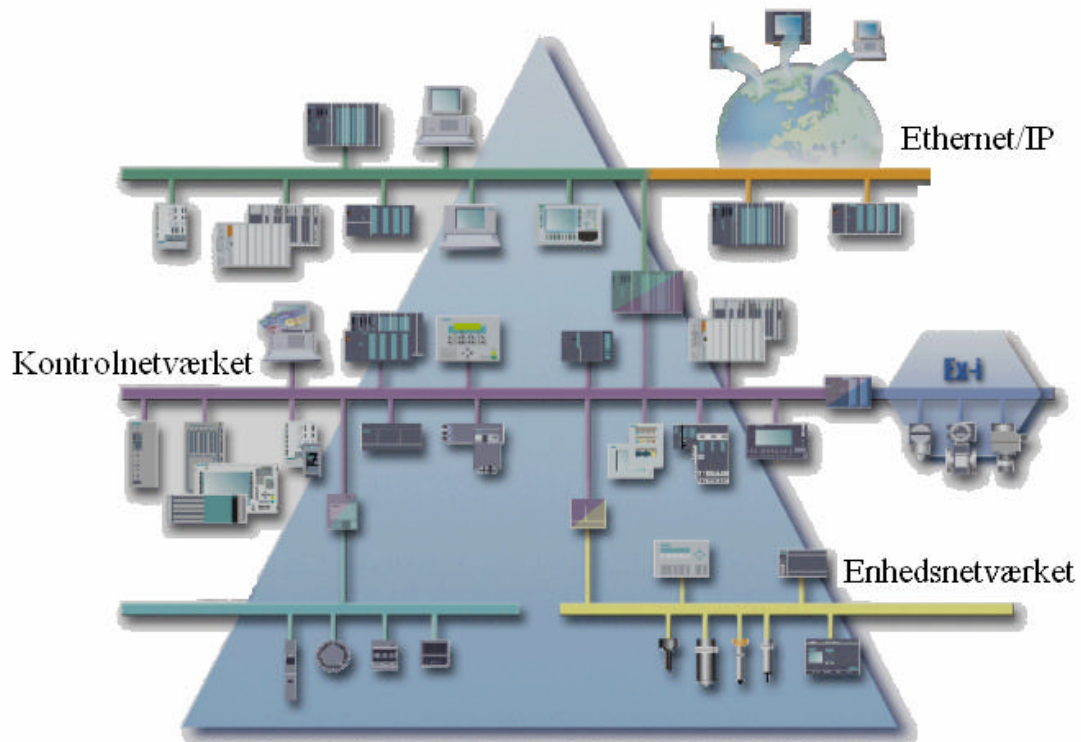


Fieldbus

- Feltbusser i automationssystemer

Foråret 2003



Udarbejdet af:

Jes Pedersen, DTU

-

jespedersen@mail.dk

Mads M. Nielsen, DTU

-

madsnielsen@privat.dk

Indholdsfortegnelse:

INDLEDNING	4
GENERELT OM FELTBUSSE	4
I/O-FELTBUSSE	4
PROCES-FELTBUSSE	5
DATAKOMMUNIKATION	5
OSI-MODELLEN	5
KAPACITET AF EN DATAFORBINDELSE	6
INTEROPERABILITET	7
I/O-FELTBUSSE	7
AS-I	7
<i>Indledende</i>	7
<i>Beskrivelse</i>	8
<i>AS-i netværkskomponenter</i>	8
<i>Typiske Applikationer</i>	10
<i>Fordele</i>	10
<i>Ulemper</i>	10
PROCES-FELTBUSSE	10
PROFIBUS	10
<i>Introduktion</i>	10
<i>Teknisk</i>	11
<i>Typiske applikationer</i>	13
<i>Fordele</i>	13
<i>Ulemper</i>	14
<i>Afslutning</i>	14
FOUNDATION FIELDBUS	14
<i>Introduktion</i>	14
<i>Teknisk</i>	14
<i>Typiske applikationer</i>	17
<i>Fordele</i>	17
<i>Ulemper</i>	17
<i>Afslutning</i>	17
CONTROLNET	18
<i>Introduktion</i>	18
<i>Teknisk</i>	18
<i>Typiske applikationer</i>	20
<i>Fordele</i>	20
<i>Ulemper</i>	21
<i>Afslutning</i>	21
LON WORKS	21
<i>Introduktion</i>	21
<i>Teknisk</i>	21
<i>Typiske applikationer</i>	24
<i>Fordele</i>	24
<i>Ulemper</i>	24
<i>Afslutning</i>	24

INTERBUS.....	24
<i>Introduktion</i>	24
<i>Beskrivelse</i>	25
<i>Produkter</i>	25
<i>Typiske applikationer</i>	26
<i>Fordele</i>	26
<i>Ulemper</i>	26
CAN.....	27
<i>Beskeder</i>	27
<i>Informationsrouting</i>	27
<i>Bitrate</i>	28
<i>Remote Data Request</i>	28
<i>Multimaster</i>	28
<i>Arbitrering</i>	28
<i>Sikkerhed</i>	28
<i>Error signalling and recovery time</i>	28
<i>Fejlbegrænsning</i>	28
<i>Bussen</i>	28
<i>Modtagelse</i>	28
CANOPEN.....	29
<i>Introduktion</i>	29
<i>Beskrivelse</i>	29
<i>Objektorientering</i>	29
<i>Typiske applikationer</i>	29
<i>Fordele</i>	29
<i>Ulemper</i>	29
SDS – SMART DISTRIBUTED SYSTEM.....	29
<i>Introduktion</i>	29
<i>Beskrivelse</i>	30
<i>Typiske applikationer</i>	30
<i>Fordele</i>	30
<i>Ulemper</i>	30
DEVICENET.....	30
<i>Introduktion</i>	30
<i>Beskrivelse</i>	30
<i>Kommunikation</i>	31
<i>Typiske applikationer</i>	31
<i>Fordele</i>	31
<i>Ulemper</i>	31
OVERVEJELSER I FORBINDELSE MED VALG AF FELTBUS.....	32
SAMMENFATNING.....	37

Indledning

Formålet med denne rapport er at give læseren indblik i, hvilke feltbussystemer (dansk for fieldbus systems), der bruges i automationsverdenen i dag.

Det er tiltænkt, at rapporten skal danne et grundlæggende kendskab til markedet, som det ser ud i dag. Hvis man skal arbejde med eller indkøbe nogle af de omtalte bussystemer, vil det være nødvendigt at tage kontakt til leverandører af det pågældende system.

Generelt om feltbusser

Fra start har ønsket med feltbusser været at spare kabel. I stedet for at trække kabler fra samtlige instrumenter i et anlæg til f.eks. en PLC eller en anden form for styrende enhed.

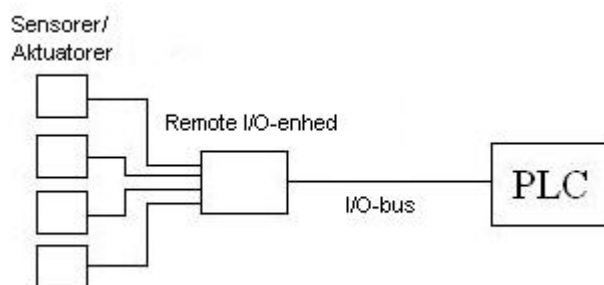
Overordnet kan man dele feltbusser op i to kategorier. Der er I/O-feltbusser og proces-feltbusser. I/O-busser er forholdsvis simple set med nutiden øjne, mens Proces-feltbusser er noget mere omfattende både med hensyn til kapacitet og muligheder.

Mange (hvis ikke de fleste) feltbussystemer startede som I/O-feltbusser. I dag er der kun få deciderede I/O-feltbusser tilbage. Til gengæld er I/O-feltbusser ikke så nødvendige mere, da proces-feltbusserne har overtaget deres funktion.

Vi har valgt, mod forventning, ikke at lave et sammenligningsskema med alle feltbusserne. Når der oplyses tekniske data, kan disse være svært sammenlignelige, da eks. antallet af enheder på en bus med polling-netværk er meget forskelligt fra antallet af enheder på en bus med Ethernet kommunikation.

I/O-feltbusser

I/O-feltbusserne (også kaldet aktuator/sensor-feltbusser) bruges primært til at spare kabel. Den forbinder typisk en PLC med en såkaldt remote-I/O enhed hvorpå man kobler en række aktuatorer og sensorer. Remote-I/O enheden er placeret forholdsvis tæt på aktuatorerne og sensorerne mens PLC'en kan være placeret et helt andet sted i anlægget. På denne måde skal man ikke trække et kabel fra hver enkelt aktuator/sensor til PLC'en men kun til remote-I/O enheden og derfra kun ét kabel til PLC'en. Særligt når der findes mange aktuatorer/sensorer og de er placeret langt fra PLC'en kan der spares mange penge på kabler.



En I/O-feltbus er en simpel feltbus, der skal transmittere simple indikationer hurtigt. Ved ikke at have så omfattende funktionalitet, som proces-feltbusserne har, er det muligt at skabe disse simple og billige feltbusser.

Da signalmængden, der kan transmitteres via en I/O-feltbus er begrænset, er det derfor også kun signaler til/fra simple instrumenter, de såkaldte aktuatorer og sensorer. Det drejer sig typisk om signaler til ventiler og signaler fra tilbagemeldere fra ventiler og lign. Signaler fra f.eks. flowmålere transmitteres sjældent via en I/O-feltbus.

Proces-feltbusser

Proces-feltbusser har en langt mere omfattende funktionalitet end I/O-feltbusser. Der transmitteres væsentligt større mængde data til/fra hver enkelt enhed på en proces-feltbus. Oprindeligt løb en I/O-feltbus fra f.eks. en PLC i en tavleinstallation og ud til en remote I/O enhed ude i procesområdet, mens proces-feltbusserne løb rundt i hele procesområdet. I dag er der imidlertid ikke den klare restriktion på I/O-feltbussen, som også kan forbinde simple procesenheder.

Proces-feltbusserne kan være koblet op efter flere forskellige topologier som f.eks. stjernenet, ringnet, bus (linie) m.m. afhængigt af det valgte feltbusprodukt.

På proces-feltbusser kan der kobles praktisk taget alle tænkelige enheder lige fra operatørstationer til flowmålere, igen lidt afhængigt af det valgte produkt.

Datakommunikation

OSI-modellen

En af de vigtigste metoder at beskrive kommunikation på er OSI-modellen, der er en standard for beskrivelser af kommunikationsstandarder. Selve OSI-modellen stammer fra et stort anlagt standardiseringsprojekt i 80'erne, hvor man forsøgte at etablere en samlet standard for kommunikation. Af forskellige lidt uklare grunde faldt projektet til jorden og TCP/IP-kommunikationen kendt fra Internettet blev i stedet den anerkendte standard. TCP/IP falder udenfor dette princip, men kan alligevel nogenlunde beskrives indenfor rammerne af OSI-modellen.

Alle nyere kommunikationsstandarder er beskrevet efter standarden ISO 7498:1984 (med addendum 1:1987 og med technical corrigendum 1:1988) også kaldet OSI-modellen. Dog med undtagelse af TCP/IP protokol suiten). OSI står for "Open Systems Interconnect".

OSI-modellen kan ikke bruges til noget konkret. Alligevel er den blevet det samlede led, når datakommunikation skal beskrives og forstås, hvilket også var det oprindelige formål med standarden.

Princippet bag modellen er en opdeling af de forskellige funktioner, der skal anvendes ved etablering af kommunikation. Opdelingen af funktionerne sker i såkaldte lag på en sådan måde, at de enkelte lag/funktioner er indbyrdes uafhængige. For de enkelte lag specificeres der så standarder, der kun omhandler det enkelte lag. OSI har standardiseret begreberne med en 7-lags model, hvor transmittering af data svarer til lag 1-4 (netorienterende del af kommunikationen) og selve indholdet svarer til lag 5-7 (anvendelsesorienterende del af kommunikationen). Den første del beskriver hvordan data skal transmitteres, mens den anden del er selve de data, der skal transmitteres.

Et lag har udveksling med laget over og laget under, således at de øvrige lag er "usynlige". Når brugeren/applikationen skal transmittere data, "indpakker" hvert led data, som behandles som en helhed i næste nedre lag. Tilsvarende "udpakker" hvert lag data til det næste øvre lag ved modtagelse af data. Dette betegnes som en "Protocol Data Unit" (PDU).

Fysisk lag

Det fysiske lag definerer selve den fysiske opkobling til netværket. Standarder for det fysiske lag definerer bl.a. mekanisk, elektrisk, funktionelle og procedurale krav til sammenkobling. I det fysiske lag indgår også en specifikation af signaleringsmetode, dvs. hvordan en bit omdannes til et elektrisk signal. For f.eks. lokalnet defineres også hvordan der skaffes adgang til netværket. Det fysiske lag leverer servicen at sende en rå strøm af bits.

Datalink

I dette lag specificeres den logiske forbindelse, dvs. hvordan en protokolenhed fra det forgående lag laves om til en strøm af bits, der kan sendes. Datalinklaget sørger også for at tilføje start- og stopbits (framing) og eventuelle andre ekstra bit, som protokollen kunne kræve. Dette lag sørger også for at data transmitteres uden fejl f.eks. ved brug af checksummer. Der kontrolleres også om datapakkerne modtages i korrekt rækkefølge. Datalinklaget sørger altså for at sende og modtage fejlfrie pakker.

Netværk

Netværkslagets opgave er at sikre, at datapakkerne sendes de rigtige steder hen ved at etablere forbindelse til de forskellige enheder (noder) i nettet. Laget skal ligeledes sikre fejldetektering og kontrol af netværkets trafik. Der kan også være indbygget metoder til optimering af trafikken ved omlægning af ruter. Laget sikrer også at pakkerne modtages i rigtig rækkefølge (flowkontrol).

Transport

Transportlaget kontrollerer den opkoblede dataforbindelse. Her specificeres metoderne for at opdele og sende data i de pakker, som datalinklaget håndterer. Det er dette lag, der sikrer, at data opdeles og samles korrekt. Dette lag er i øvrigt det øverste lag for kontrol af fejlfri kommunikation.

