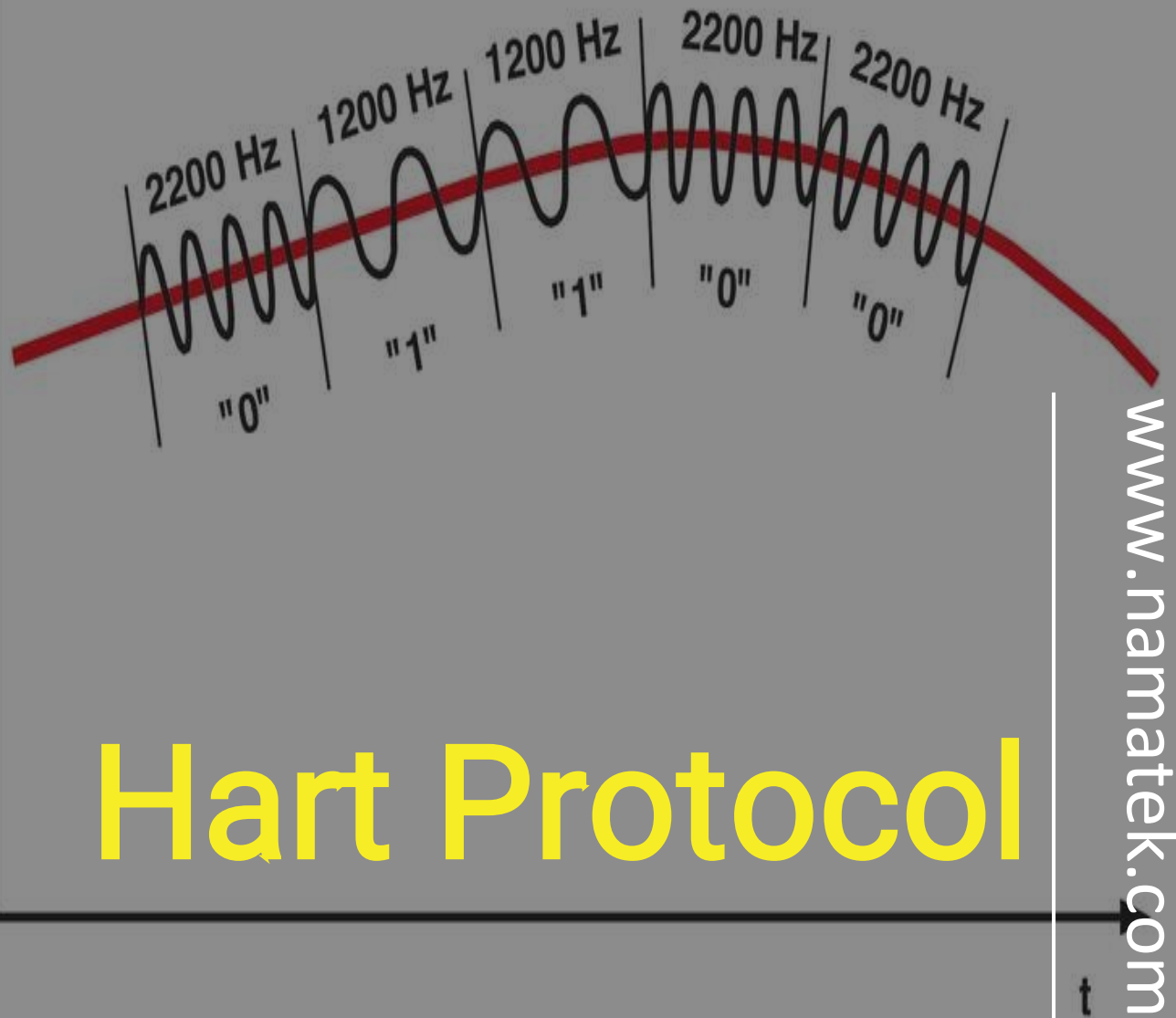




Namatek
True Education



www.namatek.com

پروتکل هارت

فهرست مطالب

۱. حلقه جریان (Current loop)
۲. پروتکل هارت چه کاربردی دارد؟
۳. پروتکل هارت چگونه کار می کند؟
۴. جمع بندی مطالب

پروتکل هارت یک پروتکل ارتباط صنعتی است.

در این مقاله یاد می گیریم که:

- پروتکل هارت چیست؟
- پروتکل هارت چگونه برای سیستم های آنالوگ استفاده می شود؟
- سنسور آنالوگ هارت چگونه کار می کند؟
- سنسور آنالوگ هارت چه مزیت هایی برای عملکرد مد نظر ما دارد؟

حلقه جریان (Current loop)

تکنولوژی حلقه جریان (Current-loop technology) در ۴۰ سال گذشته

برای انتقال داده های مهم فرآیند به سیستم های کنترلی مثل

• سیستم DCS یا (Distributed Control System)

• PLC یا (Programmable Logic Controller)

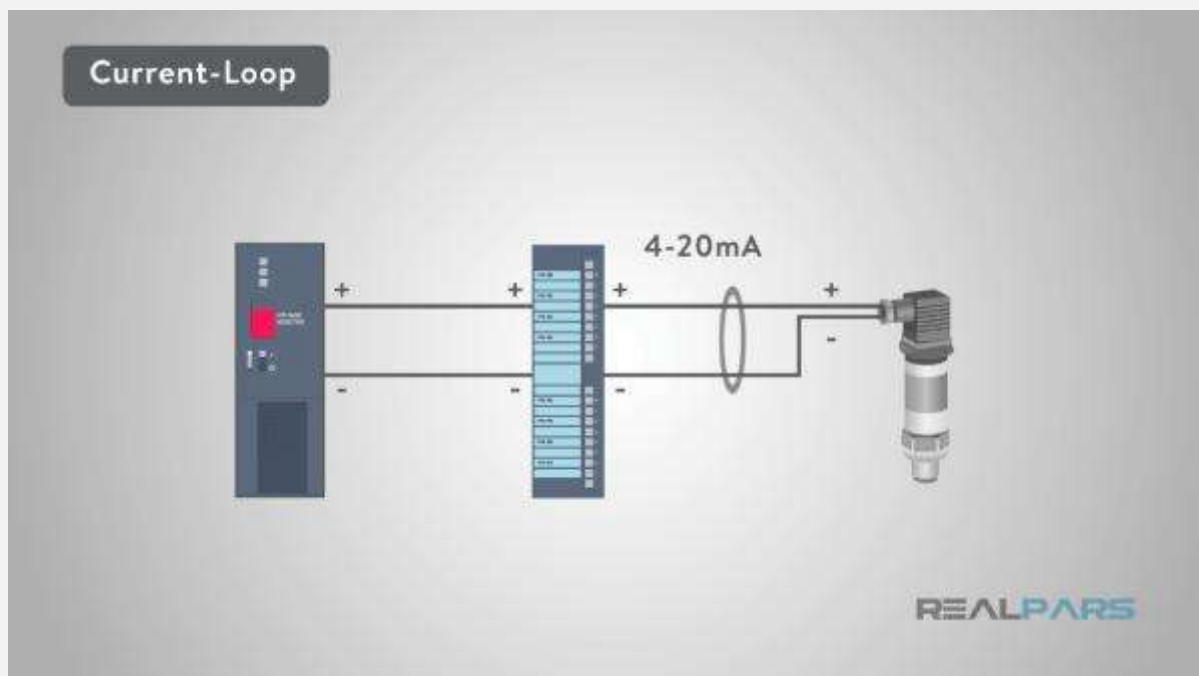
• یک کنترلر تک حلقه

استفاده شده است.

انتقال داده حلقه جریان، ساده و مقرون به صرفه است. تنها مقدار کمی

جریان (۴ تا ۲۰ میلی آمپر) برای یک جفت سیم در سنسور حلقه جریان

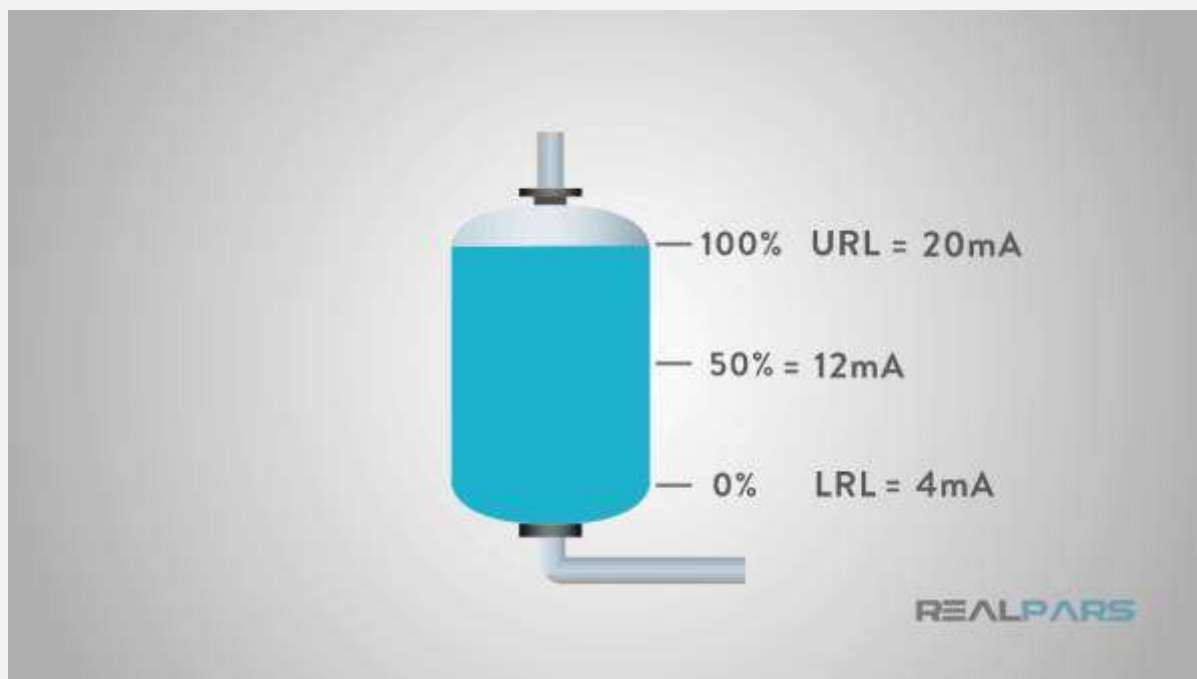
لازم است. جریان ۲ آمپر و ولتاژ ۲۴ ولت DC ورودی می تواند برای راه اندازی ده ها سنسور استفاده شود.



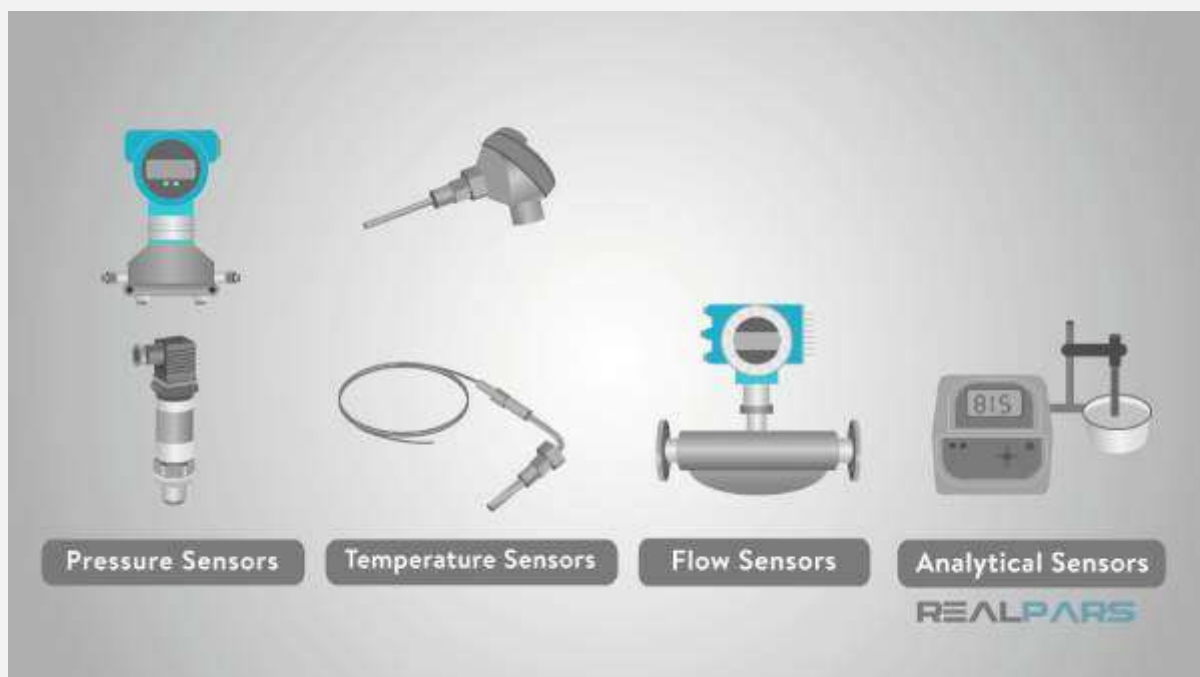
ویژگی های سنسور آنالوگ هارت

برای سنسور های آنالوگ حلقه جریان، کمترین مقدار قابل اندازه گیری فرآیند (Lowest Measurable Process Value) همان حد پایین (Lower Range Limit) یا LRL است. در این حد پایین خروجی سنسور آنالوگ ۴ میلی آمپر خواهد بود.

