

## بررسی عملکرد و کاربرد INTERBUS در اتوماسیون صنعتی

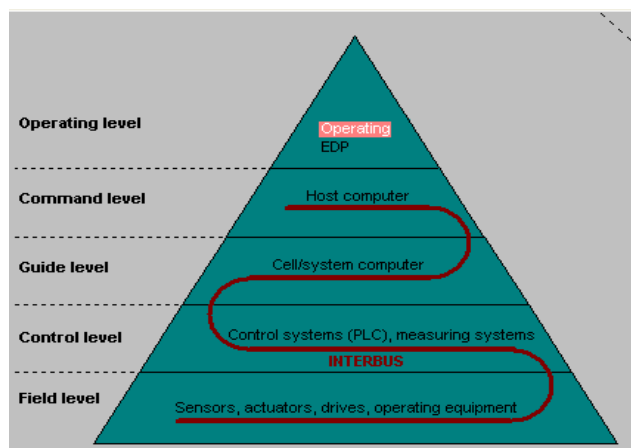
عباس سلطانی نیا

دیپارتمان الکترونیک دانشکده برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

E-mail: [Abbas.Soltaninia@yahoo.com](mailto:Abbas.Soltaninia@yahoo.com)

چکیده - در این مقاله ابتدا معرفی، بررسی عملکرد، مکانیزم داخلی کاربرد INTERBUS در اتوماسیون صنعتی می پردازیم و در پایان به طراحی، تشریح و ایجاد شبکه ارتباطی واحد در اتوماسیون صنعتی مدرن که کلیه بخش های صنعتی مورد نظر را شامل شود بصورت Industrial IT می پردازیم.

کلید واژه - INTERBUS, PLC, FieldBus, Industrial PC, Industrial IT

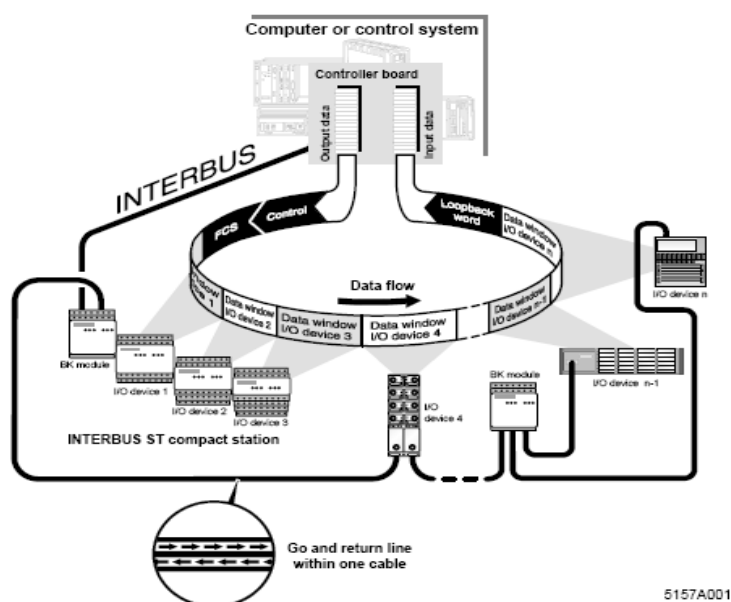


### 1- مقدمه

امروزه سیستم های اتوماسیون در سرتا سر صنایع بزرگ و کوچک به کار رفته و جای خود را به مدارهای کنترلی قدیمی داده است. بسیاری از صنایع خصوصا صنایع پیشرفته در صدد بر آمدند تا برای تولید فراوان با کیفیت برتر اتوماسیون صنعتی مدرن را مد نظر گیرند. در این راستا شرکت های معتبر سازنده ابزار های کنترلی اقدام به تولید ابزاری متناسب با عملکرد این نوع صنایع با قیمتی ارزن و عملکرد سازگار با بیش از 80% سیستم های اتوماسیون صنعتی موجود در بازار مانند: PLC نموده اند. در اتوماسیون صنعتی مدرن هدف ایجاد شبکه ارتباطی واحد می باشد که کلیه بخش های صنعتی مورد نظر را شامل شود که بعنوان مثال: Field bus یک نمونه از این نوع اتوماسیون می باشد [1,2].