Session

Sessionlaget etablerer og overvåger en forbindelse mellem to enheder. La get omfatter tjenester for etablering og nedlukning af en forbindelse, overvågning, styring af dataflow og dialogkontrol. Sessionlaget sørger også for formatering af de datapakker, der skal transmitteres. Adgangskontroller mv. hører også til i dette lag.

Præsentation

I præsentationslaget sikres, at data præsenteres i det korrekte format efter den pågældende maskines formatfunktioner. Der sker f.eks. kryptering og dekryptering samt oversættelse af tegnsætning.

Applikation

Applikationslaget er det endelige interface for brugere og applikationer. Applikationslagets tjeneste kan være netværksadministration, filoverførsler, terminalemulering og elektronisk post.

Kapacitet af en dataforbindelse

Når man skal bestemme kapaciteten af en dataforbindelse er transmissionshastigheden ikke den eneste faktor, der spiller ind. I stort set alle datakommunikationsprincipper sendes data i pakker. En pakke består af, som tidligere nævnt, en header der indeholder information om, hvor den pågældende pakke skal hen samt checksum m.m. samt selve indholdet, der skal sendes. Headeren er af en bestemt størrelse, der svarer til pladsen af de informationer, den skal indeholde. Alle pakkerne

i et kommunikationssystem indeholder de samme typer oplysninger, hvorfor headeren vil være en bestemt størrelse. Der skal altså ikke gøres de store overvejelser over hvor meget datakapacitet, headeren skal optage. Derimod kan det diskuteres, hvor store mængder data, der skal sendes i hver pakke.



Hvis det altid er store mængder data, der skal transmitteres, kan det betale sig at gøre dataindholdet i hver pakke stort. På denne måde bliver f.eks. en fil delt i færre pakker, hvor ved der blive et mindre ”spild” i form af headere. Er det derimod ofte små data mængder der skal transmitteres, vil det være fornuftigt, at gøre dataindholdet i hver pakke lille. På denne måde slipper man for at sende ”halvtomme” pakker af sted og få et stort ”spild”.

Når, først der er lagt en standard for en kommunikation, kan man ikke ændre størrelsen af datapakkerne, de vil alle sammen have samme størrelse. Det kan altså godt betale sig at overveje størrelse af datapakkerne ved fastlæggelse kommunikationsstandarden til en given applikation.

Interoperabilitet

Flere systemer leveret af forskellige leverandører, men med samme kommunikationsstandard burde i teorien kunne arbejde sammen uden problemer. Dette er desværre ikke altid tilfældet. For at komme dette problem til livs specificerer alle producenterne metoder til test af konformitet og fastlægger krav til konformitet.

Konformitet er ikke en egenskab ved kommunikationsstandarden, men en egenskab ved det enkelte produkt. Konformitet beskriver hvorledes et konkret produkt stemmer overens med standarden.

I forbindelse med proceskontrol bruges begrebet interoperabilitet der kan beskrives ved at, produkterne er så konforme, at man uden videre kan erstatte enheder af et fabrikat med enheder af et andet fabrikat.

I/O-feltbusser

AS-i

Indledende

AS-i bussen den eneste rene I/O-bus pt. Alle de bussystemer, der er startet som I/O-busser, er blevet videreudviklet til proces-feltbusser.

Formålet med de første I/O-busser var som nævnt at spare kabel (og dermed penge) i automatiserede anlæg. Det er da også stadig et af formålene med proces-feltbusser, selvom de er blevet noget mere avancerede end de første I/O-busser.

Proces-feltbusserne er efterhånden blevet så avancerede, så de kan noget mere end bare spare kabel. Man kan efterhånden trække flere informationer ud af forskellige instrumenter end bare niveauet for det de skal måle. Dette kan bl.a. bruges til dataopsamling og fejlsøgning. Alle disse ekstra muligheder koster naturligvis også penge.

Formålet med AS-i bussen er, at have en simpel og billig I/O-bus uden en hel masse unødvendige funktioner til steder, hvor disse ekstra funktioner ikke er nødvendige.

Beskrivelse

Der kan kobles to forskellige typer slaver og i alt op til 32 enheder på et AS-i netværk. AS-i systemet bruger kun en master per netværk til at kontrollere dataudvekslingen, hvorfor der kan være op til 31 slaver. Masteren ”kalder op” til slaverne skiftevis en af gangen, hvor efter de svarer tilbage inden den næste slave kaldes op. Masteren kan nå at opdatere I/O informationer fra 31 slaver indenfor 5 ms. Den ene type slave er et modul (interface om man vil), der kan forbinde almindelige standard 24 VDC aktuatorer og sensorer til AS-i bussen. Denne type slave kan være IP67 user moduler eller IP20 application moduler med 4 ind- og 4 udgange. Dette kan give i alt 248 ind/udgange. Den anden type er deciderede AS-i aktuatorer og sensorer, der kan kobles direkte på bussen. Disse enheder kan håndtere op til 4 input og output bits. Denne type slaver har egne adresser på AS-i bussen.

For en controller ses hele AS-i netværket som en remote I/O enhed. Dette gør programmeringen af controlleren forholdsvis simpel.

Det er muligt at udskifte og tilføje slaver under normal drift uden, at det påvirker kommunikationen til de andre noder. Der kan opnås en kabellængde på 100 m uden repeater og 300 m med repeater.

AS-i netværkskomponenter

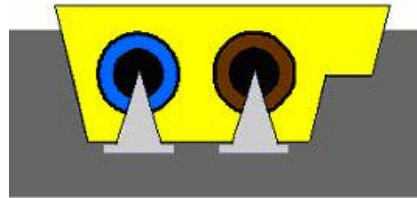
Master modul

Masteren styrer al kommunikation på AS-i kablet. Typisk kontrollerer masteren, at der ligger den rigtige forsyningsspænding på bussen samt de transmitterede data. Masteren kan opdage transmissionsfejl og slavefejl og melde disse fejl til den ovenliggende controller. Masteren forbinder typisk systemet via et plug-in kort til en PLC eller en anden microprocessor-baseret controller. Det kunne også være en stand-alone controller eller en gateway til et højere liggende bussystem.



AS-i kabler

AS-i forbinder sine enheder med et uskærmet to-leder kabel (altid gult). Enhederne ”klikkes” ud over kablet, der har en fysisk udformning der gør, at man ikke kan forbinde noget forkert. Dette gør det nemt og hurtigt at implementere AS-i. Alle AS-i enheder har to små nåle, der trænger igennem isoleringen og skaber kontakt til lederne. Hvis en enhed fjernes, lukkes hullerne i isoleringen praktisk taget helt igen.



Ud over dataudveksling kan AS-i bussen også forsyne sine slaver med en 30 VDC forsyning (nominelt 24 VDC) til f.eks. fotoelektriske sensorer, trykkontakter m.m. Denne spænding leveres fra en AS-i strømforsyning. Af sikkerhedshensyn skal nødstopkontakter dog have deres egen strømforsyning.

Ud over det gule kabel findes der også et sort til ekstern spændingsforsyning (op til 60 VDC) til udgange via et coupling modul. Der findes også et rødt kabel til spændingsforsyning på op til 240 VAC til at forsyne aktuatorer til 4I/4O moduleerne.

Coupling modul

Et coupling modul bruges til at forbinde user moduler til den gule AS-i bus.

User- og applikationsmoduler

Standard aktuatorer og sensorer forbindes som tidligere nævnt til AS-i bussen via et user modul.

Til applikationsmoduler forbindes AS-i bussen, ekstern strømforsyning og aktuatorer/sensorer via skrueterminaler eller connectorer. Det er ikke nødvendigt med coupling moduler.

Aktuatorer og sensorer med indbygget AS-i chip kan uden videre kobles til direkte til AS-i bussen.

Strømforsyninger til AS-i netværket

Som tidligere nævnt fødes AS-i enhederne med strøm gennem AS-i buskablet. Der findes særlige AS-i strømforsyninger, der forsyner bussen med en symmetrisk 30 VDC spænding via en data-decoupling enhed. Der findes strømforsyninger, der kan levere fra 2,2 A til 8 A.

Strømforsyningerne leverer strøm både til I/O moduleerne og masteren. Afhængig af de valgte moduler trækker hvert modul mellem 15 mA og 60 mA, mens masteren typisk trækker ca. 100 mA.

Strømforsyninger til sensorerne

Både sensorinputs og modulinputs bliver forsynet af en kortslutningssikret AS-i strømforsyning. Hvert AS-i inputmodul kan forsyne standardsensorerne med op til 200 mA ved 20-30 VDC. Af den samlede strøm bruger inputtrinnet 5 mA for hvert forbundet input. Hvis en strømforsyning bliver overbelastet, evt. kortsluttet, lukker den ned og fejlen meddeles til masteren.

Strømforsyninger til aktuatorer

Strømmen til aktuatorer bliver trukket fra AS-i bussen eller fra en ekstern strømforsyning. Der benyttes også en ekstern strømforsyning til nødstopkredsløb. I tilfælde af overbelastning, bliver udgange, forsynet med elektroniske udgangsmoduler automatisk koblet fra AS-i netværket og fejlen meddeles også her til masteren. Moduler med udgangsrelæer skal sikres mod overbelastning.

Forbindelse til en controller

Som tidligere nævnt forbindes AS-i netværket til en controller via masteren. Ved forbindelse til små PLC'ere kræver masteren et adresseområde på 16 bytes, mens den kræver 32 bytes ved store PLC'ere.

Ved opstart kræves ingen særlig software. Masteren begynder kommunikation gennem bussen automatisk.

AS-i netværket kan også forbindes gennem masteren til en PC. Der findes kort til PC'er, der kan fungere under DOS og Windows. Software leveres separat og indeholder alle nødvendige drivere og alt programværktøj.

Hvis man ønsker at forbinde et AS-i netværk til andre netværk, findes der gateways, der kan forbinde AS-i netværket til Profibus-FMS, Profibus-DP, Interbus, DeviceNet, CAN, Modbus, R-232, RS-422 og RS-485.

Typiske Applikationer

Man finder ofte AS-i i samle-, pakke- og materialehåndteringsmaskiner.

Fordele

Meget simpel, billig, generelt accepteret og udbredt, hurtig, strømforsyning til enheder via buskablet.

Ulemper

Ikke så godt tilpasset til analoge I/O-moduler, begrænset størrelse. Slaver skal enten være specifikke AS-i slaver eller forbindes via et særligt AS-i interface-modul.

Proces-feltbusser

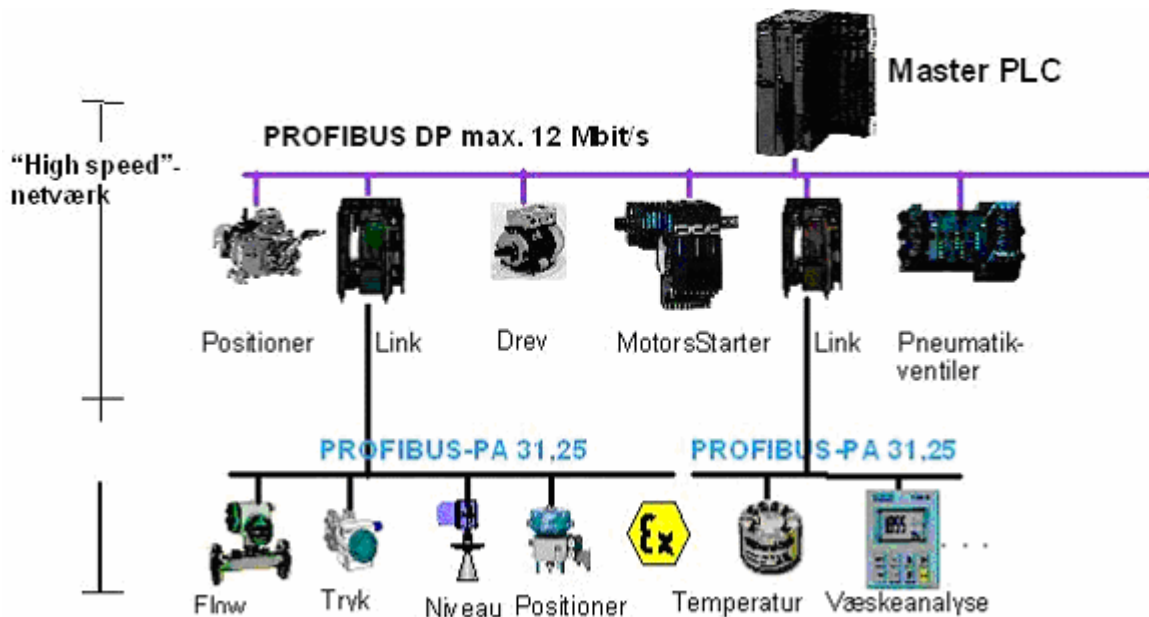
Profibus

Introduktion

Profibus er oprindeligt en kommunikationsbus udviklet i 1989 i et samarbejde mellem et tysk universitet, den tyske regering og del virksomheder med formålet at kunne distribuere I/O.

Siden da er Profibussen overordnet blevet opdelt i to niveauer, hvor der skelnes mellem kontrolnetværksprotokoller og enheds-netværksprotokoller. Den oprindelige protokol bygger på RS485 standarden og er stadig grundstenen i den distribuerede buskommunikation, Profibus-DP, der varetager kontrol-protokollen. DP står for "Decentralized Peripherals" og forbinder altså kontrolnetværket med de distribuerede I/O.

Den senere tilkomne protokol Profibus-PA blev introduceret i 1997, som en forlængelse af Profibus-DP. Formålet var, at understøtte procesautomation og PA står således for "Process Automation".



Teknisk

DP

Profibus-DP omfatter i virkeligheden flere protokoller, hhv. Basic (DPV0), FMS, DPV1 og DPV2, som tilsammen gør, at Profibus-DP tilegnes hver applikation på bedst mulig måde. Således egner bussen sig fra at være et simpelt master-slave I/O netværk til, at være et kompleks multi-master token ring netværk.

FMS står for "Fieldbus Message Specifikation" og er en mere kompleks protokol på celle niveau for krævende applikationer med mange masters. Disse kommunikerer på lige fod (peer to peer), modsat master-slave princippet. FMS faciliteter forventes at blive udnyttet mindre med tiden, da felt-noderne i dag er udstyret med intelligens og har mulighed for at kommunikere direkte med hinanden. Masterne vil da i højere grad skulle koncentreres om, at rette henvendelse til de øvre styrende lag. FMS var forløberen for Profibus-DP.