بیشترین مقدار قابل اندازه گیری فرآیند (Highest Measurable) (Process Value) همان حد بالا (Upper Range Limit) یا URL است. در این حد بالا مقدار خروجی سنسور آنالوگ ۲۰ میلی آمپر خواهد بود.

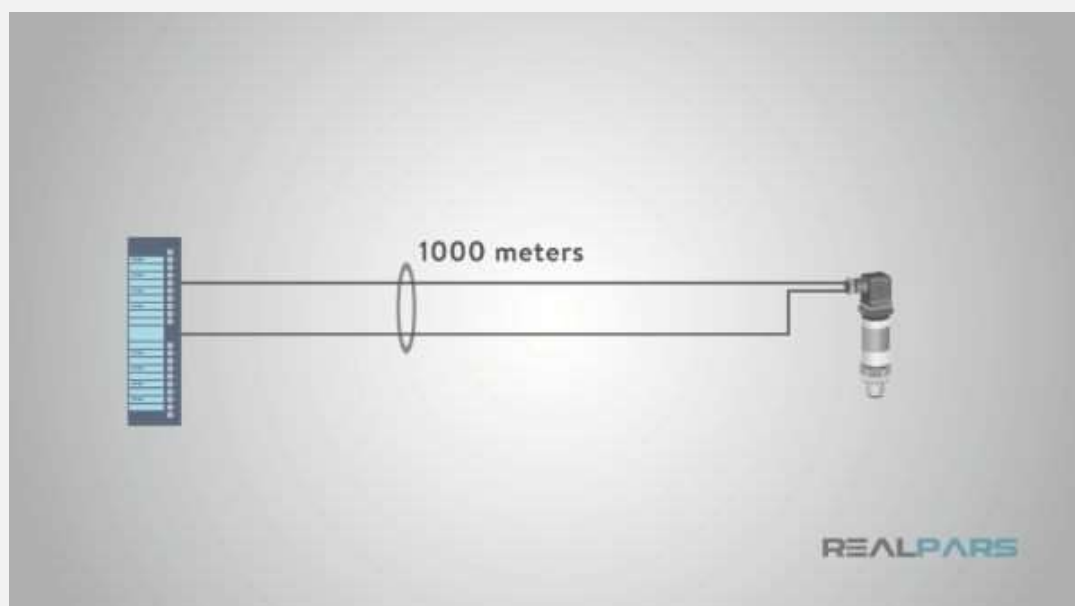


بسیاری از سنسور های آنالوگ مانند سنسور های دما و فشار ارزان قیمت هستند و سنسور های با کیفیت، قیمتی بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ دلار دارند. سنسور سطح (level) و سنسور های تحلیلی (analytic) هزینه بیشتری دارند اما این ها همچنان به یک جفت سیم برای انتقال متغیر فرآیند (process variable) یا متغیر اندازه گیری شده (measured variable) نیاز دارند.

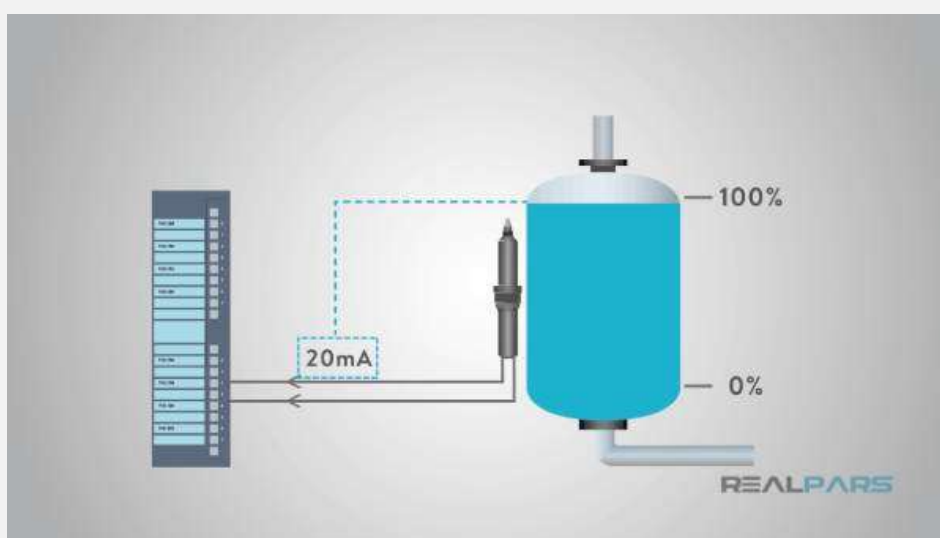


مزیت سنسور آنالوگ

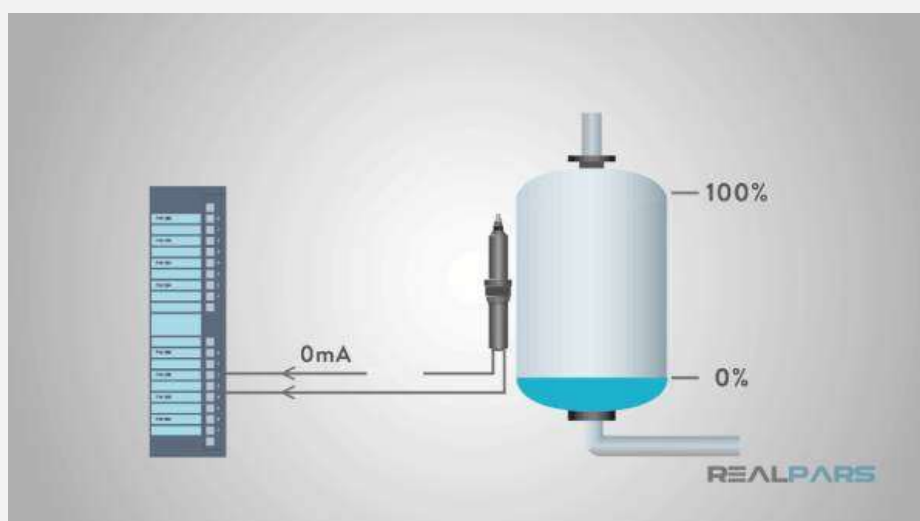
یکی دیگر از ویژگی های مثبت سنسورهای آنالوگ و ترنسمیترها (transmitter) این است که سیگنال می تواند مسیر طولانی را در یک جفت سیم بدون افت سیگنال یا با مقدار جزئی افت سیگنال طی کند.



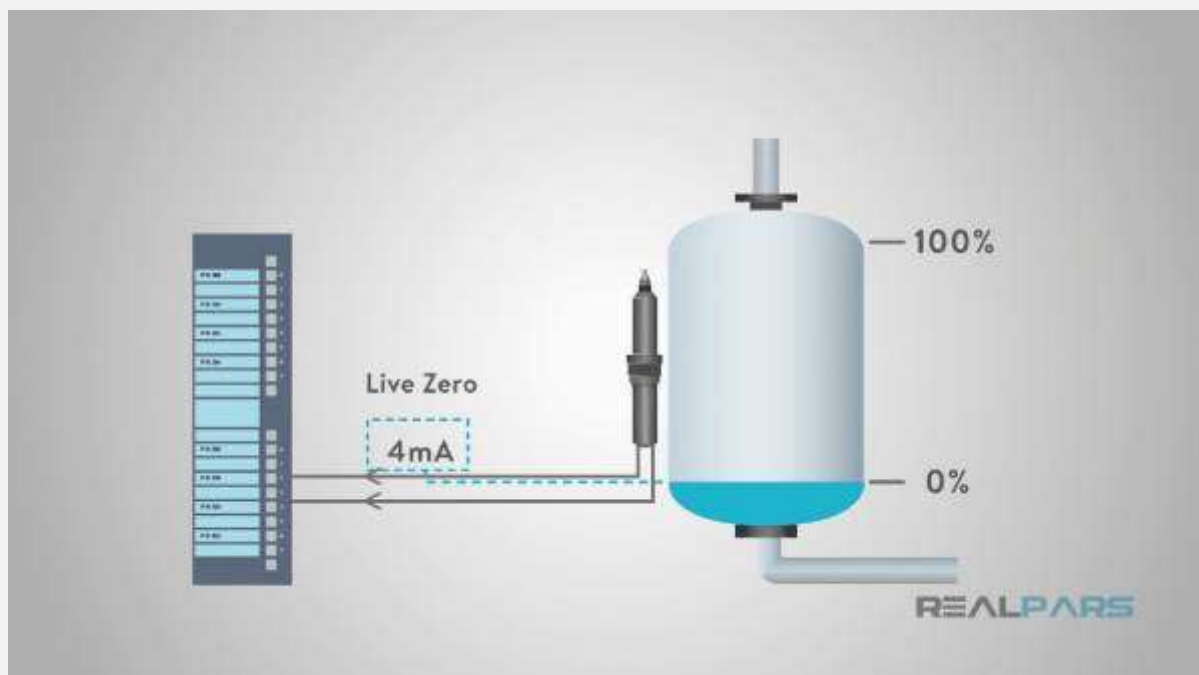
یک سیگنال جریان می تواند در فاصله ای بیش از ۱۰۰۰ متر از طریق سیم های ۱۸-gauge بدون افت سیگنال قابل توجه، منتقل شود. در نهایت سیگنال های ۴-۲۰ میلی آمپر حلقه جریان، سطح ابتدایی تشخیص را فراهم می کنند.