شکل 1\_1: ساختار هرمی اتوماسیون صنعتی مدرن  
اینتر باس یک سیستم باس سریال است که برای ارسال اطلاعات بین انواع سیستم های کنترلی مانند (PLC, PC, VME bus, robot control) و قابل اتصال به عنوان DIM (Distribute I/O Module) به سنسورها و محرک کننده می باشد.

اینتر باس بر اساس استاندارد (PROFIBUS standard: DIN19258) عمل می کند که این سیستم برای صنایع زیر بسیار مناسب بوده و با محیط کاری آنها کاملاً سازگاری دارد:



شکل 2-1: طرح وار ساختار کلی و روش عملکرد Inter Bus

سیستم اینتر باس بصورت یک سیستم که دارای حلقه دیتا (Data ring) طراحی شده است و (CB) Control board) بخش مرکزی این سیستم که وظیفه پردازش و کنترل حلقه دیتا را بر عهده خواهد داشت. کنترل برد داده موجود در حلقه ی دیتا را بصورت سریال از سیستم های سطح بالا (Host computer) تا سیستم های سطح پایین (sensor) با حداقل (Baud Rate: 500kbps) تبادل می کند. این تبادل داده بصورت همزمان و در دو مسیر صورت می پذیرد (Full duplex operation).

حلقه دیتا دارای ساختار توزیع شده و فاصله دار شیفتر ریجیستری می باشد. بنابراین هر سیستم اینتر باس توسط دیتا ریجیستر خود به ورودی آنالوگ و یا دیجیتال (I/O function) محیط اطراف خود متصل می شود.

جهت ساده سازی عملیات نصب اینتر باس، اطلاعات ارسالی و دریافتی حلقه دیتا بجای عبور از دو کابل تنها از یک کابل عبور داده می شود که همین امر سبب شده تا 70% در قیمت کلیات کابل کشی صرف جویی صورت پذیرد. این کابل می تواند مسی، فیبر نوری و حتی Wireless باشد. همچنین این سیستم از آنجا که حاصل از تقسیم بندی شاخه اصلی می باشد دارای ساختار درختی می باشد.

1\_ سیستم های (ماشین سازی ، چاپ، پارچه بافی، صنایع چوب و صنایع غذایی) [11,12]  
2\_ سیستم های (پردازش، نصب، امور انبارداری، نگهداری و حمل و نقل) [11,12]  
اینتر باس را در برخی کاتالوگ ها و یا محصولات Phoenix contact به اختصار با (IBS) نمایش می دهند.  
در اینتر باس انتقال اطلاعات بصورت سریال با اینتر فیس RS\_485 صورت می پذیرد که قابل اتصال به انواع سیستم های صنعتی (کاربردی ، نمایشگر، درایورها، انکدر ها و...) یعنی شبکه ی Ethernet (TCP/IP) به صورت آزادانه در محیط صنعتی می باشد [1,7,8].  
اینتر باس از سه بخش کلی تشکیل شده است که شامل:

- 1\_ کنترل برد اینتر باس .
  - 2\_ اجزای اینتر باس .
  - 3\_ کابل ها که اجزای اینتر باس را به یکدیگر و به کنترل برد متصل می کنند.
- نیاز های متفاوت، درخواست های شخصی و فاکتورهای محیط های صنعتی مانند:
- service\_friendliness ، فاکتورهای ایمنی-حفاظتی ،
  - کمبود فضا و غیره سبب شده است تا انواع وسیع و متنوعی از اینتر باس ها بوجود آمده است.
  - بنابراین با توجه به فاکتورهای بالا ، اینتر باس می تواند از گروه های توپولوژیکی مختلف و یا از خانواده های متفاوت باشد [1,2,9,10,11].