DP-V0 også kaldet DP-BASIC er en master-slave protokol brugt primært til cyklisk, at entrene fjerntliggende I/O. Hver node bliver pollet for opdatering af status og data forbundet med noden. Operationen er relativ hurtig og simpel.

DP-V1 er en udvidelse af DP-V0, som supporterer multiple masters ved brug af token ring. Netværket er delt i cyklisk - og acyklisk adgang, som eksekveres i et fast repetitionsmønster. Cyklisk adgang er magen til den som bruges i DP-V0 og fokuserer på real-time kontinuert scanning af noderne forbundet til en "class1" master. Samtidigt kan der opnås acyklisk adgang, som alternativt kan foregå med en "class2" master. Inden for "class1" masterens scan-tid, vil der først være adgang for de cykliske data, mens de acykliske data er nedprioriteret og kommer til sidst i scanningen. Her kan masteren vælge at scanne de acykliske data selv, eller overlade jobbet til "class2" masteren. Inden for "class1" masterens scantid, vil alle acykliske data dog være returneret fra "class2" masteren. Det vil være relativt sjældent, der forekommer acykliske data, da disse typisk vil indeholde forespørgsler på parameterværdier, kalibreringsdata og ikke mindst information om alarmtilstande fra intelligente enheder.

DP-V2 er en Profibus-DP variant som giver mulighed for slave-til-slave kommunikation, der specielt henvender sig til brug i bevægelsesteknologi.

PA

Bussen opererer på enheds-netværksprotokol niveauet og skal ses som en sidegren af DP bussen og ikke som en selvstændig bus. Bussen er således underlagt styring fra DP bussens controllere (eks. en PLC), og derfor skal der altid kobles mellem PA bussen og DP netværket med en DP/PA coupler. PA protokollen understøtter procesautomationens mere komplekse transmittere og ventilaktuatorer som sædvanligvis foretager hhv. måling og styring ved brug af kontinuerte og analoge signaler. En ren og skær I/O bus vil af samme grund være placeret lavere i hierarkiet af feltbusser end PA bussen.

Profibus-PA netværk er altså fundamentalt en master-slave kommunikation og derfor er det ikke nødvendigt med en sofistikeret buskonfiguration. PA bussen opererer med mere simple datablokke end DP bussen, men kan til gengæld føre en energikilde med sig. Dvs. der foregår strømforsyning til procesinstrumenterne via PA bussen, og netop derfor er bussen specielt egnet til brug i miljøer med eksplosionsfare. Det analoge signal bliver digitaliseret allerede i selve procesinstrumenterne og den hidtidige komplekse ledningsføring af mange strømførende parallelle kabler undgås.

Med tiden er der blevet lagt mere og mere intelligens over i feltinstrumenterne. Enheder som i dag går under betegnelsen intelligente, kan konfigureres til at hente data hos hinanden via den såkaldte slave-til-slave kommunikation. Denne funktion medfører en væsentlig nedsættelse af Profibusens responstid, da masteren aflastes for megen kommunikation. Masterenheden undgår at skulle behandle på data fra de intelligente enheder, som nærmest opererer på deres eget "del-net". Der er konstateret tilfælde hvor Profibusens responstid er reduceret med op til 90 % ved denne funktion.

Hastighed & størrelse

Profibus arbejder konsekvent ud fra en tidskritisk seriel kommunikation efter RS485 standarden, hvor DP versionen kommunikerer med en hastighed fra 9,6 kbit/sek. til 12 Mbit/sek. via et skærmet to-leder snoet kobberkabel. Afhængigt af kabellængden kan der opnås følgende hastigheder:

Længde pr. segment [m]	Transmissionsrate [kbit/s]
1200	9.6, 19.2, 45.45 eller 93.75
1000	187.5
400	500
200	1500
100	3000, 6000 eller 12000

Der kræves ingen forudsætninger for at installere standard kablet, og det er muligt at tilslutte eller fjerne enheder uden det får indflydelse på de øvrige enheder. Der kan kobles op til 32 DP enheder pr. segment uden repeatere, og op til 126 DP enheder med repeatere. I alt kan der tilsluttes 9 repeatere og når hele netværket er koblet op, vælges så en fælles transmissions hastighed ud fra maksimale kabellængder i ovenstående tabel. Med dette elektriske kabel kan bussen dog maksimalt strække sig over 9,6 km. Pakkestørrelsen kan fylde op til 244 bytes pr. node. DP bussen opererer efter standarderne IEC 61158 og EN50170 og kan konfigureres efter topologierne; linie (bus), træ, ring eller stjerne.

Der findes en videreudvikling af RS485 standarden, som hedder RS485-IS, der giver en ekstra høj sikkerhed klassificeret som EEx-i. Standarden benyttes i potentielt eksplosive områder. Mange brugere har vist speciel stor interesse for, at benytte sig af RS485-IS standardens "ekstra høje egensikkerhed" (egensikkerhed kaldes på engelsk "Intrinsically Safe"). Hastigheden begrænses dog til 9.6 - 1500 kbit/s og der kan, som ved DP bussen, tilsluttes op til 32 enhederne pr. segment uden repeater og 126 med repeatere, hvor der benyttes skærmet 4-leder parsnoet kabel for den ekstra sikkerhed. Alle enheder kan ved denne ekstra høje sikkerhed levere strøm til bussen.

Når man bevæger sig fra DP bussen og ud i procesbussen PA, bliver kommunikationshastigheden begrænset til 31,25 kbit/s. Der benyttes fortsat skærmet to-leder snoet kobberkabel og der kan tilsluttes 32 PA enheder pr. segment. I alt kan der kobles 125 PA segmenter på "hovedbussen" DP. Hvis man vælger at benytte sig af den ekstra høje egensikkerhed på en PA, begrænses dennes længde til maksimum 30 m. I de fleste tilfælde vil det være tilstrækkeligt, at bruge PA bussens normale egensikkerhed med egendistribution af energi til de opkoblede enheder. PA bussen får da en langt større rækkevidde, helt op til 1,9 km. Bussens egensikkerhed adskiller sig fra RS485'ens ekstra høje sikkerhed ved, at der kun er én enhed med strømleverance, som vil ske via DP/PA link-modulet. Bussen opererer efter standarden IEC 61158-2 og kan konfigureres efter topologierne; linie (bus), træ eller stjerne.

Der er udviklet et optisk fiberkabel, som benyttes over store afstande og i områder med elektromagnetiske forstyrrelser. Således er det muligt at opbygge et optisk netværk, der strækker sig over afstande på op til 90 km med maksimalt 125 optiske enheder tilsluttet. Det optiske net skal da deles op vha. repeatere i segmenter med maksimalt 30 enheder tilsluttet hvert segment. De optiske enheder kaldes OLM og står for "Optisk Link Modul", hvorpå de oprindelige elektriske netværkssegmenter kan opkobles i en udstrækning som ovenfor beskrevet.

Tips til fejlfinding

PROFIBUS-DP er meget ligefrem set fra brugeren, eftersom meddelelses-formatet er rimeligt simpelt. Dog vil følgende tips være behjælpelige med at identificere almene problemer.

- Profibus's måske bedst kendte feature er den høje transmissionshastighed på 12 Mbaud. Vil man imidlertid benytte sig af denne hastighed, kan man få brug for et oscilloskop til at kontrollere og tune impedans termineringer og død-ende længder. Ofte ses det, at en lavere netværkshastighed opfylder kravet til kommunikation i et automationssystem lige så godt, men er blot meget nemmere at få til at køre i praksis.
- Det mest almindelige problem ved konfiguration af Profibus netværk er, at vælge den rigtige GSD fil (enhedsbeskrivelse ved brug af produkter fra andre producenter på Profibus). Disse filer er oftest kun tilgængelige i separate disc og leveres ikke med produktet selv, og derfor pares filerne tit med de forkerte enheder.
- Der findes en håndholdt netværksanalysator, som kan benyttes for hurtig fejlsøgning. Denne kan opkobles "on-the-fly" og diagnosticere nettet for kabelbrud, status på de tilsluttede enheder osv. Med denne spares meget tid på fejlsøgning.

Typiske applikationer

Profibus er almindeligvis anvendt i procesregulering og større anlæg. Meget anvendt til samling af multi-input sensor blokke, pneumatiske ventiler, komplekse intelligente enheder og mindre sub-netværk så som ASI og operatør-interfaces. Profibus opererer altså på tværs af alle lag og kommunikerer efter diverse normer:

Industrial Ethernet IEEE 802.3 and 802.3u – den internationale standard for netværk på celle niveau.
PROFIBUS IEC 61158/EN 50170 – den internationale standard på felt og celle niveau. På det laveste feltniveau, kommunikerer Profibussen med eksempelvis AS-i protokollen efter EN 50 295 og inden for bygningsautomation med EIB standarderne EN 50090 og ANSI EIA 776.

Fordele

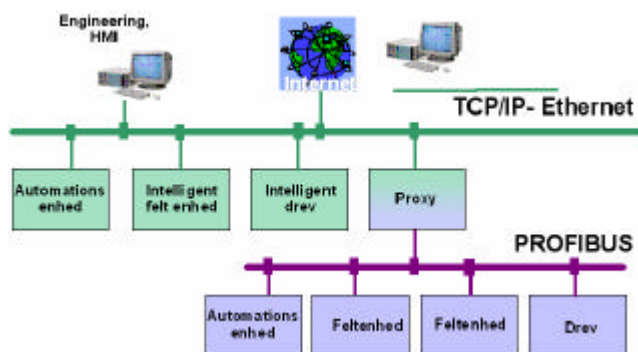
Profibussen er den mest accepterede internationale automationsnetværksstandard og dette er i sig selv en fordel. Den kan kommunikeres med alle andre feltbusser på alle niveauer og derfor er Profibus den mest almindeligt anvendte i Europa og er samtidig meget populær i både Nord- og Sydamerika. Den håndterer store mængder data med høj hastighed og tilgodeser behovet for at operere med store installationer.

Ulemper

Profibussen opererer med forholdsvis store headere i datapakkerne, selv når der kun er behov for at transmittere små mængder data. Desuden er Profibussen en anelse dyrere at implementere i sammenligning med andre busser.

Afslutning

Standard profiler er defineret i Profibussen for tilslutning af almindeligt sælger-uafhængigt automationsudstyr. Data definitioner herfor beskrives i de nævnte GSD filer og PROFIBUS-DP understøtter på denne måde de fleste PLC'ere og reguleringssystemer. Hovedparten af Profibus produkter understøtter stort set alt inden for industri-automation, hvorfor mange procesinstrumenter også direkte kan forbindes til PROFIBUS-DP.



Desuden er der adgang til feltbussen via PROFInet, som er et omfattende automationskoncept, der forbinder al kommunikation fra feltniveau til management af Profibus netværket. PROFInet arbejder via TCP/IP protokoller kendt fra PC verdenen og linker til feltbussen via et Proxy modul. Modulet forbinder hele feltbussen og PROFInettet uafhængigt af antal enheder og sikrer hermed en maksimal beskyttelse af investeringen.

Den åbenhed som Profibus byder på hele vejen gennem automationspyramiden fra I/O til Engineering og Management er årsagen til, at Profibus DP/PA velsagtens er den mest udbredte feltbus i dag. Den store udbredelse skyldes samtidigt feltbussens væsentlige hastighed og tidskritiske data eksekvering, som gør den unik for mange proces reguleringer og data-intensive applikationer.

Foundation Fieldbus

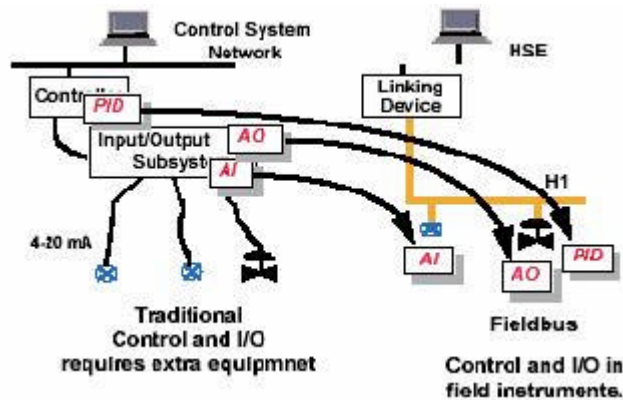
Introduktion

Foundation Fieldbus (FF) var gennem mange år underlagt diskussioner omkring sin udformning. De første specifikationer blev frigivet i august 1996 med konceptet, at sætte fokus på "hele netværket som kontrolsystem". Derfor omtales først det lavere liggende enhedsnetværk, da kontrollen er implementeret heri. Dernæst omtales et "øvre liggende kontrolnetværk".

Teknisk

Enheds- og kontrol netværket FF

Dette lavere liggende netværks virkemåde afviger fra den traditionelle opfattelse af, hvordan feltbusser opererer. FF specificerer ikke kun et kommunikationsnetværk, men også kontrolfunktioner, hvor alle enhederne i grove træk kontrollerer sig selv ved en distribueret kontrol. Formålet med kommunikationen er da kun, at få data til at udføre passende operationer i en anden kontrolenhed.



Kommunikationen deles i to faser og foregår med en fast repetitionsrate, via et parsnoet kobberkabel. Faserne er cyklisk og acyklisk for hhv. konfigurations- og diagnosekommunikation. En "Link Active Scheduler" (LAS) kontrollerer kommunikationen ved at polle netværket og herefter få procesdata placeret på bussen til brug for andre enheder. Dette foregår ved en speciel token, som "forbinder" bussen med den aktuelle enhed og data genereres i regulære intervaller.