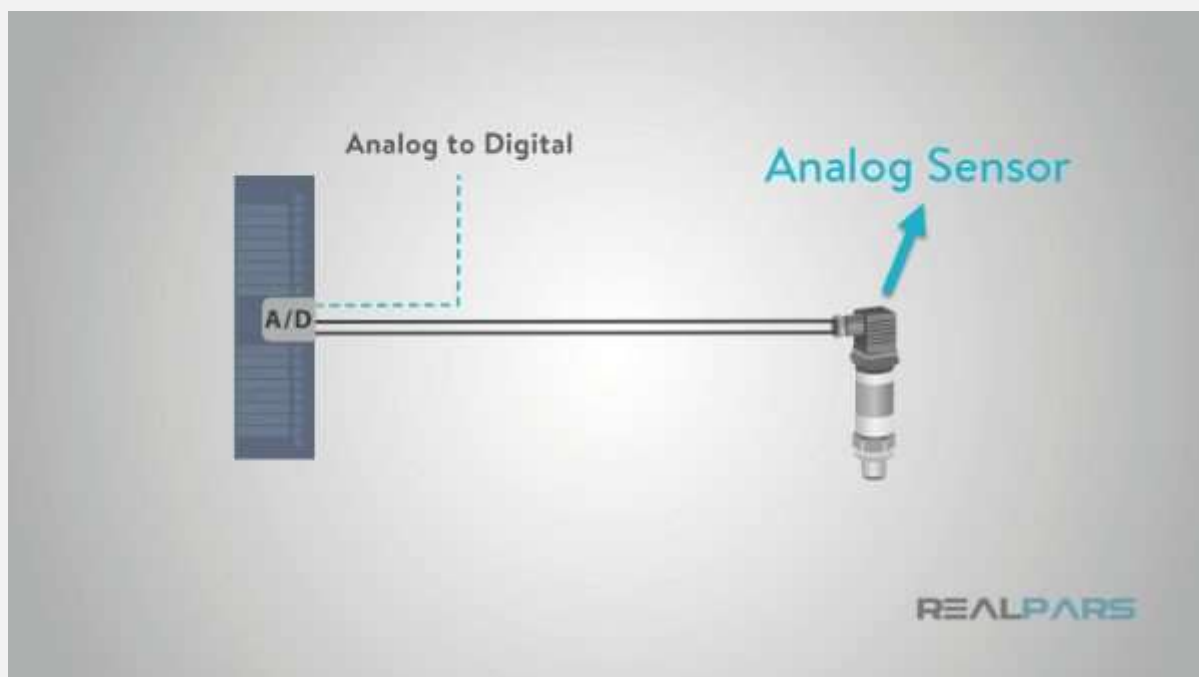
زمانی که (%۰) که معادل سیگنال ۴ میلی آمپر نشان داده می شود، یک سیم قطع شده می تواند باعث قطع جریان شود بنابراین جریان ۰ میلی آمپر اندازه گیری می شود.



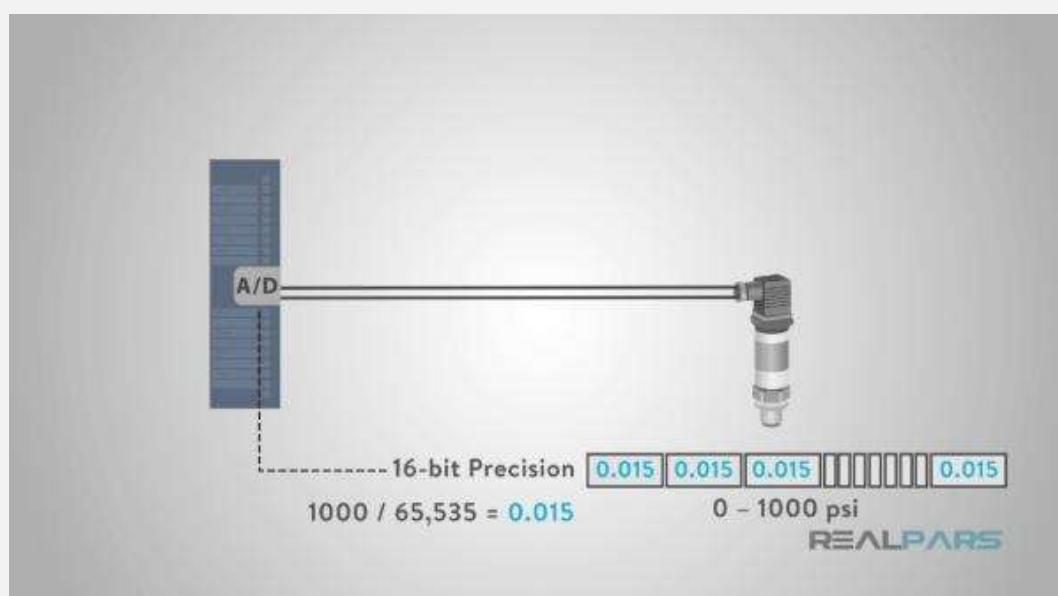
ویژگی «live zero» که ۰٪ را برای مقداری بیش از صفر میلی آمپر نشان می دهد به سیستم کنترل اجازه می دهد که سیم قطع شده در صفر میلی آمپر را تشخیص دهد.



اما سنسورهای آنالوگ تنها می توانند یک مقدار (value) را با استفاده از یک جفت سیم به سیستم کنترل ارسال کنند. دقت داده ها محدود به نوع مبدل آنالوگ به دیجیتال (مبدل A به D) استفاده شده در سیستم کنترل است. به هر حال در الکترونیک مدرن، این موضوع چندان مهمی نیست.



مبدل A به D می تواند با دقت ۱۶ بیت، طیفی از مقادیر را برای سنسور آنالوگ در ۶۵۵۳۵ بازه گزارش دهد. این بدین معناست که برای سنسور ۱۰۰۰ psi ، ناپیوسته بودن مقادیر سیگنال حاصل تقسیم ۱۰۰۰ بر ۶۵۵۳۵ یا 0.015 psi است.



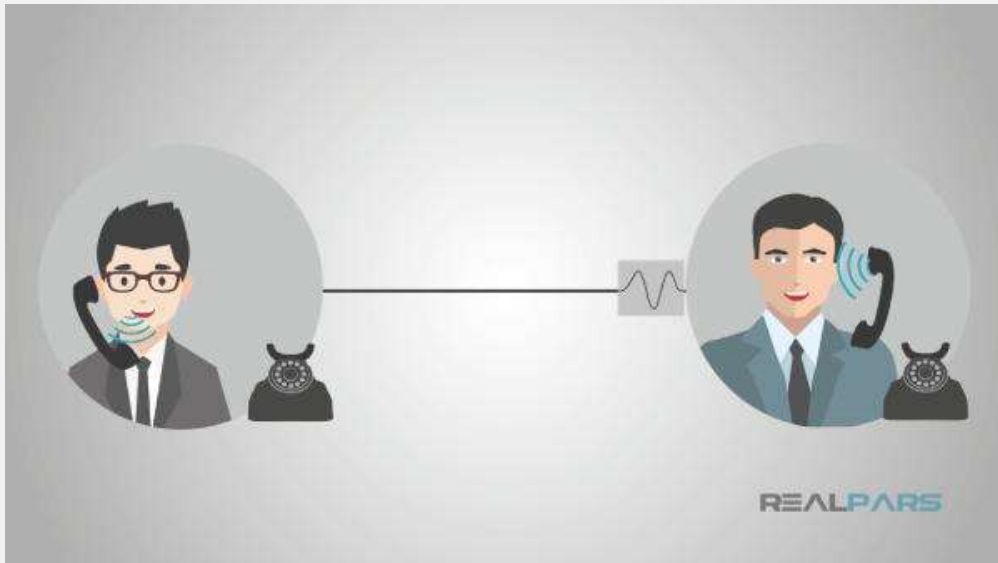
این سطح از دقت برای بسیاری از کاربردها کافی است.

بررسی عملکرد سنسور آنالوگ هارت

قبل از اینکه به این سوال پاسخ دهیم که پروتکل هارت چیست، بیایید نگاهی به تلفن آنالوگ بیاندازیم.

عملکرد تلفن آنالوگ

ارتباطات تلفن آنالوگ شبیه سیگنال های سنسور آنالوگ است که در واحدهای صنعتی استفاده می شوند. خطوط تلفن آنالوگ صدا را به صورت سیگنال های الکتریکی ۴۸ ولت DC منتقل می کند. وقتی با گوشی تلفنتان صحبت می کنید میکروفون امواج صوتی را به امواج آنالوگ الکتریکی تبدیل می کند. این امواج روی خط تلفن پخش می شوند تا به مقصد برسند. سپس تلفن گیرنده، با استفاده از اسپیکر گوشی تلفن، سیگنال های الکتریکی را به امواج صوتی تبدیل می کند. یک جفت سیم مسی برای انتقال صدا و مکالمه (مقدار منتقل شده) در یک زمان، دقیقاً مانند سنسور آنالوگ صنعتی هستند.

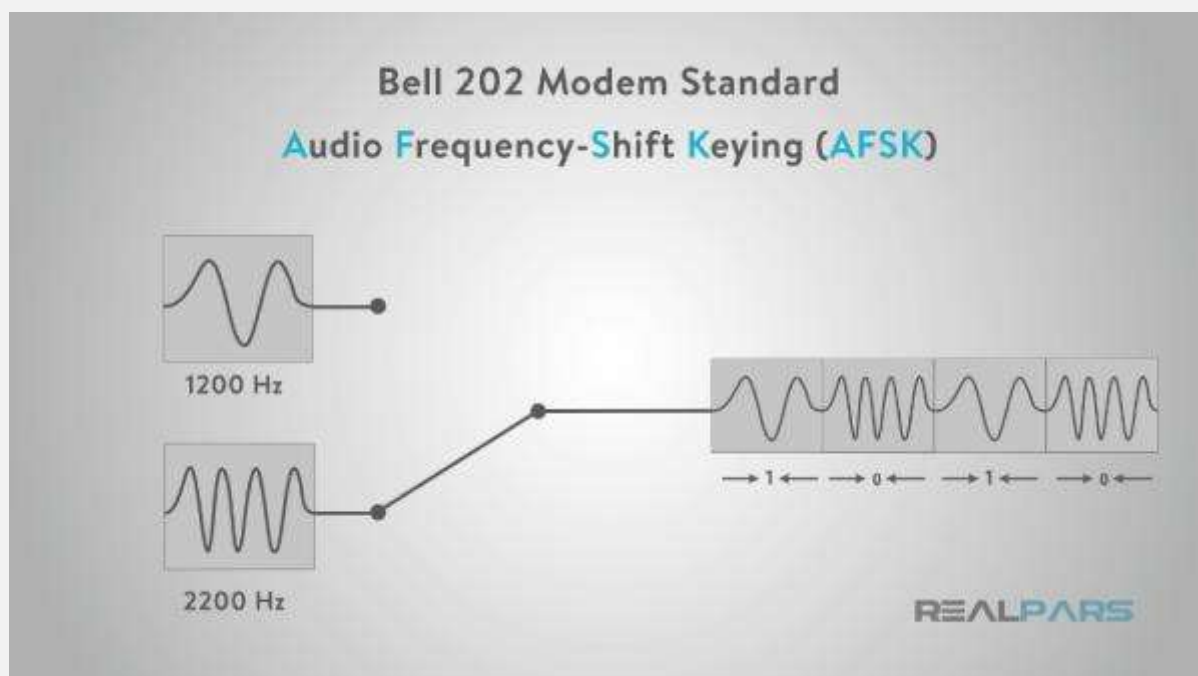


استاندارد بل ۲۰۲ (Bell 202)

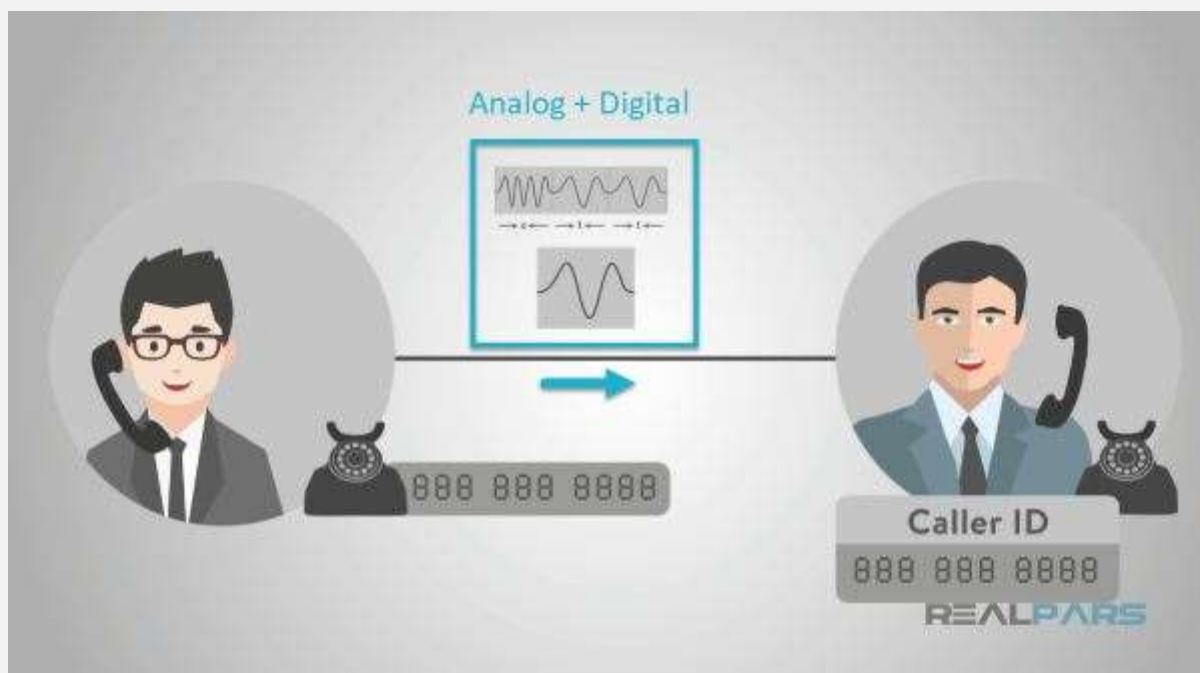
در اواخر سال ۱۹۷۰، بل لبز (Bell Labs) مودم استاندارد بل ۲۰۲ را اختراع کرد. در سال ۱۹۸۰، استاندارد بل ۲۰۲ به عنوان استاندارد ارتباطی برای سیستم های کنترل تولید نفت و گاز زیرزمینی مطرح شد.