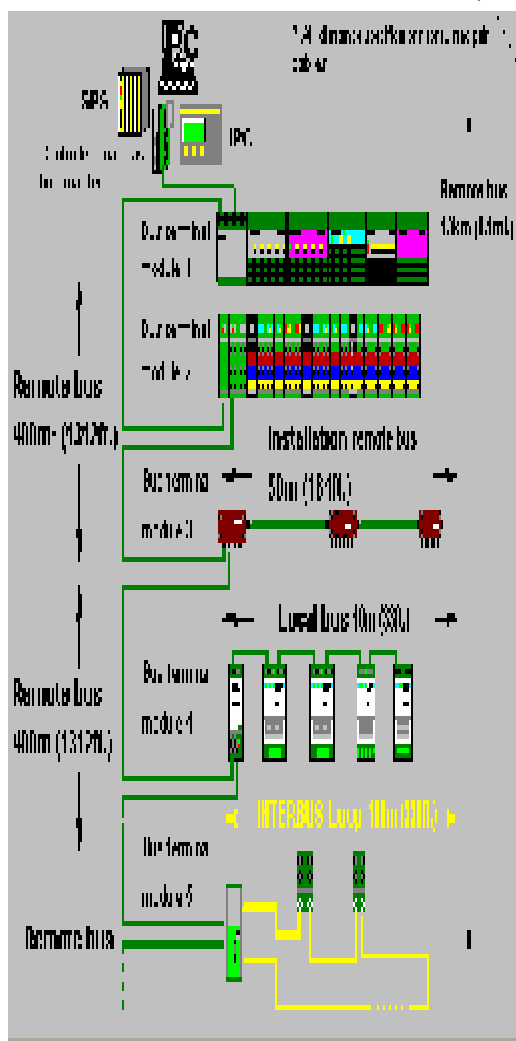
## 2- مکانیزم عملکرد INTERBUS

اینتر باس به عنوان یک پل ارتباطی میان شبکه با سنسورها و محیط بیرون دارای وظایف مهم و اساسی زیر می باشد:

- 1\_ مبادله دیتا بصورت Real Time میان PLC های عامل، PC ها صنعتی و... با سنسورها و تحریک کننده.
- 2\_ ارسال حلقه ای (چرخشی) حالت های و پارامترهای پردازش که با سرعت در حال تغییر می باشند.
- 3\_ ارسال و مدیریت پیام ترافیک در شبکه صنعتی که شامل: PLC ها ، CNC ها، robot control ، PC های صنعتی، سنسورها و تحریک کننده ها و... می باشد [5,6].

عملکرد باس های اسلیو را کنترل خواهد نمود و ارتباط هر یک از باس های اسلیو تا زمانی که توسط باس مستر فراخوانی نشده باشند با باس مستر قطع می باشد.

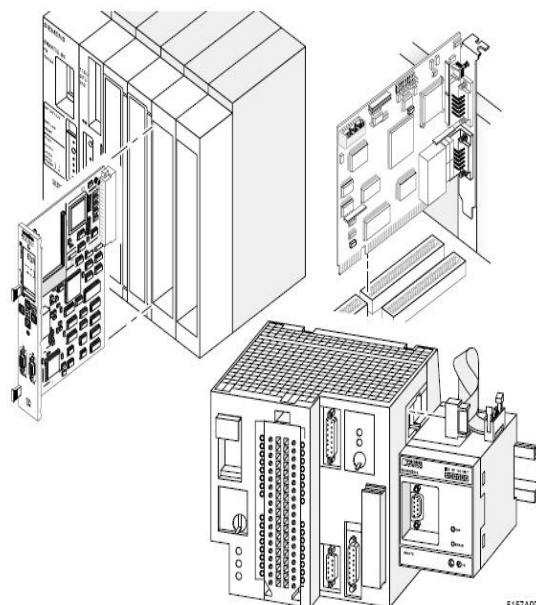
در اینترباس، باس مستر حداکثر می تواند به 512 باس اسلیو متصل شود و بدین ترتیب حداکثر 4029 (I/O points) حلقه دیتا خواهد شد. همچنین باس مستر می تواند یکی از سیستم های سطح بالا مانند: PC های صنعتی، PLC باشد [3,4].