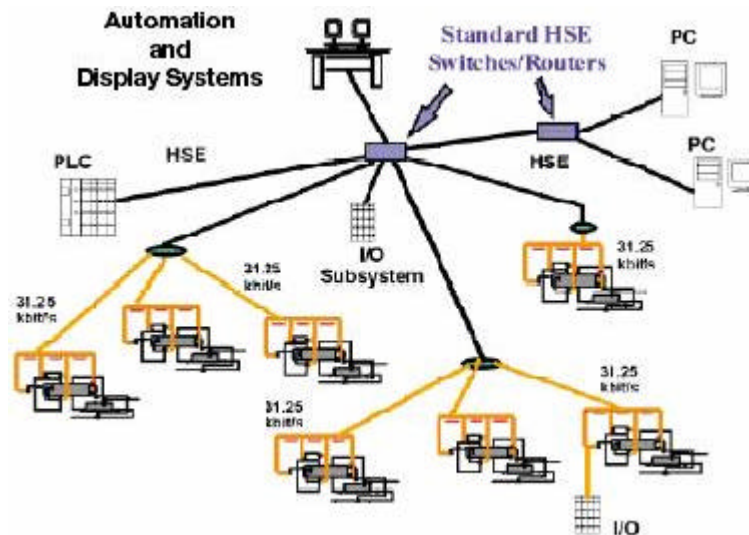
Link modulet LAS indeholder en liste over sendetider for alle data buffere i enhederne på FF nettet. Enhederne på dette net skal transmittere cyklisk og når det er tid for en enheds buffer at sende sit indhold af sted, vil LAS'en sende en besked til enheden om dette. I stedet for at returnere data til LAS'en som var den en master, fungerer FF nettet på den måde, at enheden publicerer sine data til alle enheder som broadcast. Alle enheder som er sat op til at være abonnent på den pågældende type data, vil så modtage disse data direkte. Når enhederne har behov for at sende acykliske data, vil det igen være LAS'en som giver tilladelse til dette ved at sende en token besked til enheden. Enheden har så et vist tidsrum til at få publiceret sine acykliske data.

Applikationslaget definerer funktionsblokke, som inkluderer analoge signaler, transducere og traditionelle PID blokke. Der benyttes standardblokke, hvilket vil sige, at der tillades opkobling af enheder fra forskellige fabrikanter. Data på netværket er faktisk kun transporten fra en funktionsblok til en anden i det kontrol-netværks baserede system. Data er komplekse og indeholder digitale -, status - og Engineering-værdier.

Øvre kontrol netværk HSE

I år 2000 frigav Fieldbus Foundation en udvidelse til konceptet "hele netværket som kontrolsystem (FF)". Man ønskede nu at forbinde flere subnetværk med management systemer og lod det ske med protokollen FF-HSE (High Speed Ethernet) baseret på PC verdenens TCP/IP miljø. Således tilgodeser FF-HSE blokfunktioner fra ét FF subnet, at operere på et andet FF subnet.

Da det øvre liggende kontrolnetværk FF-HSE ligger på Ethernet niveau, er standarden ikke 100 % tidskritisk, og FF adskiller sig derved sig fra den normale opfattelse af proces-feltbusser. Der kan eksempelvis ikke aktiveres et nødstop på ét subnet, med tidskritisk konsekvens på et andet subnet. Til gengæld er det jo muligt, at tildele alle enheder IP-adresser og entrere disse direkte fra Internettet, hvorfra man eksempelvis også kan pinge en enhed.



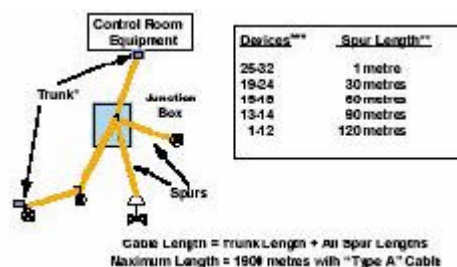
Da HSE protokollen som sagt opererer på Ethernet-niveau, kan alle enheder kommunikere via "peer-to-peer" metoden. Signaler skal ikke ind og vende en central computer først og man spares for nedbrydning af et større anlæg pga. computerfejl. Når dette kontrollerende mellemed spares, betyder det også, at automationspyramiden bliver fladet ud.

Der benyttes standard Ethernet kabel og der kræves ingen speciel værktøjer for montage, men denne er alligevel hurtig og simpel. Store økonomiske besparelser opnås ved implementering af nye øvre liggende kontrol netværksenheder fordi disse blot skal udstyres med standard Ethernet komponenter, som jo i dag produceres i massevis. HSE benytter eksempelvis også almindelige switches beregnet for Ethernet.

Hastighed & størrelse

FF bussen transmitterer med en hastighed på 31,25 kbit/s og kan konfigureres enten som bus- (linie), stjerne- eller trætopologi. FF tillader tilslutning af andre netværk som f.eks. DeviceNet og Profibus via et interface til I/O subsystemet placeret midt i ovenstående billede. Foundation Fieldbus kan, ligesom disse øvrige feltbusser også anvendes i områder med krav om ekstra høj sikkerhed, idet man kan forsyne feltinstrumenterne med energi via bussen.

Den samlede kabel længde er opgjort på nedenstående figur og forstås som længden af linien plus længden af alle sidegrene. Der er konsekvent en samlet længde på 1900 m hvoraf der er mulighed for 120 m lange sidegrene.



Der er begrænsning i antallet af opkoblede enheder på sidegrenene. Hvis bussen benyttes uden egen strømforsyning, kan der opkobles 32 enheder pr. sidegren. Benyttes derimod egen strømforsyning mhp. på sikkerheden, kan der maksimalt kobles 12 enheder til sidegrenene. Endeligt bliver antallet af enheder på sidegrenene begrænses til 6, såfremt der er tale om applikationer med ekstra høj gensikkerhed.

Desuden er det værd at bemærke, at hver sidegrens længde bliver kraftigt begrænset for hver tilkoblet enhed. For ca. hver anden tilkoblet enhed, ud over de første 12, vil en sidegrens længde begrænses med hele 30 m.

I alt kan der adresseres 240 enheder pr. link modul (LAS), der som sagt forbinder FF til den hurtige Ethernet bus på det øvre liggende kontrolnetværk. Man kan her opnå transmissionshastigheder fra 10 Mbit/s til 100Mbit/s. Blot er man ikke altid vidende om, om pakken ”kommer i dag eller først i morgen”, eftersom Ethernet teknologien er benytter en protokol, som sender pakkerne når der vel at mærke er plads på nettet.

HSE netværket forbindes i en stjerne topologi, som bygges op om én eller flere hubs, der forbindes med et uskærmet parsnoet kabel. Der kan kun tilsluttes en enkelt enhed pr. segment. Disse enheder vil være management PC'ere, office PC'ere, PLC'ere og ikke mindst de før omtalte LAS moduler, som forbinder HSE til FF subnettene.

Der er mulighed for opbygning af optiske - og trådløse netværk. Det optiske netværk vil typisk blive benyttet på Ethernet niveauet, eftersom Ethernet har en begrænsning i kabel udstrækning på 100 m.

Typiske applikationer

Foundation Fieldbus benyttes i applikationer, hvor man ønsker at have placeret kontrolleren dér hvor, der er behov for den. Man belaster således ikke en centraliseret controller, som oftest forbinder meget store og komplicerede netværker. Bussen kan godt bruges til store anlæg, men der bliver en naturlig begrænsning i anvendelsen dér hvor, tidskritiske data skal udveksles over flere subnet (når der er over 240 opkoblede enheder).

Fordele

Feltbussen kan i kraft af den distribuerede kontrol teste sig selv, og ”nedetider” i en produktion reduceres dermed væsentligt. Anlæggets sikkerhed styrkes endvidere af, at data selv finder en vej rundt på nettet hvis eksempelvis en gren er beskadiget.

Der er kompatibilitet med andre feltbusser forstået på den måde, at feltbusser som f.eks. DeviceNet og Profibus kan tilkobles via interfaces på et I/O subsystem.

Ulemper

Bussen er ikke konsekvent tidskritisk over flere subnet og derfor kan nødstop og andre sikkerhedsanordninger ikke implementeres her imellem. Det øvre liggende kontrolnetværk har en maksimal fysisk udstrækning på 100 m. Der skal derfor bruges adskillige hubs, som forbindes med multileder kabel, der hurtigt går hen og bliver en dyr løsning. Man kan alternativt, allerede ved små netværk, begynde at konfigurere optiske strækninger, hvilket igen fordyrer det øvre netværk. Skal der opnås ekstra høj egensikkerhed, skal der føres ekstra kabler til strømforsyning af enhederne.

Afslutning

HSE (Ethernettet) har ikke ekstra høj sikkerhed, som ofte er krævet af en feltbus og kan f.eks. ikke benyttes i den kemiske - og petrokemiske industri. Omvendt har FF (feltbussen) for lille båndbredde til at understøtte et helt anlæg fra top til bund i automationspyramiden, og derfor optræder der et ideelt samarbejde mellem de to protokoller.

Kontrollen er distribueret ud i felten og forholdsvis flere enheder er følgelig intelligente, end det ses i mange andre feltbussystemer. Da enhederne kan entreses via Ethernet protokoller fra øvre plan, er der en meget stor åbenhed for valg af instrumenter fra diverse producenter. Det kræver imidlertid stort udviklingsarbejde fra producenternes side, at få tilpasset instrumenterne til den åbne standard.

Instrumenter gennemgår testprocedurer og de får udstedt licenser der verificerer deres anvendelighed i forhold til FF og HSE, der tilsammen er kendt som bussen der tilgodeser web-baseret anlæg kaldet "PlantWeb".

Controlnet

Introduktion

Industrielle netværk byder hver især på mange forskellige fordele, men de opnås uheldigvis ikke på tværs af netværkene og man må definere klart hvilke fordele, der skal prioriteres i valg af en netværkstype. De mest naturlige ønsker for et netværk i automationsøjemed, er høj transmissions hastighed kombineret med tidskritisk ankomst af data fra alle enheder tilsluttet netværket.

Da man/Allen-Bradley i 1995 publicerede ControlNet, havde man/han forsøgt at råde bod på problemet med høj hastighed i et real-time-miljø. Således byder ControlNet på et real-time kontrollag, der understøtter højhastigheds transport af både tidskritiske I/O og acykliske data, inkl. up - og download af programmer og konfigurations data.

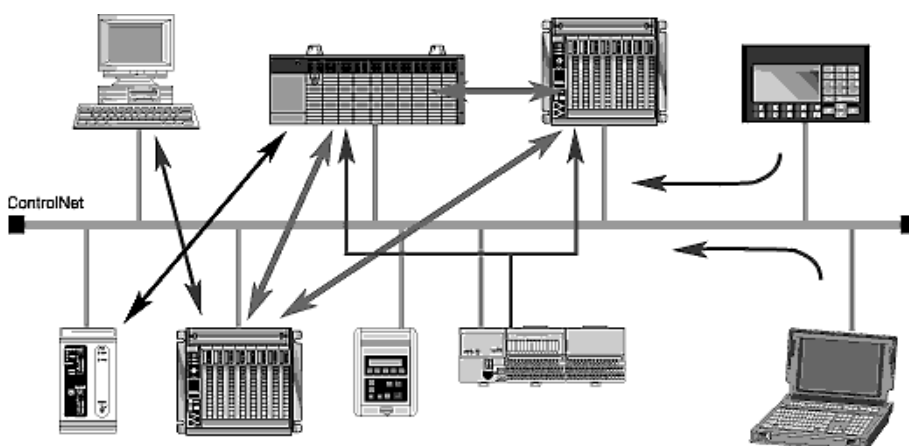
Teknisk

Med ControlNet vil man primært, med kun ét netværk, skabe kommunikation mellem PLC'ere, I/O enheder, programmerings - og operatørterminaler. Der kan dog tilsluttes andre subnet som f.eks. DeviceNet og Foundation Fieldbus via link moduler.

Grundstenen i ControlNet er en algoritme kaldet "Concurrent Time Domain Multiple Access (CTDMA)", som regulerer en nodes mulighed for at transmittere i hvert "netværks-interval". Man konfigurerer hvor ofte netværkets intervaller repeterer ved at vælge et netværks update interval (NUT).

Algoritmen består hovedsageligt af to dele, hvor den ene del indeholder skemalagte data, som skal sendes i real-time. Den anden del indeholder ikke skemalagte data, som eksempelvis konfigurations data, der blot skal modtages på et eller andet tidspunkt. De ikke skemalagte data er selvsagt nedprioriteret og kan kun afsendes i det tilfælde, hvor de skemalagte data ikke fylder hele datapakken. Hver node kan sende en datapakke á maksimalt 512 bytes. Bruger en node ikke pakken fuldt ud til skemalagte data, også kaldet cykliske data, bliver den ubrugte tid reserveret til ikke skemalagte data (acykliske data). Alle noder sender på lige fod deres acykliske data i den ikke skemalagte tid inden for ControlNet protokollens valgte NUT rate.

Det er kendetegnende for ControlNet, at flere mastere kan benyttes på samme segment, når I/O skal entreses. Dette giver altså mulighed for peer-to-peer kommunikation og specielt interessant er det også, at der kan "multicastes" både input - og output data, hvilket reducerer trafikken på feltbussen

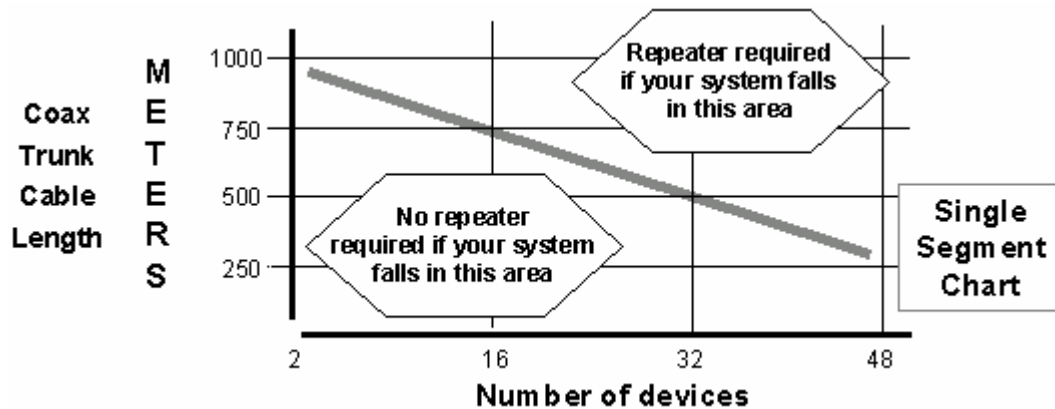


væsentligt. Dette betyder, at cykliske data kan læses fra én kilde af alle enheder på en gang, og man kan på denne måde synkronisere ellers uafhængige enheder. Man sparer dermed også tid ved indlæsning af samme typer data til flere ens enheder rundt omkring på netværket.