بل ۲۰۲ یک روش تلفیقی با عنوان Audio Frequency-Shift Keying یا AFSK مشخص کرد تا داده های دیجیتال را با سرعت ۱۲۰۰ بیت بر ثانیه و به صورت انتقال یک طرفه (half-duplex) کدگذاری کرده و انتقال دهد. بل ۲۰۲ سیگنال پیوسته ای را به صورت یک موج سینوسی AC تولید می کند که فرکانس آن را از ۱۲۰۰ هرتز، که نشان دهنده مقدار باینری (دوتایی)

از ۱ است، به ۲۲۰۰ هرتز که نشان دهنده مقدار باینری (دوتایی) از ۰ (صفر) است، تبدیل می کند.



اگر یک سیگنال بل ۲۰۲ را بالای سیگنال خط تلفن آنالوگ قرار دهیم، می توانیم داده های دیجیتال و داده های آنالوگ را هم زمان با استفاده از یک جفت سیم ارسال کنیم. این موضوع برای انتقال شماره تلفن همراه با زنگ تلفن انجام می شود. این ویژگی به Caller-ID معروف است.



پس چه اتفاقی می افتد اگر یک سیگنال بل ۲۰۲ بالای خط سیگنالِ سنسورِ آنالوگِ استاندارد قرار بگیرد؟ در این صورت ما می توانیم داده های دیجیتال و داده های آنالوگ را با استفاده از یک سیم در یک زمان ارسال کنیم. این پروتکل هارت است!

پروتکل هارت چه کاربردی دارد؟

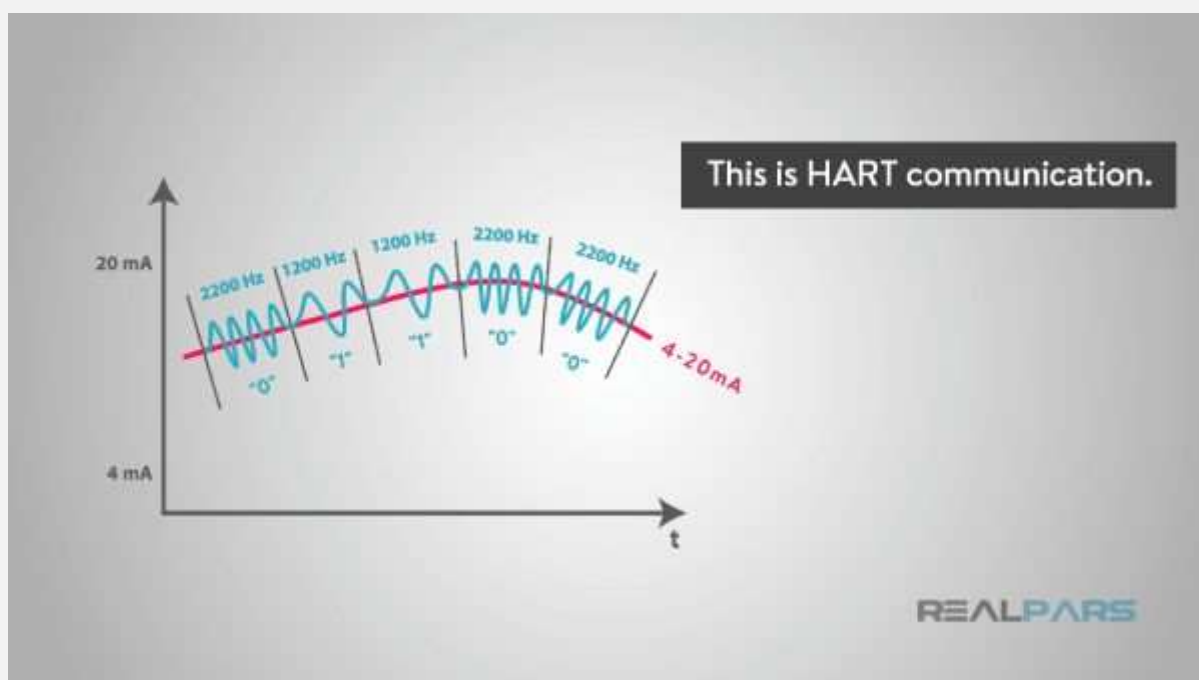
با استفاده از پروتکل هارت می توانیم

- داده آنالوگ
- مقادیر اندازه گیری شده از متغیر فرآیند (process variable)
- داده های دیجیتالی منتقل شده مثل

- اسم تگ
- تنظیمات کالیبراسیون
- تشخیص سنسور

را ارسال کنیم.

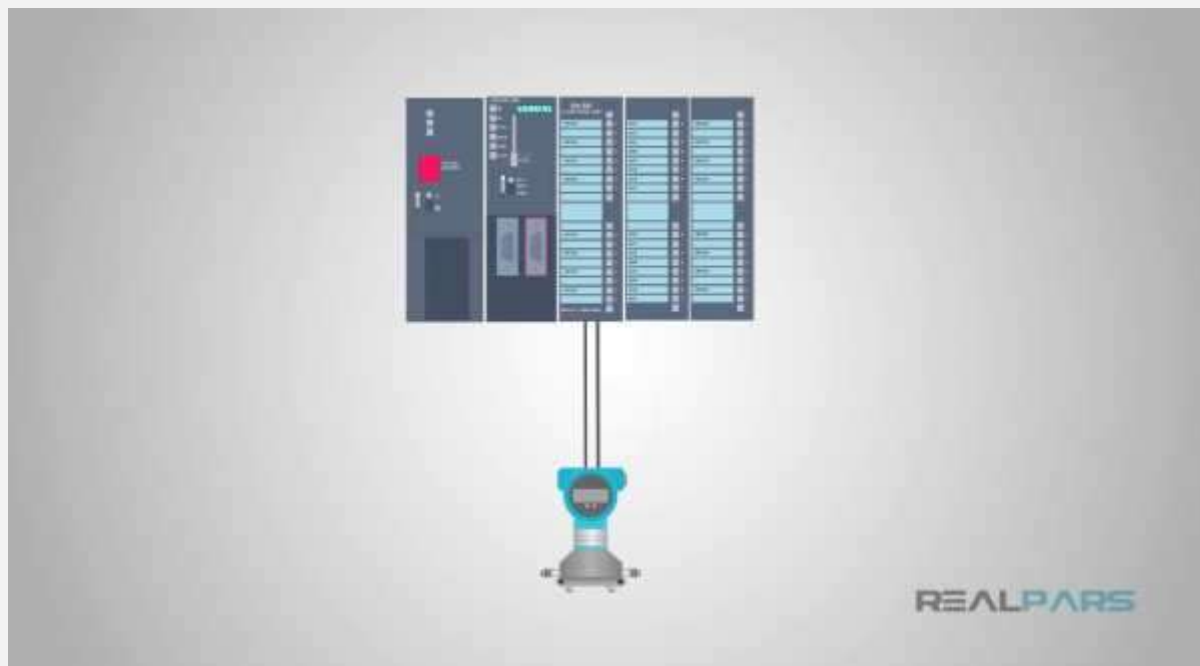
استفاده از پروتکل هارت می تواند راندمان یک واحد فرآیندی را به میزان قابل قبولی افزایش دهد!



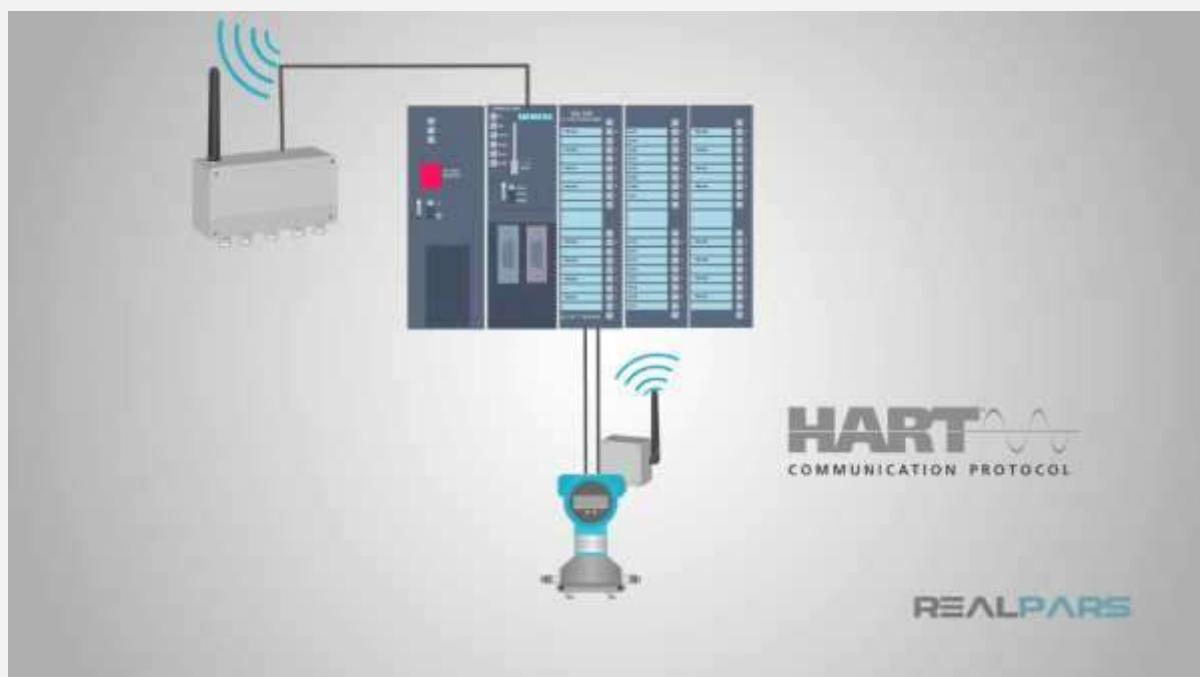
سنسور های پروتکل هارت

به خاطر اینکه سنسورهای فعال هارت برای ارتباط تنها به یک جفت سیم نیاز دارند برای ارتقای حلقه سنسوری غیر هارت (non-HART sensor)

loop) به یک حلقه هارت (HART-enabled loop) تغییراتی در سیم کشی نیاز نیست!



این موضوع باعث افزایش بهره وری در یک واحد فرآیندی می شود. خبر خوب این است که پروتکل هارت در بیشتر سنسور های آنالوگ تجاری و در دسترس وجود دارد و کارت های ورودی پروتکل هارت آنالوگ، تقریباً از طرف تمام سازندگان DCS و PLC در دسترس هستند. هم چنین تجهیزات سخت افزاری اضافه ای وجود دارند که سنسورهای پروتکل هارت را به انتقال دهنده های بی سیم (wireless transmitter) تبدیل کنند.