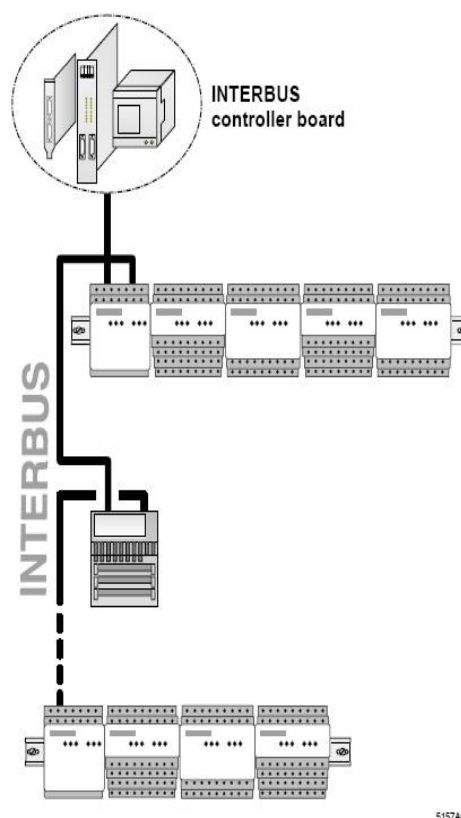
شکل 2-1-1: طرح وار ساختار Master\_Slave در اینترباس

## 2-2- شبکه ی inline در اینترباس :

شبکه ی یک اینترباس ساده شامل ماژول هایی می باشد که بصورت اسلات هایی با اتصال از بقل به کشویی به یکدیگر متصل می شوند.



شکل 2-2: انواع کنترل برد برای اتصالات داخلی و خارجی



شکل 2-3: ساختار یک اینتر باس از نظر توپولوژی نمایش داده شده است.

## 2-1- مفهوم Master\_Slave در IBS:

مکانیزم برقراری ارتباط در اینتر باس بصورت (Master \_ Slave) می باشد. در این روش باس مستر بصورت مرکزی

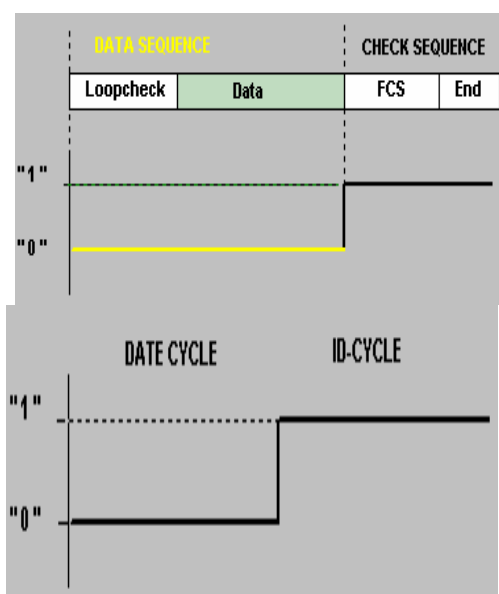
انتقال داده بصورت سیگنال دیفرانسیلی از یک کابل جفت\_تابیده شده و شیلد شده بصورت RS485 بین اجزاء صورت می پذیرد.