Yderligere bevirker det, at flere eller færre enheder på netværket er ubetydeligt for transmissionshastigheden. Der er dog en øvre grænse for hvor mange enheder, der kan kobles til hele netværket. Multicast funktionen kræver en høj grad af intelligens for alle enhederne, og disse er derfor temmelig komplekse.

Hastighed & størrelse

ControlNet's protokol håndterer data med en hastighed på op til 5 Mbit/s via et RG-6 coax kabel og BNC connectors. Kablet kendes fra kabel-tv industrien og kan strække sig over 1000 m pr. segment. Længden reduceres med antallet af enheder koblet på segmentet, startende med 1000 m for 2 tilsluttede enheder. På nedenstående figur ses, at der maksimalt kan opkobles 48 enheder pr. segment.

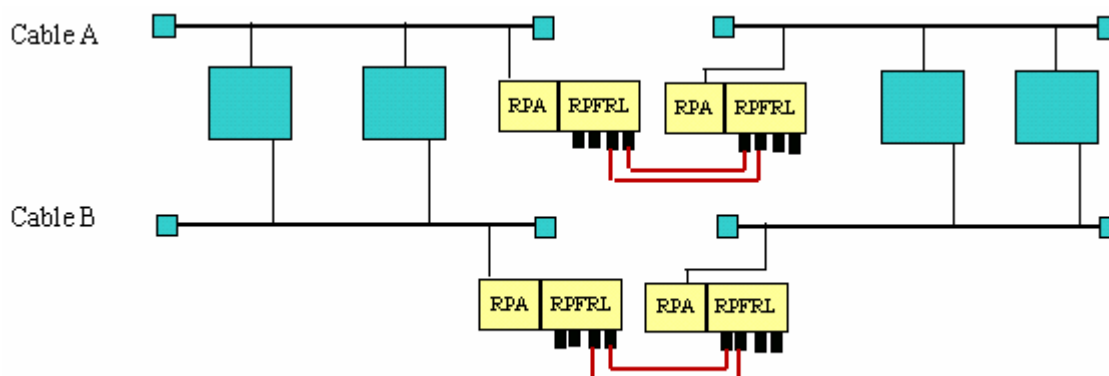


Som figuren illustrerer indsættes repeatere, når der ønskes flere enheder pr. segment end tilladt. På hele netværket kan der maksimalt opkobles 99 enheder, og det vil så kræve mindst 2 repeatere. Hver repeater vil tælle som en enhed på hvert af de segmenter den forbinder. Hele netværket kan med coax kabel maksimalt få en samlet udstrækning på 5 km.

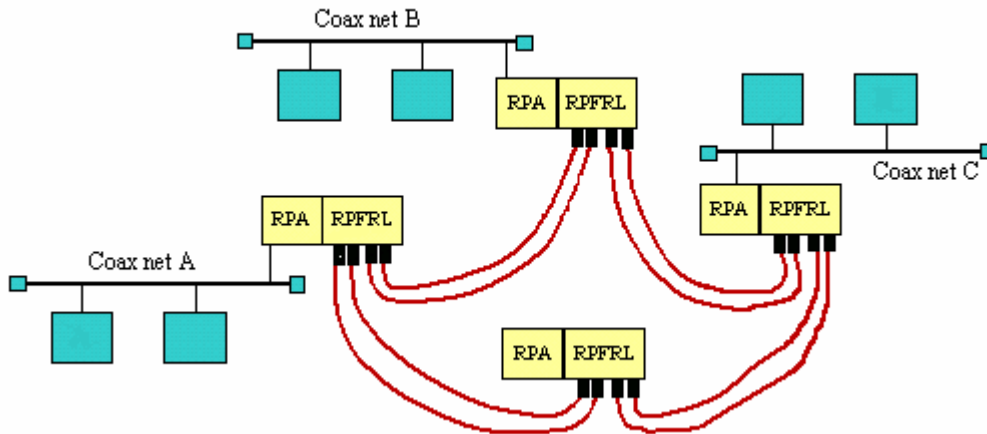
Der er forlydender om, at antallet af seriekoblede repeatere i efteråret 2002 blev øget fra 5 til 20 stk., hvilket vi i skrivende stund ikke har fået bekræftet. Det store antal repeatere giver mulighed for forskellige netværks-topologier. Der skal ikke vælges én bestemt topologi, men der kan frit kombineres mellem almindelig "trunk" (bus-linie), stjerne og træ.

Hele netværket kan kobles op som et redundant system. Da tales om et A net og et B net, hvor alle tilsluttede enheder i så fald skal supportere denne kommunikationsform og hver have 2 tilslutningsstik. Hvis der pga. kabelbrud ikke kan kommunikeres på det ene net, vil der fortsat kunne benyttes det andet net. Det er vigtigt at bemærke, at kablerne til de respektive net monteres på de rigtige A - og B stik på enhederne for, at holde mindst ét net intakt.

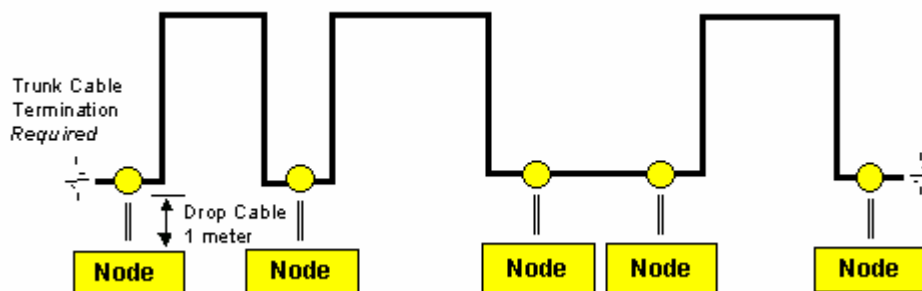
Der kan benyttes optiske kabelstrækninger, men enhederne kan ikke forbindes direkte herpå. Derfor benyttes optiske strækninger, på op til 30 km., fortrinsvist til forbindelse af coax "subnet".



Det ses af ovenstående billede, at der benyttes et RPFRL modul i hver ende af det optiske kabel. Disse optiske link moduler har to sæt terminaler og kan forbinde to optiske strækninger. Herover er opbygget et redundant system, hvor coax nettene slutter ringen, men man kan også forbinde de optiske moduler i en redundant ring vist på nedenstående figur.



De viste "coax net" A, B og C kan konfigureres med forskellige topologier. Som tidligere beskrevet, ønsker man i de fleste tilfælde, at få samlet en masse signaler på én buslinie af besparende årsager. Når en bus topologi vælges i ControlNet, kan enhederne monteres højst en meter fra bus kablet (Trunk Cable) via et "Drop Cable". Der kan ikke overføres energi via bussen og noderne skal derfor have deres egen strømforsyning.



Når det samlede ControlNet er koblet op, kan brugeren frit vælge den førnævnte NUT (repetitionsrate) fra 2 - 100 ms.

Typiske applikationer

ControlNet håndterer store datamængder og klarer distribuering af I/O over store afstande. Pga. multicast af data kan enheder på hele netværket styres synkront, hvilket gør feltbussen egnet til systemer med multiple controllere, koordinerede drev-systemer, svejsekontroller, bevægelseskontrol og proceskontrol. Netværket egner sig imidlertid ikke til anlæg med stort antal enheder, idet der er en begrænsning på 99 stk. opkoblede enheder for hele netværket.

Fordele

En stærk side ved ControlNet er muligheden for opbygning af redundante netværk fra top til bund. Hertil benyttes traditionelt Ethernet teknologien, hvor ControlNet opbygger ringen omkring almindeligt coax kabel og det redundante system fås herved til en langt billigere pris end selv det ellers rimeligt billige standard Ethernet.

Ulemper

Alle noder skal være udstyret med Rockwell's ASIC chips for, at imødekomme den mulige alsidige redundante kommunikationsform. Dette er et fordyrende led og forhindrer i høj grad hele konceptets udbredelse, idet der er store omkostninger forbundet med at implementere denne intelligens i de forskellige producenters instrumenter.

Afslutning

ControlNet flader den samlede netværksarkitektur ud ved at kombinere både I/O opdatering og acykliske data gennem peer-to-peer udveksling samt konfigurationsup- og download af programmer. Tidskritiske data har en garanteret leveringstid og øvrig trafik har en forudsigelig maksimums transaktions tid.

Hele netværket kan og skal da kobles op som et totalt redundant system, idet alle enheder udstyres med A- og B-net stik. Systemet omtales herved som modellen med fuldt integreret Producent/Forbruger-kommunikation. Dette gør feltbussen til en meget sikker løsning, når det drejer sig om garanti for udveksling af data enhederne imellem, oven i købet selv om der måske skulle forekomme kabelbrud et sted i processen.

Via gateways eller linkmoduler kan ControlNet danne bro til andre tidligere implementerede net i et anlæg, eks. Foundation Fieldbus eller DeviceNet, hvilket er en nødvendighed hvis feltbussen skal kommunikere med instrumenter i eksplosive områder. Ligeledes kan gateways forbinde ControlNet til andre Ethernet, der så kan konfigurere I/O på ControlNet uden problemer.

ControlNet er derfor en meget åben feltbus, men dog temmelig begrænset i antal tilsluttede enheder.

LON Works

Introduktion

LON var en af de tidlige feltbusser på markedet og blev lanceret af Echelon allerede i starten af 1980'erne. LON står for "Local Operating Network" og som navnet antyder, var ideen at lokale netværk skulle kunne arbejde helt selvstændigt. Man simplificerede drastisk sensor- og kontrolnetværk ved at implementere en total gennemarbejdet kommunikations protokol i én enkelt chip, som sidder i næsten samtlige enheder på hele netværket.

Konceptet er altså total distribueret kontrol, implementeret i LON's meget avancerede Neuron chip, der indeholder alle 7 lag i OSI-modellen. Chippen giver således direkte adgang for management systemer til de enkelte enheder koblet på feltbussen.

Teknisk

Med Neuron chippen, siddende i stort set alle enheder på feltbussen, opnår man fuldstændig uafhængighed af styrende kontrolenheder som PC'ere og PLC'ere. Sempel sensor og kontrol information optager ikke datakapaciteten og man sparer derved hele netværket for en masse datatransmission.

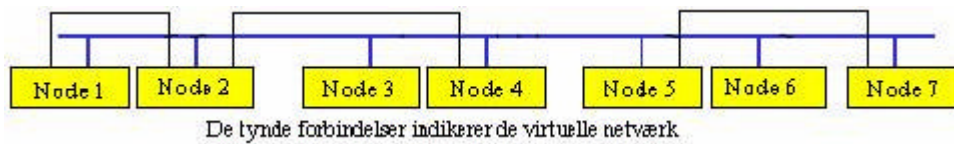
Det er i virkeligheden ganske små informationsmængder, der florerer helt ude i felten af et automationsanlæg. Det er mest, når der overføres parametre og diagnose data, de store informationer transmitteres. Alligevel belaster de mange små informationer nettet mest, idet disse jo bærer driften af hele anlægget. Derfor var det smart at få selv ukomplicerede enheder på nettet til at kommunikere indbyrdes ved, at udstyre dem alle med en fuld kommunikationsprotokol. Dog kan der i et anlæg optræde så simple enheder, at det ville være omsonst at udstyre disse med hele

protokollen. Man udviklede en mindre VLSI chip, som nemt og billigt kunne implementeres i disse "low-cost"-enheder, dvs. enheder som f.eks. lys switche og temperaturfølere, som næppe vil blive forespurgt om data fra management niveauet.

Den principielle virkemåde klarlægges ved et mindre eksempel:

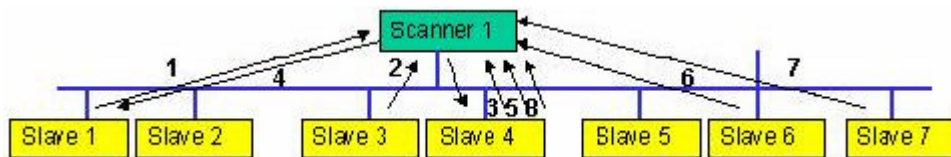
I to uafhængige noder kan der være hhv. en temperatursensor og en controller. Controlleren læser temperatur-informationen fra den anden node og sender sine aktuator instruktioner til bussen. Et andet sted på feltbussen kan en motor til en ventilator nu læse aktuator informationen. Kontrollen ses i nedenstående figur, at være blevet distribueret ud i virtuelle netværk, og belaster nu i mindre grad hele feltbussen.

LON Works feltbus:



Vil man have et display til at vise informationen, kræves der ingen udskiftning af programmer eller skift af kabler. Man forbinder blot displayet, som selv læser informationen fra feltbussen. I et traditionelt system, som vist på nedenstående billede, skulle man have programmeret Controlleren til at sende informationen til displayet.

Traditionel feltbus med scanning af enheder:



Bemærk klassifikationen af enhederne på de to sidste figurer. Enhederne kaldes noder i øverste figur, mens de i nederste figur kaldes slaver. Slaver bliver pollet og er nødvendigvis ikke udstyret med samme intelligens som noderne.

Et hovedmål med LON protokollen var, at sikre uafhængighed mht. tilslutning af enheder fra forskellige producenter. Selvom disse ikke skulle leve op til LON's koncept med høj intelligens for den distribuerede kontrol, imødekommer LON protokollen alligevel uafhængigheden. Uafhængigheden sikres ved brug af Standard Network Variable Types (SNVT). Disse variable fungerer som et interface, alment kendt inden for data verdenen, og de forskellige producenter skal blot sørge for, at deres enheder kan operere med denne standard. Enhederne bliver defineret som objekter og får defineret hvilke andre objekter, de skal kunne kommunikere med via SNVT, og her opstår altså en form for subnet som aflaster hovednettet.