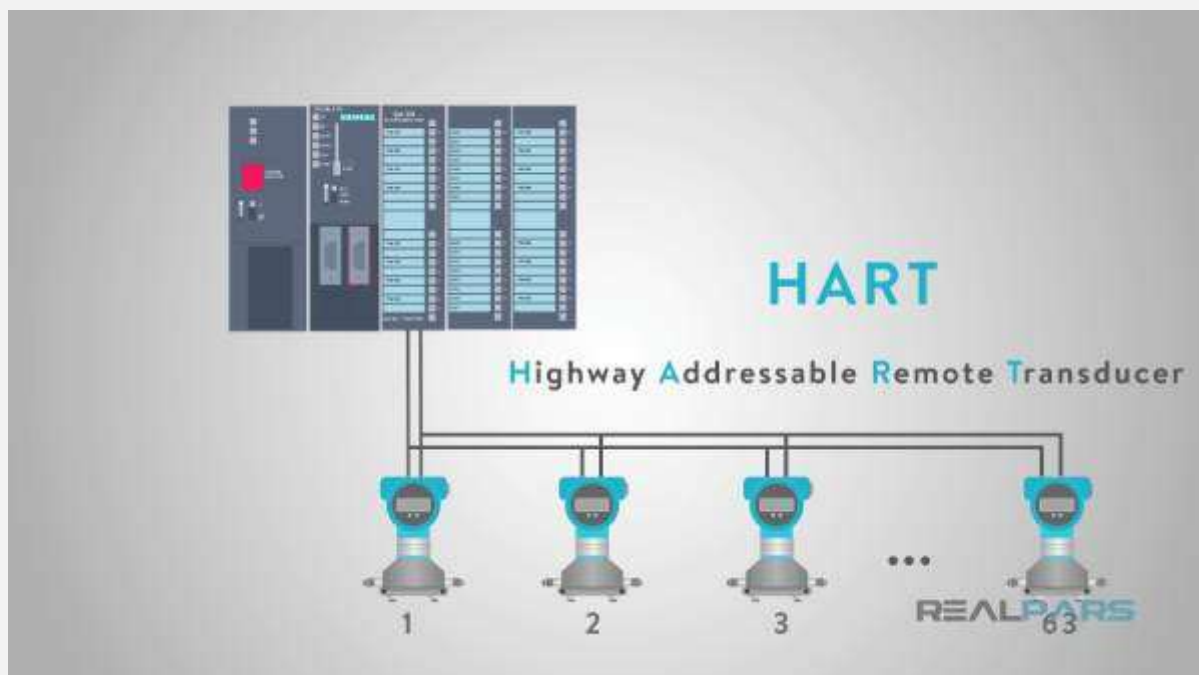


پروتکل هارت چطور کار می کند؟

حالا که می دانیم پروتکل هارت چیست، بیا ببینیم پروتکل هارت چطور کار می کند.

در ابتدا فهمیدیم که هارت مخفف عبارت مبدل کنترل کننده از راه دور یا Highway Addressable Remote Transducer است. معنی ساده این عبارت این است که یک شبکه کوچک می تواند با استفاده از بیش از ۶۳ پروتکل هارت ایجاد شود و هر کدام از این پروتکل های هارت آدرس یا عدد گره (node number) مخصوص خود را دارند. به علت اینکه یک سنسور می تواند با استفاده از پروتکل هارت از راه دور قابل دسترسی باشد،

در واقع عنوان هارت بیان کننده این است که: «شبکه سنسور (که همچنین به آن مبدل هم گفته می شود) که یک آدرس دارد، می تواند از راه دور و به صورت مستقیم قابل دسترسی باشد.»

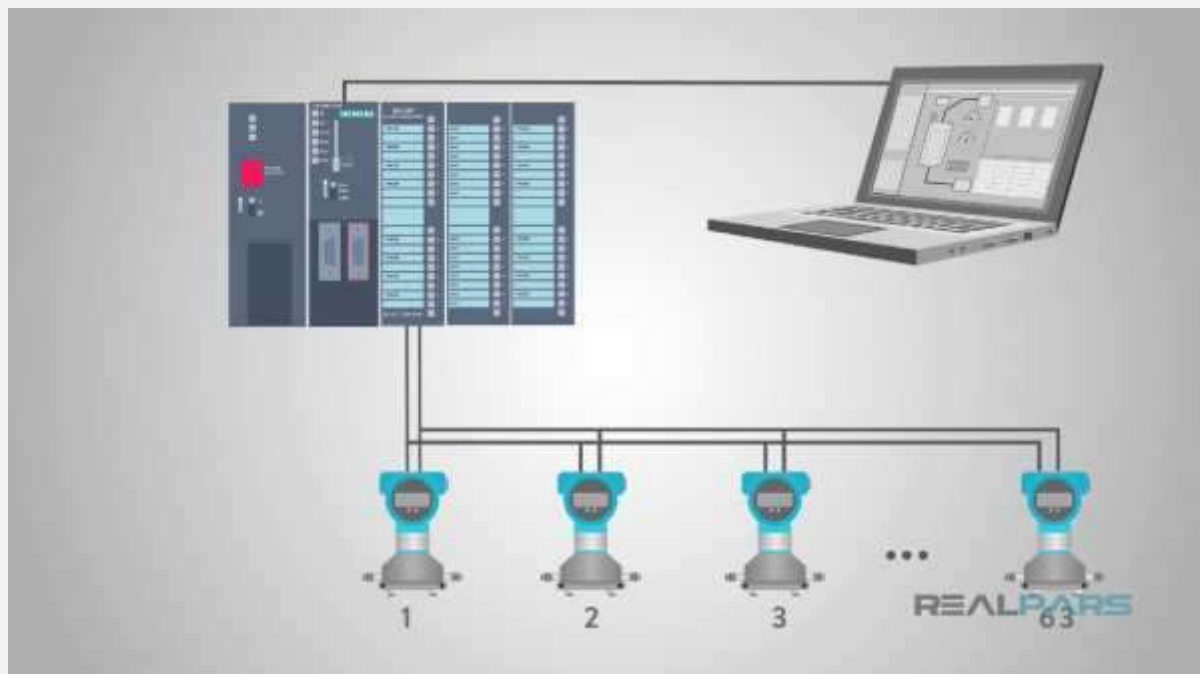


این قابلیت کنترل از راه دور سنسورهای هارت بسیار قدرتمند و کاربردی است.

کنترل از راه دور سنسور پروتکل هارت

در تصویر زیر می توانیم یک سنسور هارت که به یک کارت ورودی آنالوگ پی ال سی (PLC) متصل شده را ببینیم. ما می توانیم از نرم افزار برنامه

ریزی PLC و با استفاده از پروتکل ارتباطی هارت به داده داخل یک سنسور،
از راه دور دسترسی داشته باشیم.



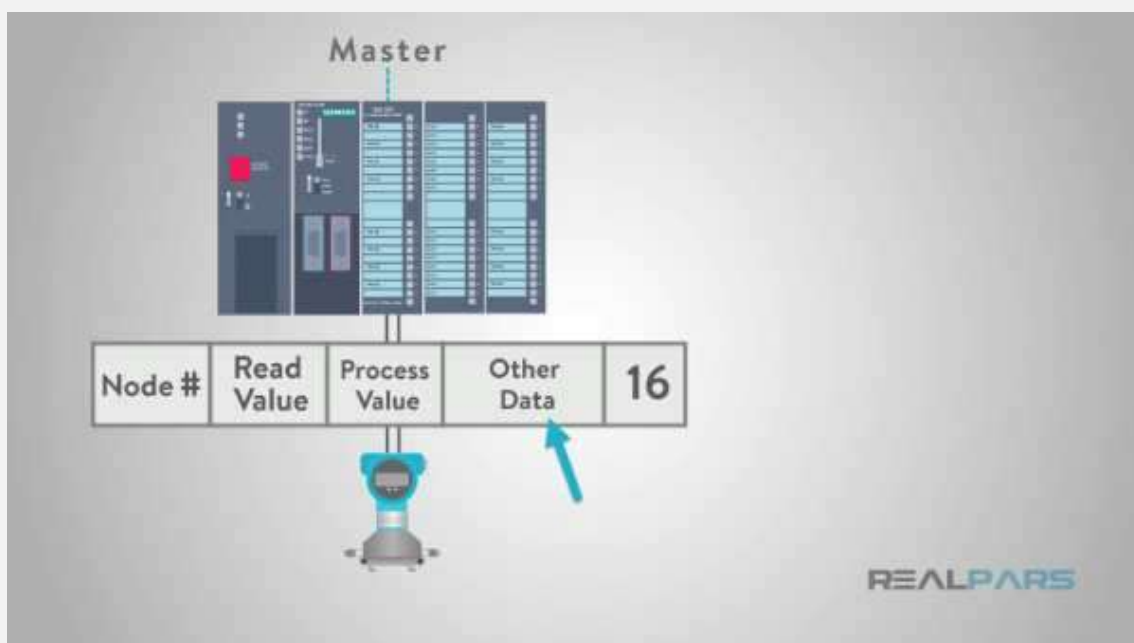
این بدین معناست که برای دستیابی به داده های سنسور نیازی نیست که
در محل سنسور حضور داشته باشیم. ما می توانیم از اتاق کنترل یا هر جای
دیگری که داده های هارت در دسترس باشند کارهای مربوط به تنظیم،
کالیبراسیون و بازیابی اطلاعات را انجام بدهیم.

گره ارشد (master node) در سنسور پروتکل هارت
درخواست داده های سنسور هارت باید توسط یک گره ارشد (master
node)، که تمام مکالمات حلقه را کنترل می کند، انجام شود. گره ارشد

معمولا یک کارت ورودی آنالوگ PLC یا DCS است که سنسور، با سیم به آن متصل است.

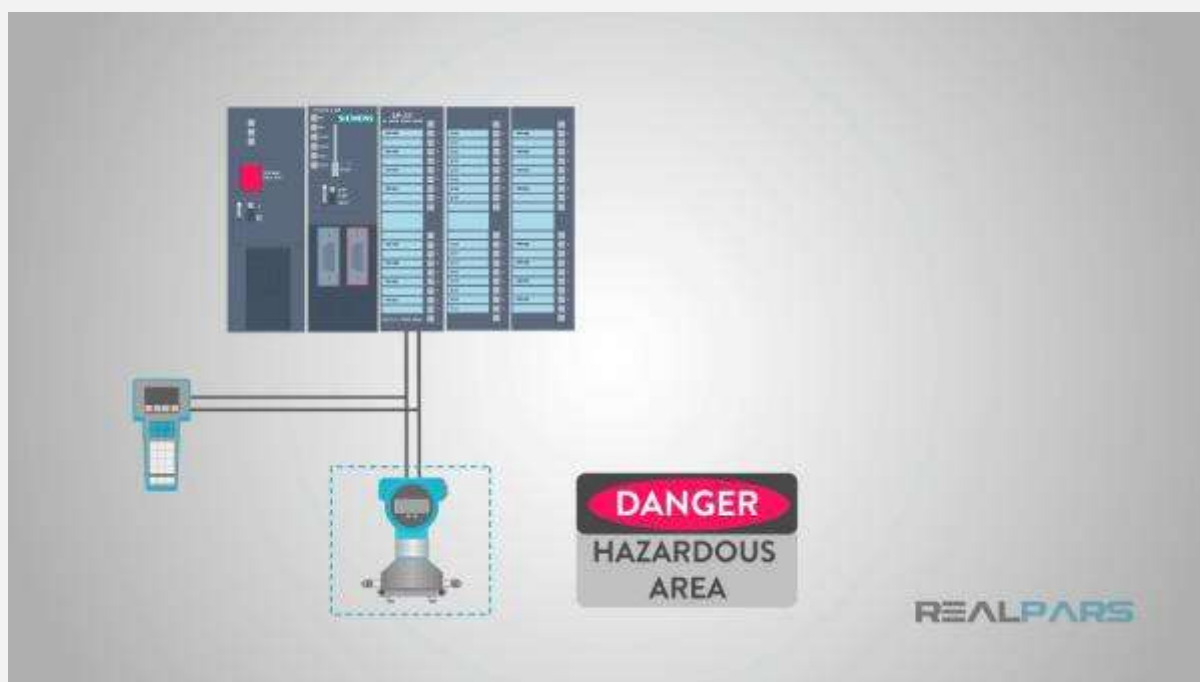
هر پیامی از گره ارشد شامل انواع درخواست مانند

- ارسال مقدار اندازه گیری شده (send measurement variable)
 - شماره گره ای از سنسور که پیام مورد نظر برای آن ارسال شده
 - هر داده ای که لازم است به سنسور منتقل شود; مانند مقدار جدید برای حد بالا (upper range limit)
- است.