2\_ چک کردن ریموت باس :

اتصالات بین اجزای اینتر باس با یک سیکل ویژه بصورت متداوم چک می شود. در این صورت هنگامی که کابل اتصالی باس قطع شود و یا هنگامی که اتصال جدیدی در شبکه ایجاد شود پیام خطایی بعنوان نتیجه چک کردن ریموت باس نمایش داده می شود.

3\_Loop Check:

کنترل برد در ابتدای هر حلقه دیتا یک (Loop check word) قرار خواهد داد این ورد در همه ی اینتر باس های متصل شده به آن نفوذ کرده و به کنترل برد می فهماند که مقدار زمان لازم برای ایجاد یک حلقه دیتا چه میزان می باشد. همچنین ترتیب منظم Loop check word به کنترل برد این مطلب را می فهماند که مسیر ارسال اطلاعات درست می باشد یا نه .



شکل 2-3-1: نمودار عملکرد منطقی انتقال داده

4\_CRC (Cyclic Redundancy Check):

در اصطلاح به معنای چک کردن متداوم دیتا از نظر داده زائد (noise)

می باشد. CRC مسیر ارسال اطلاعات بین دو اجزای اینتر باس را چک می کند برای این منظور یک CRC test word توسط هر یک از اجزاء در مسیر ارسال اطلاعات ورودی/خروجی خود (مانند: CB) ایجاد خواهد شد. هنگامی که یک حلقه اطلاعات تمام می شود در ابتدا و انتهای مسیر

این آرایش inline دارای ترمینال های اتومیشن زیر می باشد:

1\_ ورودی و خروجی Digital/Analog

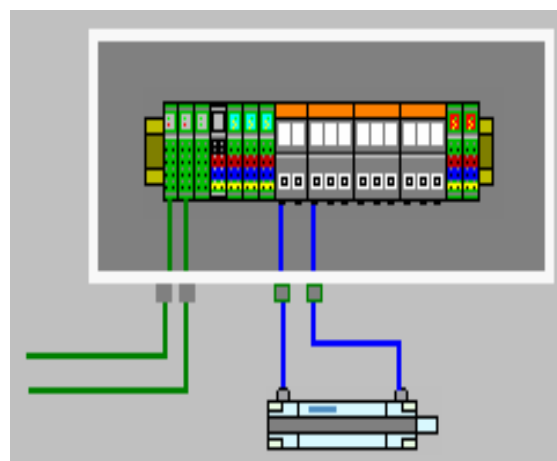
2\_ شمارنده (counter)

3\_ مدار وقفه (Breaker circuit)

4\_ سیستم سوئیچینگ Low voltage

5\_ سوئیچ های حفاظتی موتور

6\_ سیستم های ایمنی [1,2]



7\_ ترمینال های کنترلی

شکل 2\_2\_ آرایش inline شبکه ی اینترباس در یک کنترلر پنوماتیک

2-3- روش های اطمینان از صحت عملیات انتقال داده در اینتر باس:

روش های حفاظتی زیر برای اطمینان از صحت عملیات انتقال داده سریال بصورت متداوم صورت می پذیرد:

1\_ اگر خطایی درپروسه انتقال اطلاعات ایجاد شود حلقه دیتای ناقص، هنگامی که زمان تصحیح آن از مدت زمان ایجاد حلقه جدید بیشتر شود، درنظر گرفته نخواهد شد.

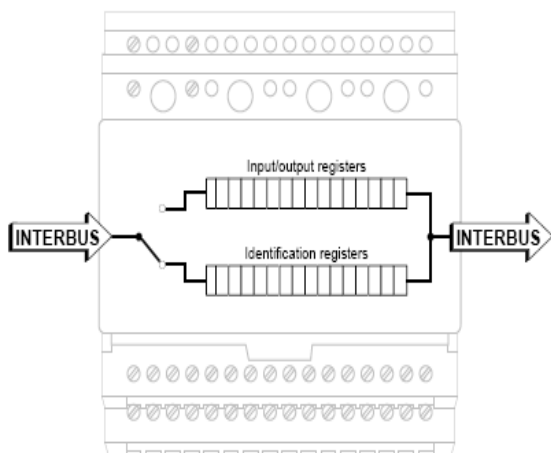
2\_ اگر انتقال اطلاعات بصورت مناسب و بدون نقص صورت بپذیرد اطلاعات ورودی توسط کنترل برد پذیرفته خواهد شد و داده خروجی برای آن جزء ارسال خواهد شد.