Når en node tilskriver en output variabel en ny værdi, "spredes" budskabet til hele netværket via standard variablene uden noderne har hverken en Neuron- eller VLSI-chip installeret. Brugeren definerer variablene vha. et Windows baseret softwareværktøj, ICELAN fra IEC. De enheder som har Neuron-chippen installeret, varetager så kontrollen af kommunikationen.

LON protokollen supporterer en bekræftende "ende-til-ende" kommunikation med automatisk genkald. Når en node har afsendt en besked, forventer den en bekræftelse fra alle påtænkte modtagere og vil automatisk blive ved med, at sende beskeden indtil alle modtagere har afgang.

respons. Udebliver et respons vil en "heartbeat" timerfunktion afgive alarm og forhindre netværket i at låse sig fast.

Protokollen opererer med en speciel algoritme, der forudsiger kollisioner på netværket. Algoritmen tillader en kanal (det fysiske transportmedie) at udnytte sin maksimale kapacitet, snarere end at få antallet af gennemførte transaktioner degraderet pga. datakollisioner. Herved distancerer protokollen sig fra Ethernet, der dør med hyppigt forekomne kollisioner, og konstant søger at afsende data ad alternative ruter. LON protokollens kollisions-algoritme fungerer på tværs af diverse medier, og nettets svartider forbedres, selv når der benyttes parsnoet kabel.

Sendes der meget tunge data over nettet, er der yderligere en prioritet indlagt i protokollen. Denne fungerer ved, at noder får adgang til nettet i prioriteret rækkefølge, så snart en igangværende transmission er fulden. Det er noden som prioriteres og ikke datatypen, hvilket ikke er helt ulogisk, da man på forhånd ved hvorfra de største datamængder kommer.

Hastighed & størrelse

For at gøre routing på feltbussen nemmere, er der defineret en hierarkisk form for adressering. Hierarkiet deles op i domæner, subnet og node-adresser. En node kan således adresseres ved brug af domæne- eller gruppeadresser.

Domænet er en logisk samling af noder på et eller flere transportmedier. Kommunikationen kan kun finde sted imellem noder på et fælles domæne og der skabes her et virtuelt netværk. Flere domæner kan imidlertid optage det samme medie og derfor bruges domæner også til at hindre interferens mellem noder på forskellige netværk. Interferens vil typisk forekomme på RF (Radio Frequency) netværk.

Radiofrekvens er blot ét af de netværksmedier LON kan benytte. Af andre medier kan nævnes parsnoet kabel med - og uden energiforsyning, coax-kabel og optisk fiber. LON kan således benyttes i områder med ekstra stor risiko for eksplosionsfare, ved benyttelse af kablet med energiforsyning.

Et subnet kan bestå af 127 enheder på samme medie og flere subnet kan forbindes med bridges. I alt kan der forbindes 255 subnet pr. domæne og man kommer i alt op på over hele 32.000 opkoblede enheder. Endeligt er det muligt, at konfigurere op til 256 små virtuelle netværk i grupper indeholdende hver 63 enheder.

Når LON feltbussen kobles op med parsnoet kabel, er den ikke specielt hurtig i forhold til andre feltbusser hvilket, mest af alt, skyldes dens tidlige oprindelse. LON kom således på markedet ca. 10 - 15 år før mange af de andre kendte feltbusser og lider i dag under en ældre teknologi. I følgende tabel angives nogle hastigheder for feltbussen, afhængigt af medie og udstrækning.

Medie	Udstrækning [m]	Hastighed
Transformerkoblet (parsnoet kabel)	2000	78 kbit/s
Transformerkoblet (parsnoet kabel)	130	1,25 Mbit/s
Fri topologi	500	78 kbit/s
Med energiforsyning	6000	10 kbit/s
Radio	15000	15 kbit/s

Typiske applikationer

Alle enheder kan tale med hinanden og derfor ser man LON anvendt alle steder, hvor der er behov for proprietære netværk. Af uvisse grunde har LON ikke vundet det store indpas i fabriksautomation, men har til gengæld opnået store markedsandele inden for bygningsautomation. Specielt i alarmsystemer og i køle-, blæser-, varme-, ventilations- og airconditionanlæg.

Der kan tilsluttes et meget højt antal enheder på et domæne, og bussen kan derfor også benyttes til styring af telefonanlæg i store bygninger.

Pga. Neuron-chippens alsidighed, benytter man også LON netværk i kontor-telefonsystemer, som ofte er computerstyrede.

Fordele

LON chippens force er klart den store frihed til at tale med alle andre enheder og instrumenter rundt omkring på et netværk. Pga. alsidigheden benyttes feltbussen derfor i alle applikationer, ikke mindst fordi den dækker alle lag i OSI-modellen. Samtidigt giver den mulighed for anvendelse af alle topologier, og kan anvendes i miljøer med ekstra høj eksplosionsfare.

Ulemper

Det ville umiddelbart være logisk, at implementere Neuron-chippen i artikler til hjemmeautomation, da et køleskab f.eks. selv kunne kommunikere over Internettet til en computer på en indkøbscentral for bestilling af nye madvarer. Men chippen er faktisk for dyr til forbrugerne, set i forhold til anskaffelsesprisen for selve produktet (køleskabet), idet man for hver chip betaler for ophavsrettigheder.

Neuron-chippen gør feltbussens enheder meget intelligente, men dette giver i sig selv et problem omkring opkobling af andre industrielle netværk. LON har som sagt distribueret alt kontrollen og dette harmonerer ikke sammen med mange andre netværk, hvor kontrollen eks. foregår via PLC'ere. På tilkoblede net, skal der altså være konfigureret centraliserede controllere.

Afslutning

Da LON Works feltbussen i sin tid kom på banen, blev den udnævnt til den mest betydningsfulde teknologi siden mikroprocessoren. Det var helt epokegørende, at man nu kunne linke et fabriksanlæg med statistik og lageropgørelser, og opnå en langt bedre effektivitet og fleksibilitet i produktionen.

Feltbussen er ca. 15 år ældre en mange af de øvrige kendte feltbusser, men benytter på trods deraf en lang mere avanceret kommunikationsprotokol. Denne protokol implementeres i en Neuron-chip og forefindes i stort set alle enheder på netværket. Chippen løfter intelligensniveauet for enhederne op over intelligensniveauet for mange af de senere udviklede busser.

Med denne intelligens bliver separate controllere som PLC'ere og computere overflødiggjort, og kontrolnetværket på LON Works feltbussen spredes ud til alle enhederne på nettet. Management har via den komplicerede protokol, meget let adgang til næsten alle enheder koblet på feltbussen.

Interbus

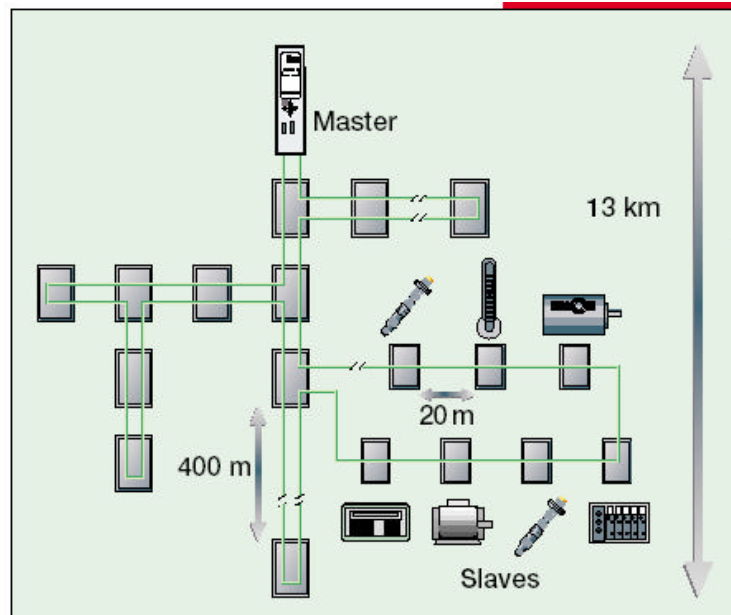
Introduktion

Interbus var en af de første feltbusser, der opnåede udbredt generel popularitet. Den er fortsat populær pga. dens hastighed, diagnosticeringsmuligheder og muligheder for auto-adressering.

Beskrivelse

Topologi

Fysisk ligner Interbus en liniebus med drop-kabler, men i virkeligheden er den opbygget efter ringtopologien. Hver enhed har to forbindelser, den ene modtager data og den anden sender data videre til den næste slave. En enhed modtager det indkomne signal via den ene connector og forstærker det inden den sender det videre via den anden connector. Dette giver mulighed for højere kommunikationsmuligheder over større afstande.



I modsætning til andre ringbussystemer ledes både frem og returledningen gennem alle enhederne (undtaget slaver) på Interbussen. Der løber et hovedkabel fra masteren, der kan bruges til at danne op til 16 niveauer af undernetværk.

Interbussens master/slave system gør det muligt at forbinde op til 512 enheder over 16 niveauer af netværket. Ringen lukkes automatisk i den sidste enhed, hvorfor der ikke er brug for termineringsmodstande.

Fysisk adressering

I modsætning til andre systemer, hvor enheder tildeles en busadresse, bliver enheder på Interbus automatisk tildelt systemdata i form af en fysisk adresse efter, hvor de fysisk befinder sig i netværket. Denne plug'n'play-funktion er en stor fordel ved installation og opstart af Interbus, hvor muligheden for fejl ved manuel adressetildeling bliver elimineret.

Produkter

Controller board

Controller board'et fungerer som master og styrer datatrafikken. Den sender outputdata, modtager inputdata og overvåger datatrafik. Desuden vises diagnosticeringsbeskeder og fejlbeskeder sendes videre op i systemet.

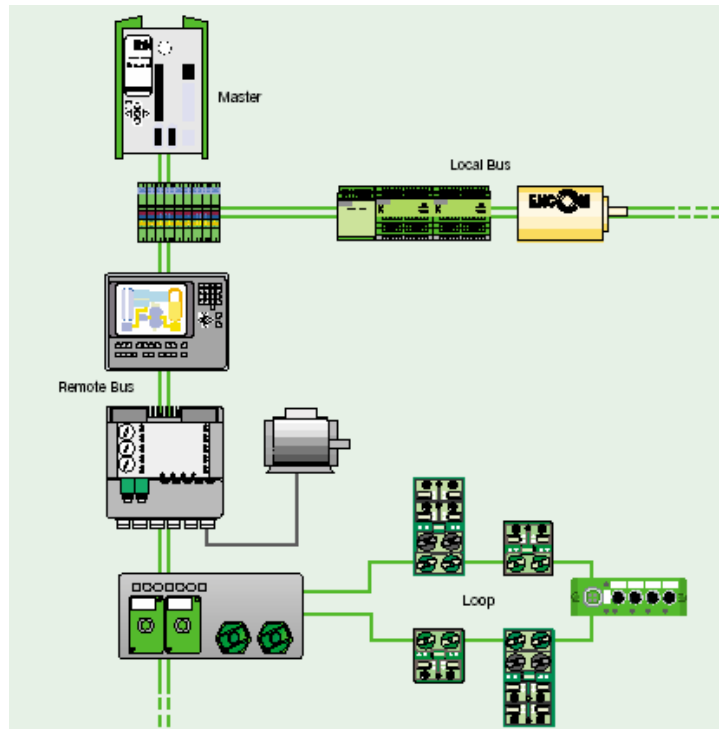
Remote bus

Controller board'et forbindes til remote bus-enhederne via en remote bus. En gren af bussen fra denne forbindelse kaldes en remote bus branch. Her kan data transmitteres. Data kan transmitteres

via kobberkabler, optiske fibre, infrarødt eller på anden måde. Særlige bus terminal moduler, I/O-moduler eller enheder som drives og robotter kan forbindes som remote bus enheder.

Bus terminal

Bus terminal-modulerne forbindes til remote bussen. De lokale busser forgrener sig ud fra bus terminalerne med I/O-moduler og forbinder aktuatorer og sensorer med Interbussen. Bus terminalerne deler systemet op i delsystemer og gør det muligt, at afkoble enkelte delsystemer under drift.



Local bus

En lokal bus forgrener sig ud fra remote bussen via et bus interface og forbinder de lokale bus-enheder. Der kan ikke forgrenes delsystemer ud fra dette niveau.

Interbus loop

Distribuerede sensorer og aktuatorer på maskiner eller systemer forbindes vi Interbus loop. Interbus loop-netværket består af et uskærmet to-leder, der kan transportere data og forsyne de tilsluttede enheder med strøm og spænding samtidigt.

Typiske applikationer

Interbus findes ofte i samle-, svejse- og materialehåndteringsmaskiner. Interbus kan også bruges med AS-i undernetværk.

Fordele

Mulighed for autoadressering gør opstart meget nem, udvidede diagnosticeringsmuligheder, generelt accepteret (især i Europa), lille header i beskeder, hurtig responstid og effektiv udnyttelse af båndbredde.

Ulemper

Hvis en forbindelse svigter lægges hele netværket ned, begrænset mulighed for at sende store datamængder.

CAN

CAN (Controller Area Network) er udviklet og specificeret af Bosch og Intel i midten af 80'erne til brug i bilindustrien. CAN-bus er i princippet blot en specifikation af et transportniveau svarende til f.eks. Ethernet og TCP/IP.

CAN bliver i dag brugt til styring af det meste elektronik i biler. Endvidere bruges det i fabriksanlæg, hvor protokollen DeviceNet er særligt udbredt. DeviceNet skulle være det mest succesfulde i USA og i Østen.

CAN er en seriel kommunikationsprotokol baseret på den såkaldte broadcast kommunikationsmekanisme. Dette opnås ved at benytte en besked orienteret transmissionsprotokol. I denne protokol defineres enheder og deres adresser på CAN-bussen ikke, men kun beskeder. Disse beskeder identificeres vha. en *message identifier*. Denne identifier definerer en beskeds indhold og dens prioritet, hvilket ikke er uden betydning, når der er mange enheder, der vil kommunikere over bussen.

CAN er en specifikation af de fysiske lag og datalink lag. Applikationslaget er specifikt for det enkelte CAN-baserede system. Bussystemer som CANOpen, SDS og DeviceNet er de mest udbredte bussystemer baseret på CAN.