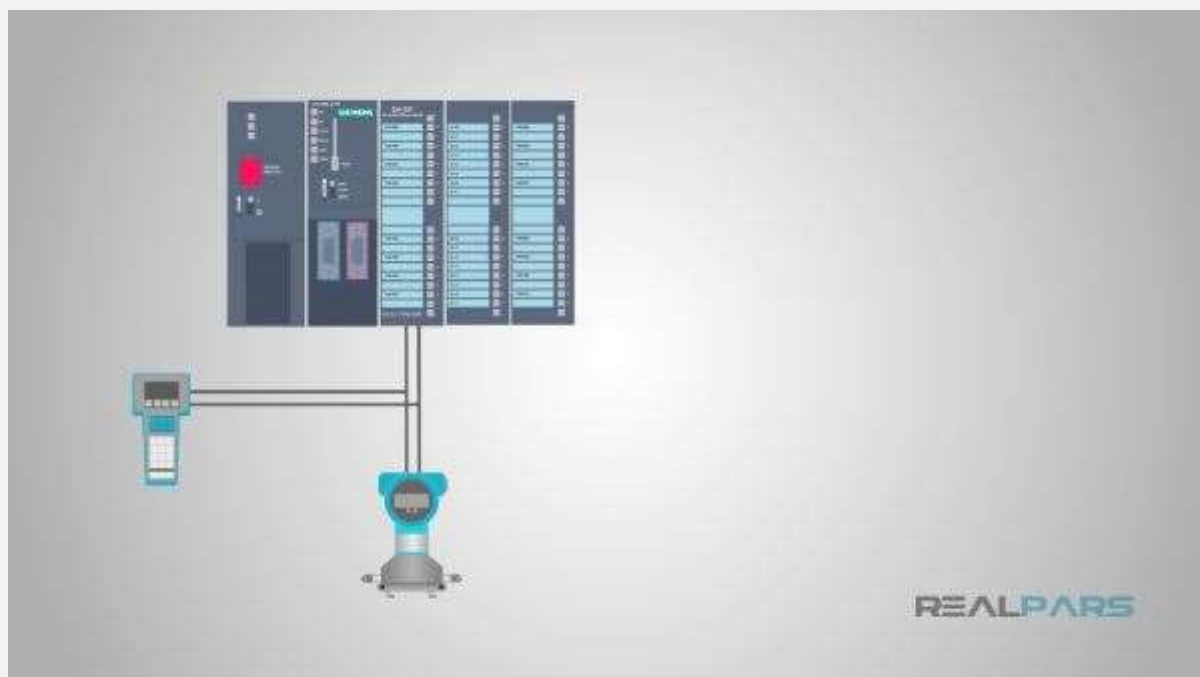


ارتباط دهنده هارت (HART Communicator)

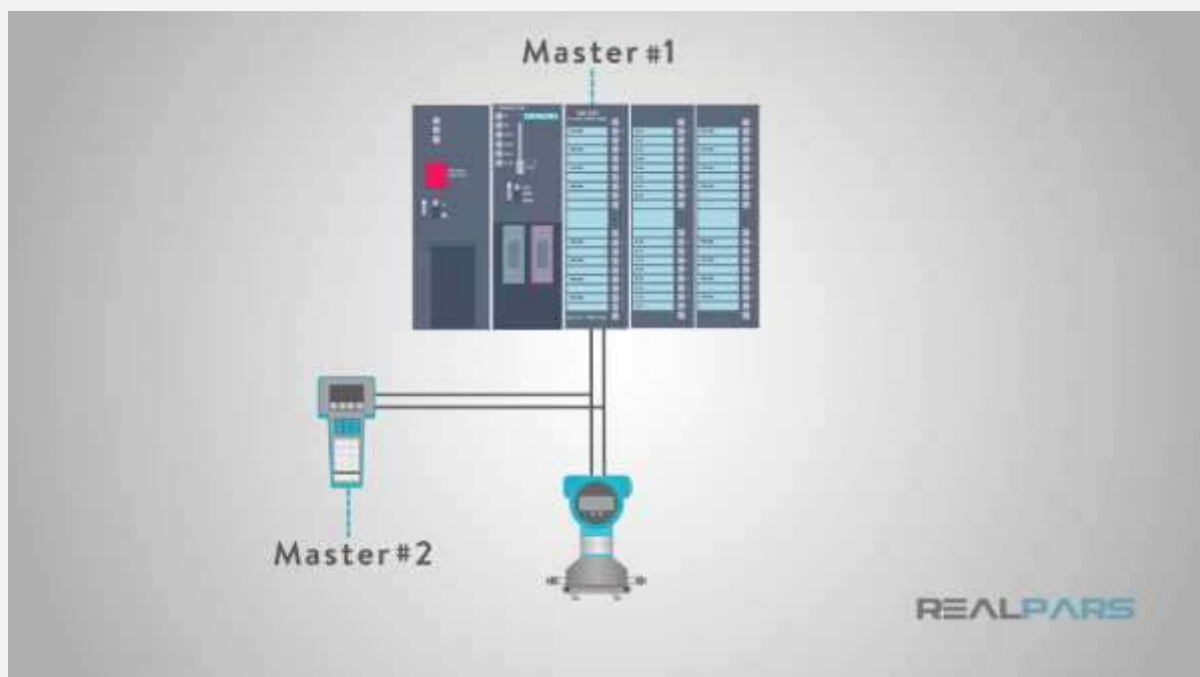
با استفاده از برنامه ریزی دستی و تنظیم تجهیزات، که معمولاً ارتباط دهنده هارت نامیده می شوند، داده های سنسور می توانند هرجایی که امکان اتصال موازی یک تجهیز دستی با سیم های حلقه وجود داشته باشد، در دسترس باشند. این می تواند در جعبه اتصال (junction box)، پنل مارشالینگ (marshalling panel) یا در خود سنسور باشد. بنابراین اگر یک سنسور در جایی غیر قابل دسترس یا خطرناک باشد، تنظیمات و نگهداری سنسور می تواند در جایی ایمن و از راه دور انجام شود.



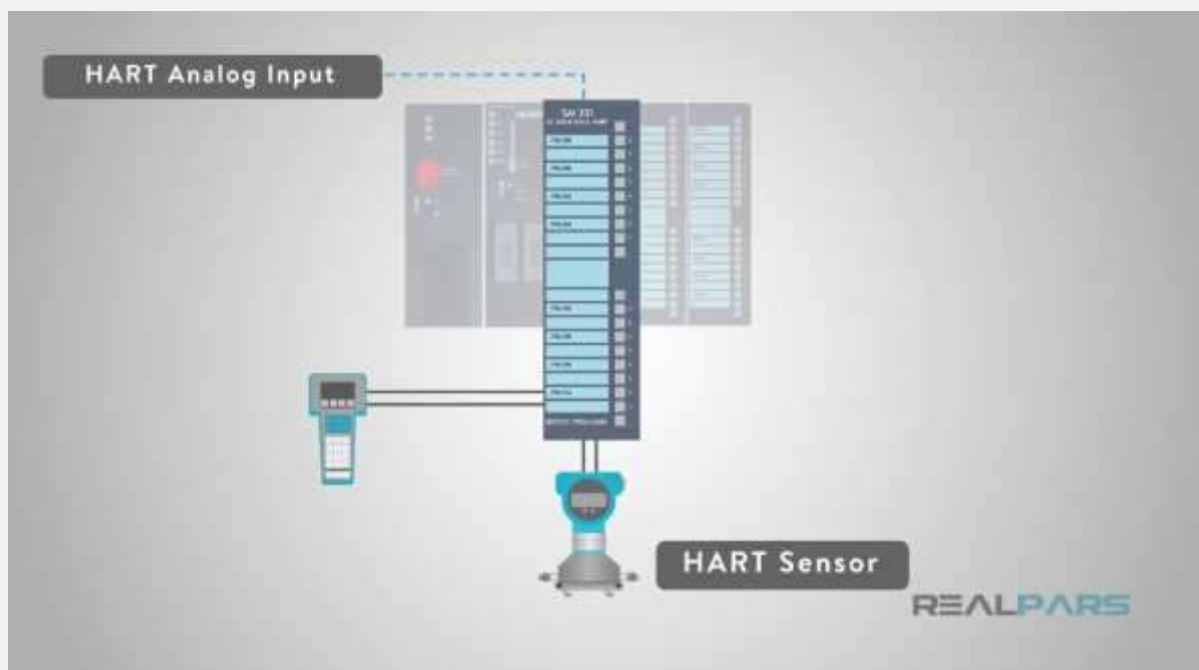
دستگاه های شبکه هارت در بسیاری از برنامه های سیستم های کنترل عمل نمی کنند. به دلیل سرعت محدود و توپولوژیک شبکه آن، ما معمولاً تنها یک گره یا سنسور را برای هر حلقه سیگنال هارت اختصاص می دهیم.



خوشبختانه پروتکل هارت امکان داشتن چند گره ارشد را دارد بنابراین سیستم کنترل و یک ارتباط دهنده دستی می توانند به حلقه متصل شوند و به صورت هم زمان با تجهیز در ارتباط باشند.



با استفاده از هارت، سیگنال آنالوگ ۴-۲۰ میلی آمپر و پروتکل هارت هر دو برای سیستم کنترل و تکنسین وسیله در دسترس هستند. اگر یک حلقه سنسور از حالت فقط آنالوگ (analog only) به حالت آنالوگ و هارت (analog plus HART) ارتقاء پیدا کند، برنامه ریزی سیستم کنترل و تشخیص مقدار اندازه گیری شده می تواند مانند قبل باقی بماند.

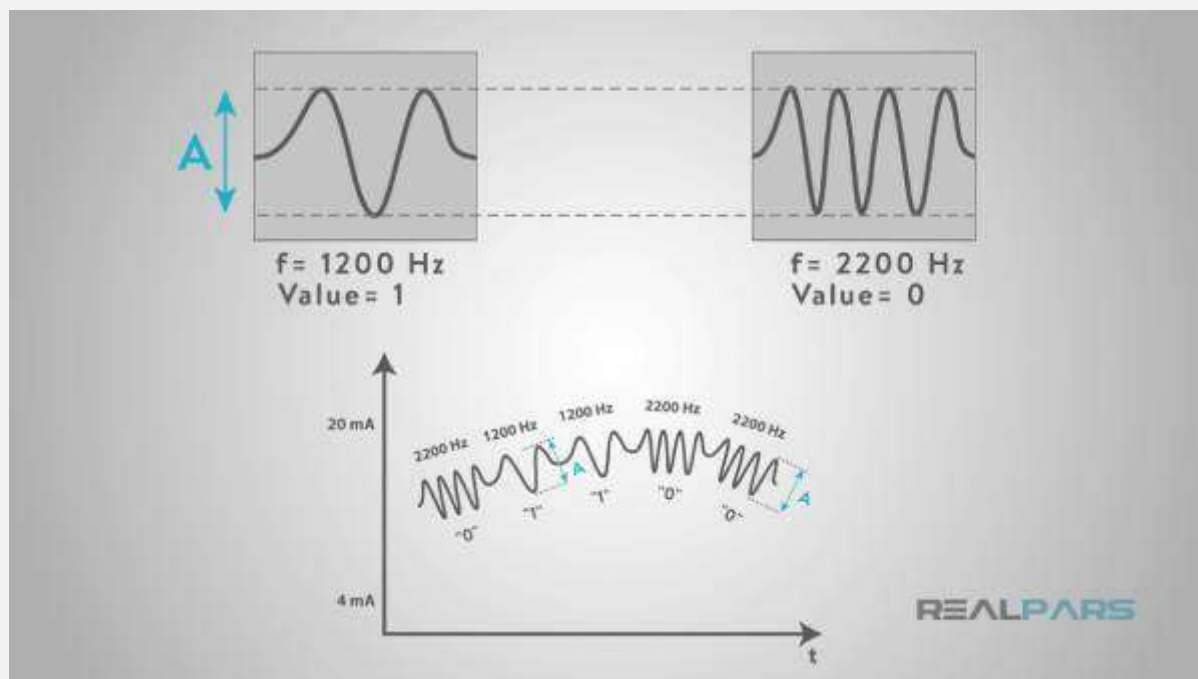


تاثیر سیگنال هارت بر داده های اندازه گیری شده

می دانیم که اضافه کردن یک سیگنال AC بالای یک سیگنال DC ممکن است با سیگنال ۴-۲۰ میلی آمپر تداخل پیدا کند. اما این مورد مدنظر ما نیست.