2-4- حفاظت انتقال اطلاعات در IBS

اینتر باس امکان انتقال ایمن داده های سری را در شرایط صنعتی با استفاده از پنج روش زیر که با یکدیگر سازگار می باشند فراهم آورده است:

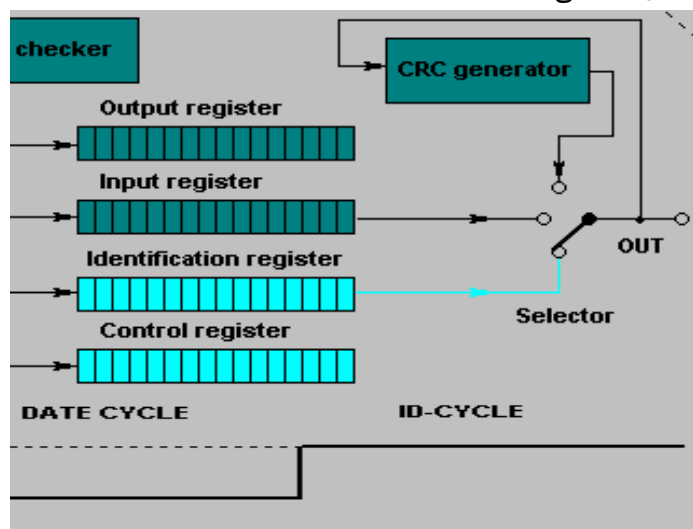
1\_ انتقال سیگنال دیفرانسیلی:

پردازش شده دارای رجیسترهای input و output می باشد که در هنگام انتقال اطلاعات کاربرد دارد.



شکل 2-5-1: نقشه شماتیک رجیسترهای اینترباس در زیر نمایش داده شده است.

هنگام راه اندازی (initialize) اینتر باس رجیستر شناسایی همه اجزاء و دستگاه ها در یک حلقه بانام ( ID cycle) خوانده شده و قرار می گیرد. سپس این اطلاعات برای تهیه (process image) به کار می رود. کنترل برد (CB) پس از انجام تنظیمات اتصال شروع به مقایسه رجیستر شناسایی دریافتی از اجزاء خواهد نمود و پس از تطبیق این اطلاعات با نمونه ذخیره شده در CB، کنترل برد بصورت داخلی بر روی دیتا رجیستر سوئیچ می شود و تنها مبادرت به ارسال ID cycle می کند.



طرح وار منطقی کنترل برد در اینترباس حلقه دیتا (Data cycle) که در اینتر باس عهده دار انتقال داده می باشد.

ارسال از لحاظ سازگاری چک می شود و CB نیز از روی تطبیق و یا عدم تطبیق این دو مقدار تشخیص می دهد که حلقه جدید را با جریان داده (Data current) ایجاد نماید یا نه.

5- تست عادی (test routines):

برای تشخیص خطا های سخت افزار کنترل برد، بعد از اتمام عملیات reset و عادی شدن سطح ولتاژ سیستم تست های زیر انجام خواهد شد:

1- CPU، اتصال حافظه (MPM)، RAM روی کنترل برد.

2- مدارهای منطقی باس و توابع متفاوت اجزای اینتر باس.