Tilsvarende OSI-modellen kan man opstille en lag-struktur model for CAN:

Applikationslag	Specifikt for den enkelte CAN-baserede bus
Objektlag	Besked filtrering Besked og statushåndtering
Transportlag	Fejlbeholdning Fejldetektering og signalering Besked validering Arbitrering Framing Kommunikationshastighed og timing
Fysisk lag	Signalniveau og bitrepræsentation Transmissionsmedie

Objektlaget tager sig af filtrering af indkomne beskeder, dvs. om en given besked er relevant for denne enhed samt besked og statushåndtering.

Transportlaget er kernen af CAN-protokollen. Det præsenterer beskeder modtaget fra objektlaget og accepterer beskeder, der skal sendes fra objektlaget. Transportlaget sørger også for bit-timing og synkronisering, framing, fejlfinding og signalering samt fejlbeholdning.

Beskeder

Beskeder sendes til CAN-bussen enten i et fast format eller i en varierende men begrænset længde. Når der ikke kommunikerer via bussen, kan enhver tilsluttet enhed begynde transmission.

Informationsrouting

På en CAN-bus bruges der ikke information omkring systemets konfiguration som f.eks. adresser. Dette har en række fordele:

- **Fleksibilitet**
Noder kan føjes til CAN-netværket uden ændring i hverken software eller hardware i hverken noder eller i applikationslaget.

- Routing
Indholdet af en besked er beskrevet i en *identifier*. Denne identifier fortæller ikke noget om beskedens destination, men kun noget om indholdet. På denne måde kan alle noder på netværket selv finde ud af, om den pågældende besked er relevant. Dette afgøres i nodernes beskedfilter, *message filter*.
- Multicast
Dette beskedfilter-princip gør at flere noder samtidigt kan modtage og reagere på en besked.

Bitrate

Hastigheden i CAN-netværk kan variere. Dog er hastigheden for et givent system fast.

Remote Data Request

En node kan sende en såkaldt *remote frame*, hvis den ønsker nogle data fra en anden node, der så sender den tilsvarende *data frame*. En data frame og tilsvarende remote frame kaldes via den samme identifier.

Multimaster

Når der ikke kommunikeres via bussen, kan enhver node begynde at sende data. Den node, der har højest prioritet, får lov at sende først.

Arbitrering

Hvis to enheder begynder at sende samtidig, løses kommunikationskonflikten med bitvis arbitrering ved brug af identifieren. Denne arbitreringsfunktion gør at der hverken mistes data eller tid, når to enheder sender data samtidigt. Hvis en data frame og en remote frame med samme identifier påbegyndes samtidigt, vil det være data frame, der bliver transmitteret.

Sikkerhed

For at opnå stor transmissionssikkerhed benyttes der en række sikkerhedstjek i hver node. F.eks. detekterer transmittere bitniveauet målt på bussen med bitniveauet, der er transmitteret. Der bruges også CRC (Cyclic Redundancy Check) og Message Frame Check. Disse sikkerhedsforanstaltninger medfører at alle globale fejl samt alle lokale fejl ved transmittere bliver opdaget. Og op til 5 tilfældigt fordelte fejl i én besked bliver opdaget. Alle ulige antal fejl i en besked bliver opdaget.

Error signalling and recovery time

Fejlbehæftede beskeder bliver markeret ved alle de noder, der opdager dem. Disse beskeder bliver afvist og sendt igen automatisk. Recovery-tiden fra en fejl bliver detekteret til transmissionen af beskeden atter bliver påbegyndt er max. 29 bit-perioder, hvis der ellers ikke findes flere fejl.

Fejlbegrænsning

CAN-noder kan skelne mellem kortvarige forstyrrelser og permanente fejl. Defekte noder bliver automatisk slået fra.

Bussen

På CAN-bussen kan der i teorien kobles uendeligt mange enheder på. Dog er der en praktisk grænse idet, der vil opstå forsinkelser og/eller for stor elektrisk belastning på bussen.

Modtagelse

Alle modtagere kontrollerer en modtaget besked og godkender en ”rigtig” besked mens en fejlbehæftet besked markeres.

CANOpen

Introduktion

CANOpen er et bussystem baseret på CAN, men hvor applikationslaget er beskrevet i protokollen. CANOpen er udviklet af CAN in Automation (CiA).

Beskrivelse

Da CANOpen er baseret på CAN, er både multimaster funktionalitet og broadcast kommunikation tilgængelig. Uden at komme nærmere ind på det, skal det nævnes, at der er flere måder at opnå realtids kommunikation med CANOpen. Der er også foruddefineret master/slave forbindelser for at gøre det nemmere for ”begyndere” at fordele adresser som krævet af CAN's datalinklag. CANOpen-kommunikationsprofilen gør produkter fra forskellige producenter interoperable.

Den maksimale beskedstørrelse er 8 bytes. Hvis det er nødvendigt at sende en besked større end 8 bytes bliver den delt op i fragmenter på maksimalt 8 bytes. Modtageren samler fragmenterne og gendanner den originale besked.

Da CANOpen er baseret på CAN, kan hver enhed kommunikere via bussen, når den er ledig og uden den er blevet ”kontaktet” af en master. Desuden kan der foretages event-styret kommunikation, hvilket vil sige at enheder kun sender beskeder, når der sker noget i stedet for jævnlig opdatering. Dette reducerer kommunikationen på bussen til det minimale.

Objektorientering

CANOpen, DeviceNet og SDS er alle objektorienterede og tilbyder lignende funktionalitet mht. transmission af realtidsdata, konfigurationsdata og netværksstyringsdata. Dog er DeviceNet og SDS mere forbindelsesorienteret mens CANOpen er mere beskedorienteret. Der er også nogle mindre forskelle på hvordan større beskeder fragmenteres til dele på 8 bytes.

Typiske applikationer

CANOpen findes typisk i samle-, svejse- og materialehåndteringsmaskiner. Desuden bruges CANOpen ofte til bevægelseskontrolsystemer.

Fordele

Bedre tilpasset til højhastigheds-motion control end andre CAN-baserede netværk, meget pålidelig, effektiv udnyttelse af båndbredde, strømforsyning til enhederne via bussen.

Ulemper

Kompleks protokol, begrænset båndbredde, begrænset beskedstørrelse, begrænset netværkslængde.

SDS – Smart Distributed System

Introduktion

Er også baseret på CAN-protokollen. SDS er designet til materialehåndteringsapplikationer, hvor formålet var at kommunikationsteknikken skulle indbygges i kompakte sensorer, som så kunne kobles direkte til netværket. Da SDS-slave protokollen er meget økonomisk mht. behov for hukommelse, processorkrav og størrelse, findes der i dag meget små sensorer, der kan kommunikere via SDS.

SDS har haft stor succes indenfor hurtig-håndtering af materialehåndtering og sortering hos f.eks. det amerikanske postvæsen. Firmaer som DELL Computer har implementeret SDS til deres automatiserede samleprocesser.

Beskrivelse

SDS har omfattende diagnosticeringsmuligheder muligheder, der sammen med intelligente sensorer gør det muligt for operatøren at se, hvornår en sensor skal renses eller er ved at gå i stykker.

I SDS-netværk sender enhederne kun beskeder, når der sker statusændringer og ikke jævnlige opdateringer som det er muligt med CANOpen og DeviceNet. Dette reduceres kommunikationen i netværket drastisk. Når en slave har sendt en besked og masteren har modtaget korrekt, sender masteren en besked tilbage til slaven.

SDS-bussen består af et 4-leder kabel, der også forsyner de forbundne enheder med strøm/spænding.

Typiske applikationer

SDS findes ofte i samle-, pakke-, materialehåndterings- og højhastighedssorteringsmaskiner.

Fordele

Billig, elektronikken fylder meget lidt (fysisk), meget pålidelig, diagnosticeringsmuligheder, effektiv udnyttelse af båndbredde, strømforsyning til enhederne via bussen.

Ulemper

Begrænset båndbredde, begrænset beskedstørrelse, begrænset antal leverandører, begrænset netværkslængde.

DeviceNet

Introduktion

DeviceNet er en CAN-baseret lag 7-protokol oprindeligt udviklet af Allen Bradley. DeviceNet bygger på en objektorienteret kommunikationsmodel. DeviceNet er udviklet til at kunne forbinde simple enheder fra forskellige producenter, der producerer komponenter efter DeviceNet-standarden.

DeviceNet er en *åben* standard. Dette vil sige, at alle må producere komponenter og evt. hele netværkssystemer efter DeviceNet standarden uden at skulle have nogen form for hardware- eller softwarelicenser. Enhver kan indhente DeviceNet-standarden hos f.eks. ODVA (Open DeviceNet Vendor Association, Inc.).

Beskrivelse

Der kan kobles op til 64 enheder på et DeviceNet. Bussen er et 4-leder kabel, der kan forsyne de forbundne komponenter med i alt 8A over 24 VDC. DeviceNet benytter et gennemgående bus-kabel (lineær topologi) med såkaldte *drop-kabler* til de tilsluttede komponenter. Bussen kræver en 121Ω termineringsmodstand i hver ende. Den maksimale beskedstørrelse, der kan transmitteres over bussen er 8 bytes.

Kommunikation

DeviceNet understøtter master/slave, peer-to-peer og multimaster netværksmodeller. Beskedformatet er forskelligt for forskellige producenter af DeviceNet-systemer. Der kan bruges *polling*, *strobing*, *Cyclic* eller *change of state* formater.

Polling

Masteren forespørger hver enkelt enhed en af gangen for en opdatering af dens status. Dette kræver en besked til og en fra hver enhed for hver "opdateringsrunde". Denne metode er den mest tidskrævende men også den mest præcise måde, at indhente data fra enhederne.

Strobing

Masteren sender en generel forespørgsel for opdateringer ud på bussen. Herefter svarer alle enhederne en af gangen startende med nummer 1, 2, 3,... Man kan manuelt tildele enhederne numre for at prioritere enhedernes opdateringsrækkefølge. Polling og strobing er de mest anvendte beskedformater.

Cyclic

Enhederne er konfigureret til automatisk at opdatere efter et bestemt tidsrum fra sidste opdatering. Intervallerne er bestemt på forhånd.

Change of state

Enhederne sender kun opdateringer til masteren, når deres tilstand ændres. Denne metode bruger kun et minimum af tid og netværkskapacitet. Store netværk opbygget efter denne metode kan ofte udkonkurrere polling-netværk i hastighed med indtil flere gange hastigheden. Dette er den hurtigste, men (af og til) også den mindst præcise metode til få opdateringer fra enhederne.

Explicit messaging

Explicit messaging-protokollen beskriver, hvordan en enhed skal fortolke en modtaget besked. Dette bruges almindeligvis til komplekse enheder som drives og controllere, hvor man skal kunne downloade parametre, der ændrer sig med tiden, men ikke så ofte som procesdataene.

Fragmenteret messaging

Det kan ske, at der skal sendes beskeder på mere end de maksimale 8 bytes fra en enhed til en anden. Disse beskeder kan deles op i flere segmenter, hver på maksimalt 8 bytes og sendes efter hinanden. Hos modtageren bliver disse segmenter samlet til en besked igen.

Typiske applikationer

DeviceNet findes ofte i samle-, svejse- og materialehåndteringsmaskiner.

Fordele

Billig, generelt accepteret, meget pålidelig, effektiv udnyttelse af båndbredden, strømforsyning til enhederne via bussen.

Ulemper

Begrænset båndbredde, begrænset beskedstørrelse, begrænset netværkslængde.

Overvejelser i forbindelse med valg af feltbus

Det er sjældent, at man kan klassificere de forskellige feltbusser og deres netværk værende egnet til bestemte kategorier af applikationer. Vi belyser her problemstillingen ved, at stille nogle upartiske spørgsmål. Efterfølgende beskrives mere detaljeret de mest almene overvejelser, man bør gøre sig ved udvælgelsen af en feltbus og den tilhørende type netværk.

- Hvorfor er der så mange forskellige netværk?
 - Forskellige netværk til forskellige behov
 - Et netværk der skal route e-mail beskeder i en stor kontorbygning, har andre krav end netværk som har til opgave, at opdatere status på eksempelvis foto-øjer langs et transportsystem.

- Hvorfor kan ét netværk ikke klare det hele?
 - Dataforespørgsler fra forskellige netværk kan variere mht. antal, type og netværkets ydeevne.
 - Det er umuligt at optimere både data antal, type og netværkets ydeevne og ikke mindst omkostninger på samme tid.

- Hvad er mulighederne hvis jeg prøver at bruge ét netværk til at klare det hele?
 - Hvis du vælger det hurtigste netværk med en større data kapacitet, kan du komme til at betale meget mere end nødvendigt.
 - Hvis du vælger det billigste netværk, vil det måske ikke imødekomme kravene til ydeevne for din applikation og vil være for langsomt.

- Skal der være mange netværk for en optimal arkitektur?
 - Mere betyder nødvendigvis ikke bedre. Hvert netværk der bliver tilføjet arkitekturen, tilføjer et nyt niveau af kompleksitet:
 - Ny software
 - Uddannelse af personale
 - Kan du kommunikere over de forskellige net?
 - der er en skarp grænse mellem at vælge det rigtige netværk for applikationen, og samtidigt begrænse antallet af netværk i arkitekturen.

Man vil ud fra ovenstående spørgsmål nå frem til det faktum, at et netværks arkitektur mest fordelagtigt må deles i 3 niveauer, med hver deres fokus:

- 1) Informationsniveauet;
Typiske enheder er computere og PLC'ere. Informationsniveauet anvendes sædvanligvis ved dataopsamling, visning af data på monitører, fil transport og e-mail.
 - Fokus på stort data volumen og variation af kommunikationstyper.