موج سینوسی هارت AC حتی در ۱۲۰۰ هرتز برای مقدار ۱ یا در ۲۲۰۰ هرتز برای مقدار صفر نوسان می کند. دامنه موج سینوسی AC مثل قبل باقی می ماند و برای هر نوسان دامنه نیمه اول هر موج سینوسی بالای نمودار جریان DC، دقیقاً برابر است با دامنه نیمه دوم هر موج سینوسی که زیر نمودار جریان DC قرار دارد. بنابراین برآیند تاثیر موج سینوسی صفر می شود. پس

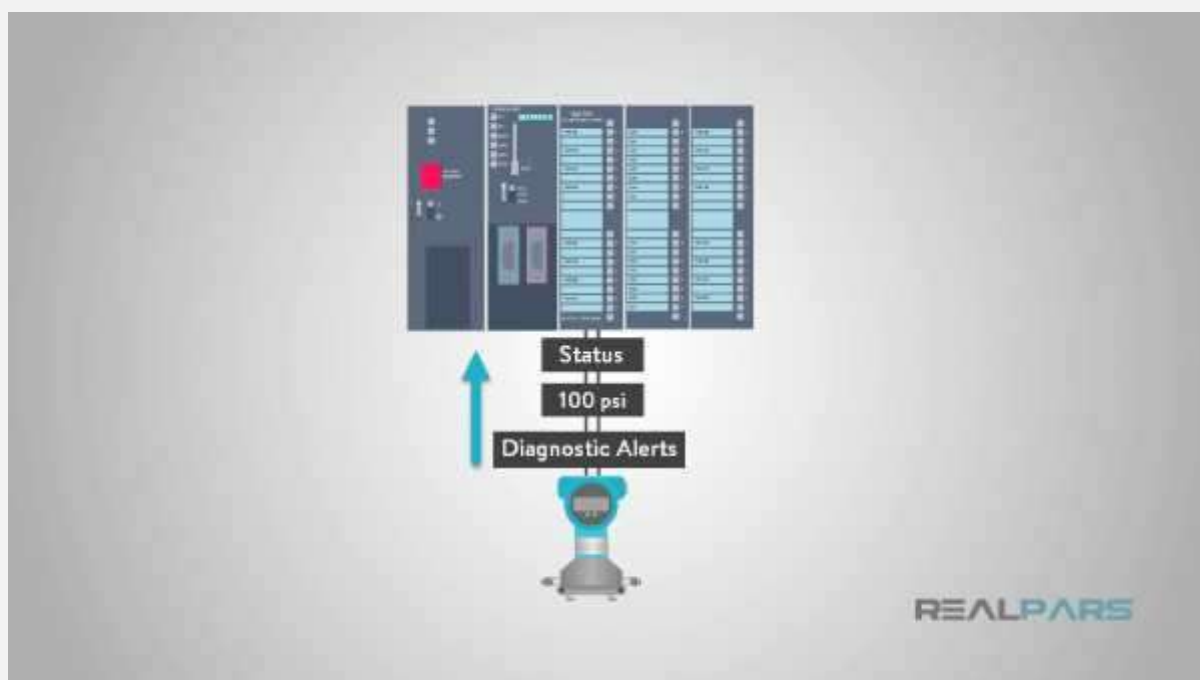
مقدار آنالوگ داده گیری شده سنسور، تحت تاثیر سیگنال هارت قرار نگرفته است. دقیقا مانند اینکه یک گفتگوی صوتی تلفنی تحت تاثیر سیگنال caller ID استفاده شده در پروتکل بل ۲۰۲ نیست.



هر دستگاه هارت امکان ارسال و دریافت ۳۵-۵۰ مورد اطلاعاتی متفاوت شامل

- متغیر فرآیند (این همان مقدار اندازه گیری شده ای است که بوسیله سیگنال آنالوگ ۴-۲۰ میلی آمپر آماده می شود)
- وضعیت دستگاه
- هشدارهای تشخیصی مانند مقدار سنسور پایین تر از محدوده مورد نظر (sensor value under range)

را دارد.

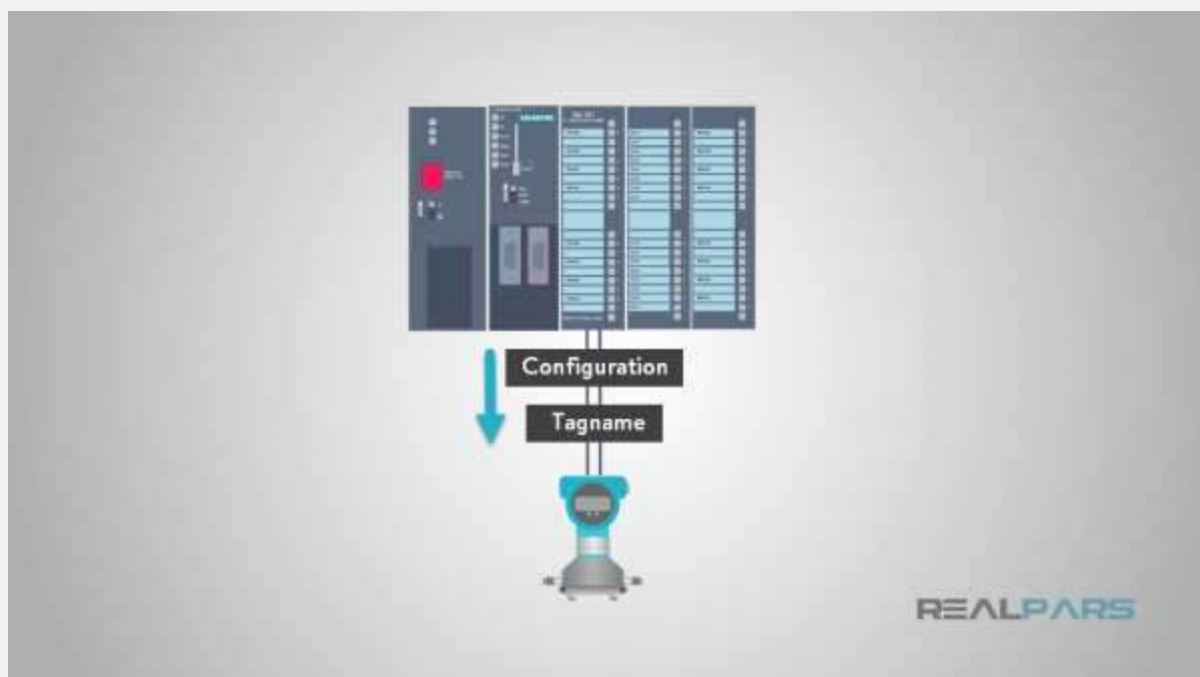


و هم چنین می تواند پارامترهای پیکربندی اصلی مانند:

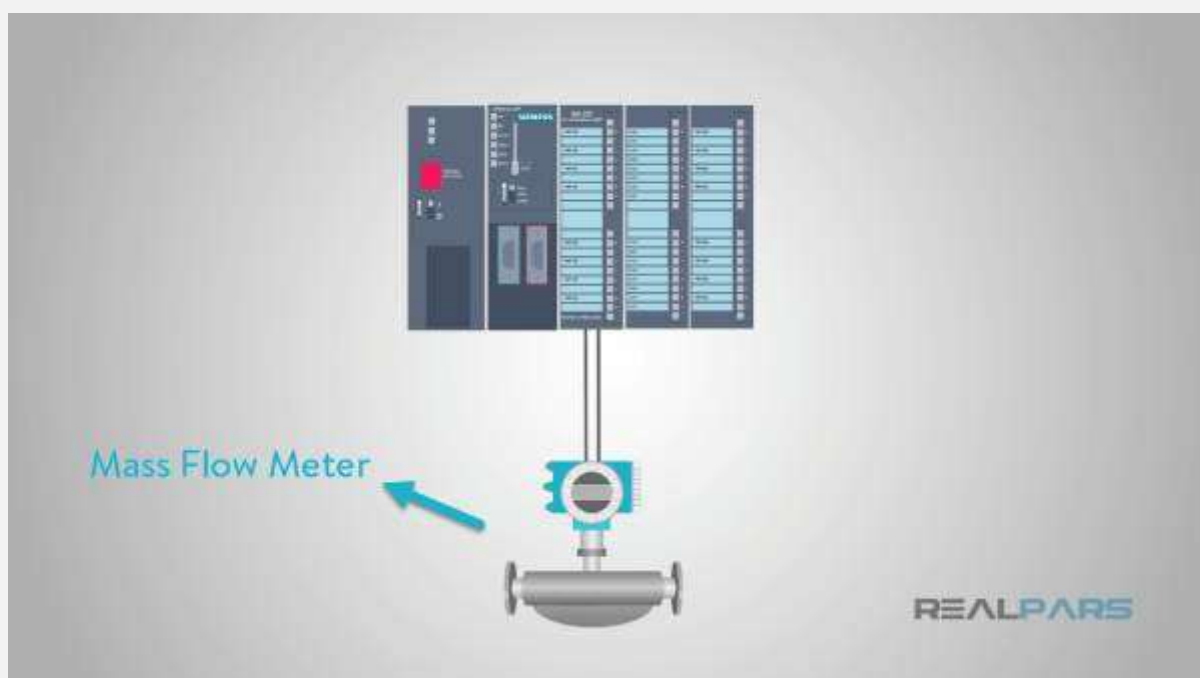
- حدود بالا و پایین (upper and lower range limit)

- عنوان تگ

را ارسال و دریافت کند.



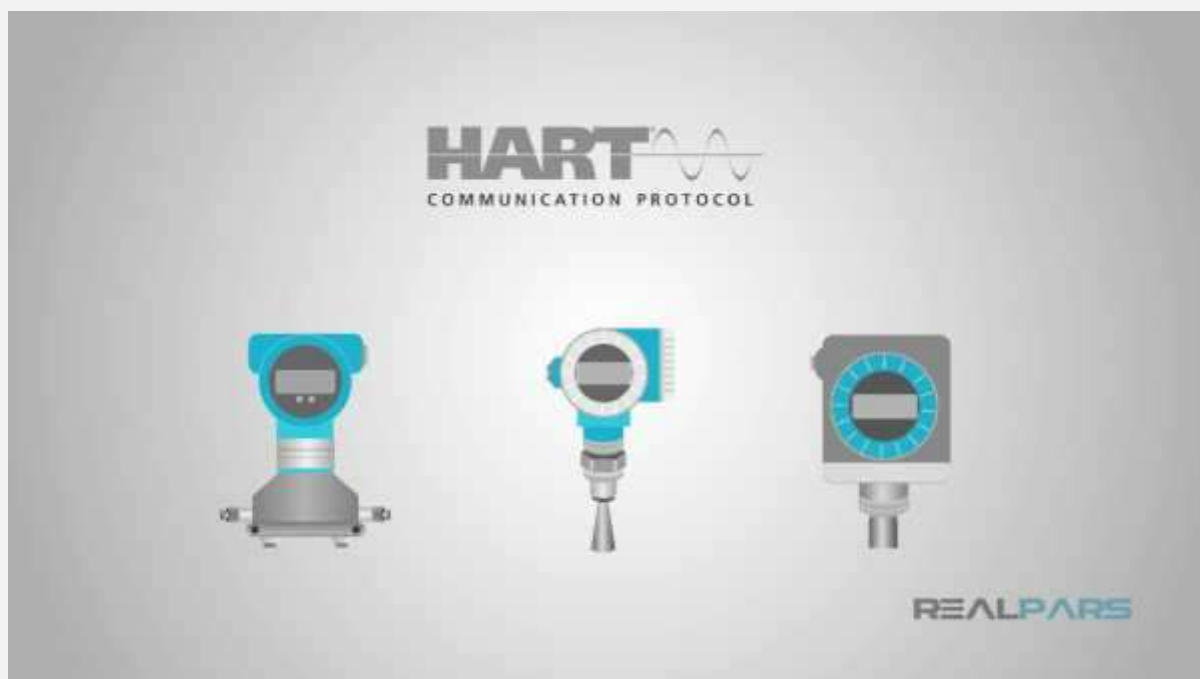
پروتکل هارت انتخاب بسیار خوبی برای تجهیزاتی مانند فلومتر جرمی است که در آن دبی جرمی، دبی حجمی، دما و دانسیته می توانند با کابل به سیستم کنترل متصل شوند.