## 2-4- پروتکل اینتر باس:

1- آغاز پروتکل با loopback word:

ابتدا Clock کنترل برد دیتای خروجی به داخل حلقه دیتای اینترباس می فرستد در همین لحظه کنترل برد دیتای ورودی که توسط اینتر باس ارسال شده است را از روی حلقه دیتا دریافت می کند. همچنین loopback word در ابتدا وانتهای هر حلقه دیتا قرار می گیرد.

2- هنگامی که کنترل برد loopback word را دریافت کند همه دیتای خروجی از آن به اینتر باس وارد شده است.

3- مجموع تست های انجام شده توسط CRC generator به اجزای بعدی ارسال خواهد شد.

4- اگر loopback word بصورت صحیح بازخوانی شده باشد (صحت آن تأیید شود) دیتای خروجی معتبر شده و اجزاء خروجی خود را در output قرار می دهند.

همزمان کنترل برد دیتای ورودی خود را برای کامپیوتر دستگاه کنترل دیگر جهت پردازش بیشتر ارسال می کند.

5- سپس کنترل برد به همه اجزاء دستور می دهد که اطلاعات ورودی جدید را پیش از آنکه حلقه دیتای جدیدی شروع شود، ذخیره نمایند [1,3,4].

## 2-5- سیگنال های پروتکل اینترباس:

1- سیگنال انتخابی (ID cycle & Data cycle):

هر جزء بکار رفته در ساختار اینتر باس دارای رجیستر شناسایی ID (Identification register) می باشد که این شناسه شامل اطلاعاتی از جمله: مدل ماژول، طول رجیستر، وضعیت انتقال و پیام خطا و... می باشد. بعلاوه داده های

[5] "User manual ABB® AC & DC Drivers" v. May 31, 2005  
<http://www.abb.com>

[6] "User manual ABB® AC & DC Motors" v. May 31, 2005  
<http://www.esramir.com>

[7] "User manual ABB® IT Industrial" v. May 31, 2005  
<http://www.codypars.com>

[8] "User manual ABB® Low voltage Products" v. May 31, 2005

[9] "User manual ABB® EIB systems" v. May 31, 2005

[10] "User manual ABB® MNS systems" v. May 31, 2005

[12] "Power electronic circuit, devices and applications" 2nd Ed. Rashid Muhammad H.

در حلقه دیتا، CB اطلاعات ورودی و خروجی همه اجزای اینترباس (modules , operator terminal) را بصورت همزمان بروز رسانی می کند.

2\_سیگنال کنترل (Loop Check & CRC):  
با استفاده از این سیگنال باس مستر قادر به تشخیص بخش داده از بخش های عملیات بررسی صحت داده خواهد بود.

### نتیجه گیری:

در این مقاله به معرفی، بررسی عملکرد، مکانیزم داخلی کاربرد INTERBUS در اتوماسیون صنعتی پرداختیم و روشی را برای طراحی شبکه ارتباطی واحد در اتوماسیون صنعتی مدرن بصورت Ethernet که کلیه بخش های صنعتی مورد نظر را شامل شود بصورت Industrial IT پرداختیم. همچنین INTERBUS به عنوان ابزاری متناسب با عملکرد صنایع با قیمتی ارزن و عملکرد سازگار با بیش از 80% سیستم های اتوماسیون صنعتی موجود در بازار مانند: PLC معرفی و تشریح نموده ایم.

### مراجع

[1] "INTERBUS Diagnostic Manual",  
PHOENIX CONTACT Electronic  
Cataloges 2005.  
<http://www.PHOENIX CONTACT.com>

[2] "INTERBUS User Manual"  
PHOENIX CONTACT Electronic  
Cataloges 2005.  
<http://www.PHOENIX CONTACT.com>

[3] "INTERBUS Datasheets"  
PHOENIX CONTACT Electronic  
Cataloges 2005.  
<http://www.PHOENIX CONTACT.com>

[4] "INTERBUS Datasheets"  
PHOENIX CONTACT Electronic  
Cataloges 2005.  
<http://www.PHOENIX CONTACT.com>