بنیاد ارتباطات پروتکل هارت

(HART Communication Foundation)

پروتکل هارت توسط انجمن مستقل فروشندگان به نام بنیاد ارتباطات هارت (HART Communication Foundation) اداره می شود، بنابراین سنسورهای هارت هر سازنده ای می تواند با سنسورهای سایر سازندگان تعویض شود.



این موضوع باعث می شود که پیاده سازی و اجرا، نگه داری و رفع عیب این سنسورها بسیار آسان انجام شود. هم چنین پروتکل هارت به صورت گسترده برای تجهیزات کنترل مانند پوزیشنر کنترل ولو (control valve positioner) با مزایا و امکانات تشخیصی مشابه، استفاده می شود.

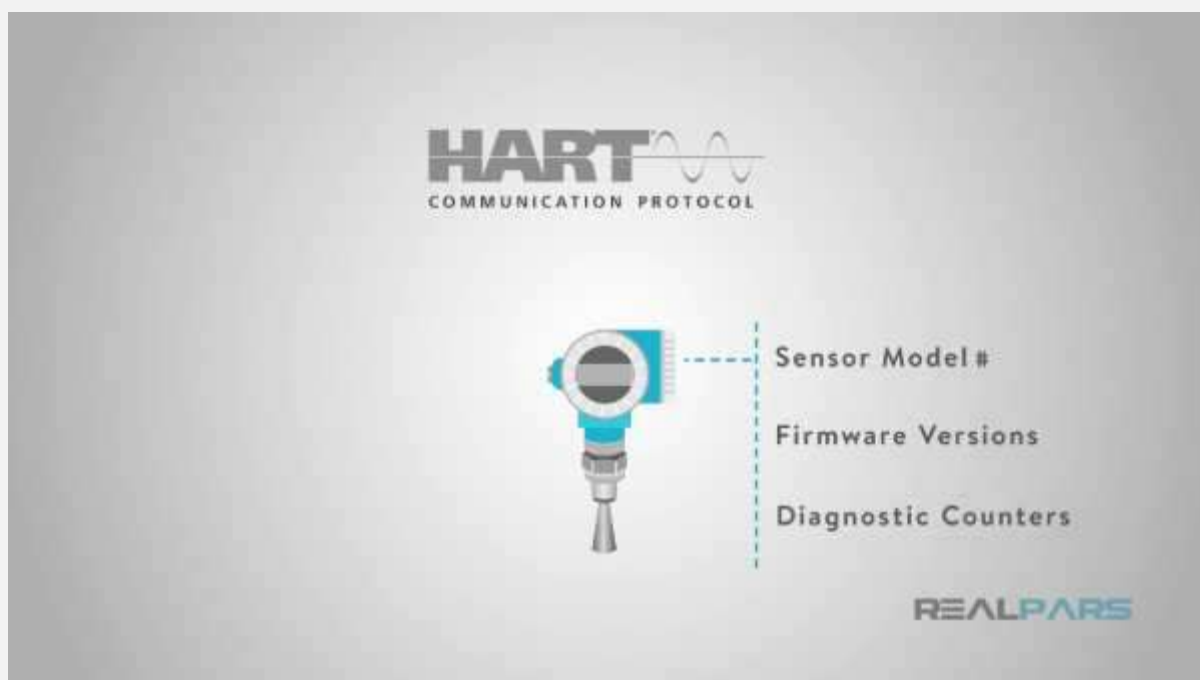
اینکه استاندارد هارت نیاز دارد که سازندگان حداقل تعدادی از موارد را با داده مخصوص برای هر سنسور هارت تهیه کنند، فروشندگان نیز می توانند داده ها را به موارد مخصوص فروشندگان مانند:

-شماره های مدل سنسور

-نسخه های سیستم عامل

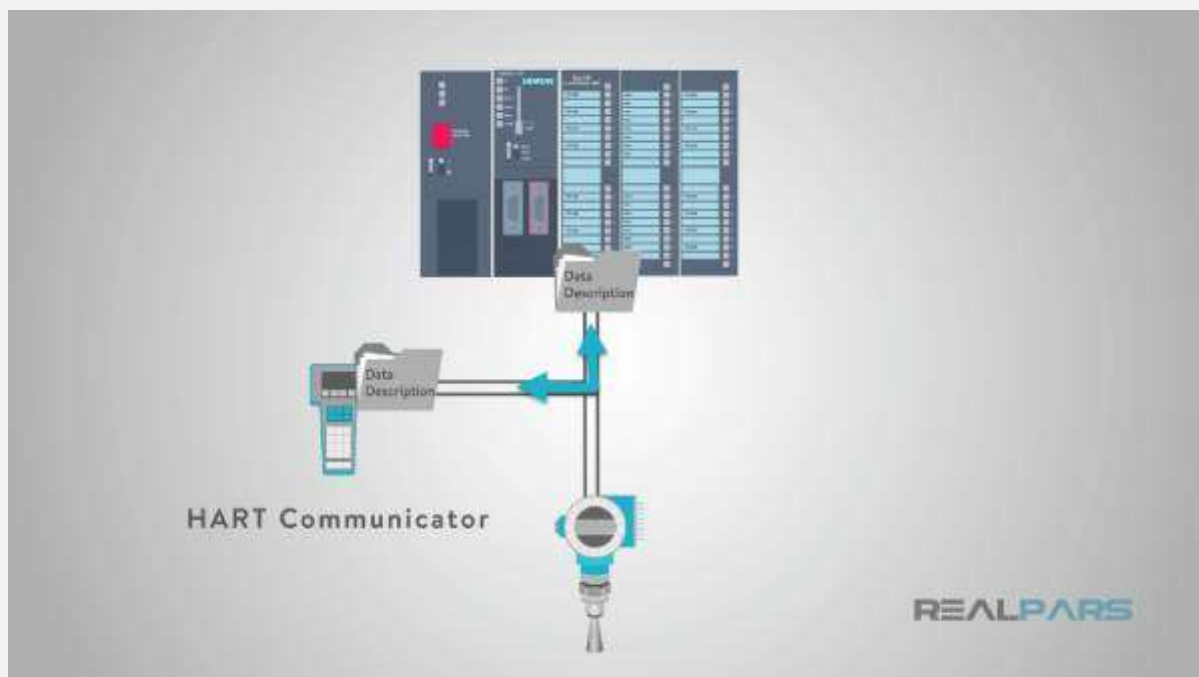
-شمارنده های تشخیصی پیشرفته

گسترش دهند.



برای تشخیص نوع و مقدار این داده رایج در سیستم کنترل یک فایل توضیح مخصوص که به آن فایل شرح داده (Data Description file) یا فایل DD می گویند، مورد نیاز است. این فایل به داده اجازه می دهد که از

سنسور جریان پیدا کند و به درستی تجزیه یا ترجمه شود و هم چنین به تکنسین یا مهندس اجازه می دهد که درخواست درستی برای داده سنسور درست کند.



جمع بندی مطالب

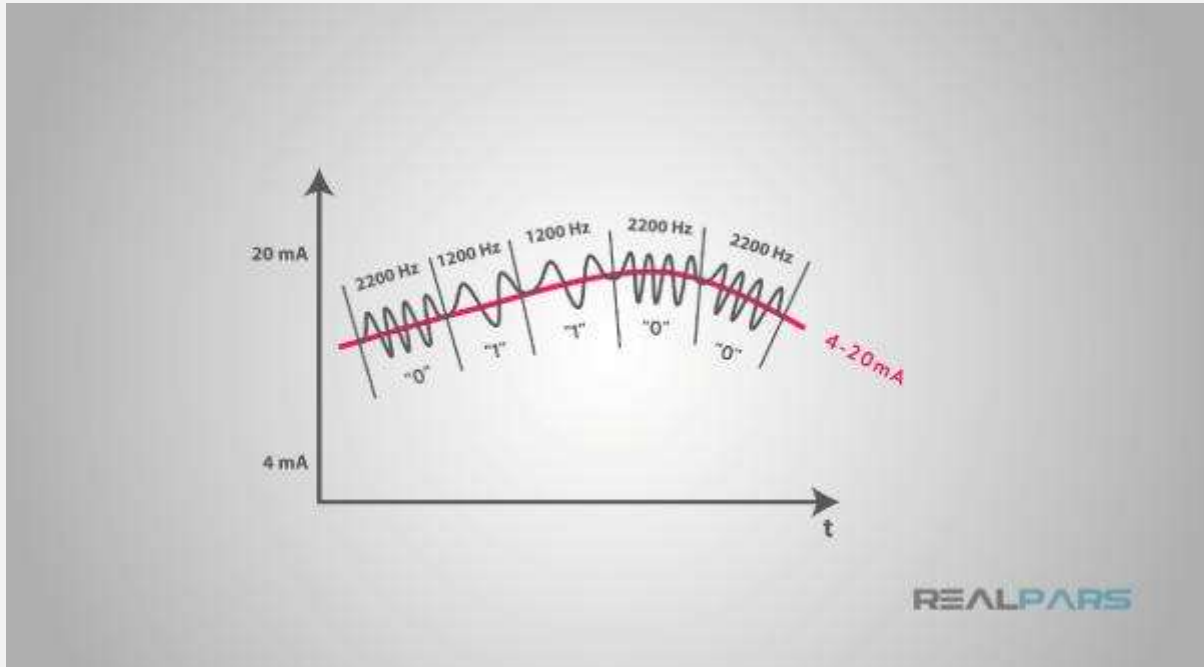
به صورت خلاصه، پروتکل هارت یک پروتکل ارتباط داده دیجیتال است که به صورت لایه ای بالای سیگنال آنالوگ ۴-۲۰ میلی آمپر قرار دارد و بازایی داده پیشرفته و ویژگی های پیکربندی برای کنترل از راه دور به وسیله

• سیستم DCS

• سیستم PLC

• با استفاده از یک ارتباط دهنده دستی

را فراهم می کند.



هارت، با استفاده از یک جفت سیم ارتباط برقرار می کند بنابراین اضافه کردن هارت به حلقه سنسور ۴-۲۰ میلی آمپر به اصلاح سیم کشی نیاز ندارد. تنها سخت افزار در کارت ورودی آنالوگ و الکترونیک سنسور ممکن است نیاز به ارتقا داشته باشند که این قابلیت برای هارت ارائه شده است.

درصد بالایی از سنسورهایی که در حال حاضر در حلقه های ۴-۲۰ میلی آمپر نصب شده اند، هارت فعال (HART-enabled) هستند.

هارت ممکن است فیلدباسی (fieldbus) باشد که هم اکنون در واحد شما قرار دارد.



از طریق پیکربندی ساده مجموعه ای از داده های فرآیندی جدید و امکان
تشخیص می تواند با صرف حداقل تلاش و هزینه به دست آید.