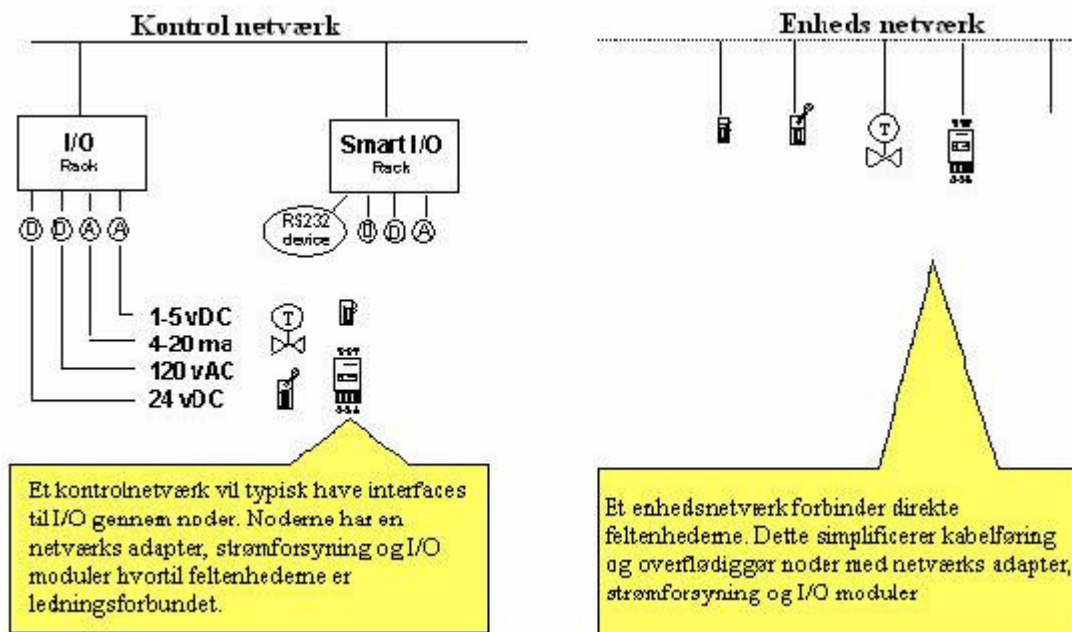
- 2) Kontrolniveauet;
Typiske enheder er PLC'ere, HMI terminaler, I/O noder (I/O chassiser). Kontrolniveauet anvendes sædvanligvis ved kontrol af "anlægsnoder" og proces instrumenter med - og uden intelligens i anlægget.
 - Fokus på høj hastighed og moderat data volumen.

- 3) Enhedsniveauet (laveste feltniveau);
Typiske enheder er feltenheder som knapper, lys, switches og ventiler. Enhedsniveauet er det laveste niveau, der sædvanligvis anvendes til at skabe forbindelse til små og mest uintelligente feltenheder.

- Fokus på lave omkostninger og lille data volumen.

For at tilgodese de ofte komplicerede automationssystemer, med behov fra alle de forskellige niveauer af netværk, konfigurerer man oftest en netværks arkitektur med alle 3 - eller færre niveauer.

Det er ikke nemt at vælge hvor mange - eller hvilket netværk, der skal bruges. F.eks. bliver både enhedsniveauet og kontrolniveauet brugt til at håndtere I/O enheder og hvordan skal man så vide hvilket netværk man skal bruge? Nogle af egenskaberne ved enhedsniveauet er reduceret kabelføring, reduceret implementeringstid pga. nedsat risiko for fejlagtig kabelføring og hurtigere scantid/opdatering af alle enheder. Herunder ses de væsentlige forskelle på kontrolnetværket og enhedsnetværket.



Et enhedsnetværk arbejder formidabelt med I/O, eftersom enhederne er direkte forbundet til netværket og der derfor ikke er afgrænsning i antallet af data som I/O modulerne kan håndtere.

En anden overvejelse er antallet af noder. Hvis man har mange I/O enheder, der hver optager et nodenummer, kan man hurtigt rende tør for nodenumre på linien. Da bliver man tvunget til, at vælge kontrolnetværksløsningen hvor en node har mange I/O moduler og derfor kun optager ét nodenummer. Et kontrolnetværk er typisk optimeret for større datapakker fra én lokalisering (node).

Imidlertid kan der nu også kobles I/O noder på mange enhedsnetværk, og man har altså på det sidste bevæget sig væk fra det koncept, enhedsnetværket oprindeligt var beregnet for. Der findes derfor ikke længere en skarp afgrænsning i selektionen af kontrolnetværk og enhedsnetværk. Man kan ikke helt præcist vide, hvornår man bør gå fra det laveste feltniveau med enhedsnetværket til det overliggende kontrolnetværk.

Når man står over for det endelige valg af netværk og dermed hvilken feltbus man benytter, vil det både være teknologiske, praktiske og finansielle begrænsninger, der vægter i beslutningen. Det være sig typisk:

- Pakkestruktur, datastørrelser og datarater.
- Åbenhed mht. fabrikanter af feltenheder.
- Hvor mange noder og enheder kan feltbussen håndtere.

- Finansielle overvejelser
 - Hvad koster det at implementere netværket i anlægget (eks. tab af produktion)
 - Vedligeholdelsesomkostninger og uddannelse af personale.
- Driftssikkerhed

Det er således sjældent, at én feltbus vil fremstå som den klart bedste løsning, og derfor vil vi her kommentere nogle af de ovenstående punkter, så brugeren kan bygge et bedre fundament for sin beslutning.

Pakkestrukturer, datastørrelser og datarater

Der vil være tale om den største forskel på de feltbusser, hvor kontrollaget arbejder via Ethernet protokoller og på de busser, hvor kontrollaget arbejder efter de tidskritiske protokoller. Mindre forskel er der som sagt på de tidskritiske feltbusser, der arbejder som kontrolnetværk og enhedsnetværk i sig selv.

I afsnittet ”Kapacitet af en dataforbindelse” omtaler vi hvad datapakker består af, og nævner kort hvordan man opnår en bedre udnyttelse af et dataforbindelses kapacitet. Her vil vi gerne illustrere hvordan de forskellige netværkers kapaciteter udnyttes bedst muligt, da dette forbedrer dataraterne, scantider og dermed hastigheden for en feltbus.

Hastigheden er ved første øjekast det, som for manges vedkommende vægter højest i valget af feltbus. Vi viser derfor hvorledes forskellige protokoller udnytter kapaciteten bedst muligt ved bearbejdning af forskellige datastørrelser.

En protokol bestemmer, som tidligere nævnt, hvor stor header delen og data delen er.



Større header relaterer til større fleksibilitet i de udvekslede data. De største headere vil være at finde på informationsniveauet, hvor der foretages udveksling af f.eks. konfigurations- og diagnosedata. Disse data fylder meget, og med store headere følger derfor også store datapakker.



Ovenstående bjælke illustrerer en Ethernet protokols opdeling af en datapakke, hvor headeren fylder minimum 50 bytes og data fylder fra 22 til 1478 bytes.



For et kontrolnetværk vil headeren typisk fylde mindst 13 bytes og data fra 0 til ca. 500 bytes.



For et enhedsnetværk vil headeren typisk fylde omkring 5 byte, mens data vil fylde fra 0 til 8 bytes.

Vi kan nu ud fra bjælkerne på næste side tydeliggøre, hvorfor man eksempelvis ikke skal vælge hverken et informationsnetværk eller et kontrolnetværk til at sende status på on/off signaler fra 3 ”foto-øjer”.

Status sendt på Ethernet:

Ethernet vil tilføje ekstra header på pakkerne for at sikre, at pakkerne imødekommer Ethernet/IP krav til en minimums størrelse af den samlede pakke på 72 bytes. Én bits data fylder altså mindst 72 byte at sende på Ethernet, og kapaciteten udnyttes langt fra.

Status sendt på et kontrolnetværk:**Status sendt på et enhedsnetværk:**

Eksemplet illustrerer klart, at enhedsnetværket er det mest effektive for små mængder data, idet den største procentdel af netværket udnyttes til brugbare data her. Man kunne på trods af den større udnyttelse på enhedsnetværket fristes til, at benytte Ethernet alligevel pga. den langt højere transmissionshastighed. Det kunne opveje spildet af pladsen i datapakkerne, men enhedsnetværket er billigere at implementere når der er relativt få feltenheder tilsluttet. Derfor er det simple enhedsnetværk stadig den mest optimale løsning i dette eksempel.

Modsat vises det nedenfor, at Ethernet vil have langt den største fordel, når en computer eksempelvis læser statistiske informationsdata fra en PLC i slutningen af hvert scan.

Læsning vha. Ethernet:**Læsning vha. kontrolnetværk:****Læsning vha. enhedsnetværk:**

Hvis der eksempelvis skulle læses 850 bytes information, ville det normalt kræve mere end 100 pakker på enhedsnetværket, typisk 2 pakker på kontrolnetværket, mens Ethernet ville kunne nøjes med en enkelt pakke.

Den gyldne middelvej er, når datapakkernes størrelse passer til kontrolnettets protokol. Dette vil gøre sig gældende i flertallet af applikationer, men der vil altid herske tvivl om, der skal prioriteres lidt højere baudrate frem for effektivitet - eller omvendt.

Hvis der vælges en feltbus ud fra transmissionshastighed, dukker der imidlertid også en anden udvælgelsesfaktor op. En bus som har en lavere transmissionshastighed, kan i virkeligheden vise sig, at kommunikere hurtigere med alle sine instrumenter end det "officielt" hurtigere system. Feltbussen med den lavere hastighed arbejder måske med multicast input og output data, og derved vil samtlige instrumenter have modtaget deres data før end instrumenterne tilhørende den feltbus, som sender data til ét instrument af gangen med en langt hurtigere transmissionshastighed.

Åbenhed

De fleste brugere kræver i dag et åbent netværk. Dvs. man ønsker et netværk, hvor der kan tilsluttes enheder af et hvilket som helst fabrikat. Dette er selvfølgelig med baggrund i, at man vil have friheden til at vælge blandt de mange produkter og vælge det bedst egnede produkt for

applikationen. Desuden har man måske allerede eksisterende systemer, som man ønsker koblet sammen med nye.

Antal noder og enheder

Sjældent vil et anlæg forblive i sin oprindeligt konfigurerede tilstand. Produktioner omlægges som følge af løbende udvikling, hvor kravene til automationsanlægget skærpes eller revurderes. Det er her vigtigt man kan udskifte noder uden at forstyrre resten af anlægget. Dette er ofte specielt afgørende for procesanlæg, og man kan her tvinges til at vælge en dyrere feltbus, som supporterer udskiftning af noder og enheder under drift.

Finansielt

Når man sammenligner to forskellige feltbusser og deres netværk, er det ikke bare et spørgsmål om, at sammenlægge omkostninger for kabler og diverse netværksadaptere. Hvis man f.eks. vælger at benytte en feltbus med en Ethernet protokol som kontrolnetværk, vil man spare diverse kompliceret software til et "normalt" deterministisk kontrolnetværk. Modsat vil man ved et deterministisk kontrolnetværk spare aktive enheder så som switches på kabelstrækningen. Man skal altså vurdere hvor mange aktive enheder, der er brug for til Ethernet/IP kontrolsystemet i sammenligning med omkostningerne til en kompliceret software til diverse kontrol-subnet. Ofte glemmer man, at der yderligere vil være omkostninger forbundet med uddannelse af personale til betjening af softwaren.

Der skal vurderes omkostninger forbundet med udskiftning af feltenheder i forbindelse med tekniske problemer, og hvor meget det vil koste at have et vedligeholdelses-personale til at arbejde med disse ting.

Driftsikkerhed

I de fleste tilfælde vil de største bekymringer omkring valg af en feltbus være, hvor stor "oppe-tid" man kan regne med. I tilfælde af nedbrud, vil man hurtigst muligt diagnosticere og ordne problemet og derfor vil der være overvejelser omkring:

- Type af diagnose
 - Hvilken type information er der til rådighed og hvordan fås denne information?
- Værktøjer til løsning af netværksproblemer
 - Kan man f.eks. få håndholdte enheder til hurtig klarlægning af kortslutninger eller kabelbrud? Findes der diagnose enheder til netværket, som kan dechifrere datapakkernes indhold?
- Hvor hurtig kan enheder udskiftes
 - Kræves der specielle værktøjer eller software til udskiftning af enheder, eller kan gamle enheder blot udskiftes med nye "drop-in" moduler på feltbussen?
- Hvordan påvirker nedbrud af én enhed de andre enheder
 - Kan en enhed skiftes uden at bryde det øvrige netværk og er der mulighed for etablering af et totalt redundant system?

Alle overvejelser taget i betragtning, vil det nu alligevel ikke altid være så øjensynligt, hvilken feltbus man skal vælge. Som antydnet i dette afsnit, vil det ene valg give visse fordele og nedprioritere andre fordele, og i sidste ende kan det ofte blive et spørgsmål om, at vurdere i hvor høj grad fremtidige behov kan afdækkes.

Modsat kan man vælge at benytte sig af en allerede eksisterende og knapt så hensigtsmæssig feltbus i anlægget, fordi man er familier hermed og alle kabler i forvejen er trukket. Når man bliver stillet til ansvar for et valg og dette er blevet uoverskueligt, er det måske nemmere at træffe afgørelse ud fra devisen at "det går jo meget godt" og det er nemmere og billigere at lade det gamle system være.

I dette år 2003 går der forlydender om, at en ny Ethernet protokol er på vej. Den er specielt udviklet mhp. brug i automationsapplikationer, idet den arbejder som en real-time protokol. Når denne protokol bliver markedsført, vil der ikke længere kunne herske nogen tvivl om, at denne vil være den mest attraktive. Den nye Ethernet protokol vil være den hurtigste protokol af alle, og vil nu samtidig garantere en tidskritisk udveksling af data. Stort set alle fabrikanter af feltbusser vil være klar til at implementere den nye protokol. Selv også de, hvis protokoller i forvejen ikke er baseret på Ethernet. Det vil i fremtiden altså blive endnu mere kompliceret at selekttere feltbusserne, og det endelige valg vil fortrinsvis skulle ses i lyset af de økonomiske rammer. Måske er der slet ikke behov for den nye protokols hastighed, og måske vil der ikke være økonomi til at opdatere feltbusser og instrumenter i eksisterende anlæg.

Sammenfatning

Ved gennemgang af diverse materialer omkring valg af feltbus type, har vi gang på gang fået oplyst en masse tekniske detaljer, der kan være svære at overskue og som ikke altid er direkte vejledende. Det hænger selvfølgelig sammen med feltbussernes mange faciliteter og kompleksiteten forbundet hermed. Vi skal her med egne ord kort forsøge, at oversætte det vi mener der går igen, og beskrive hvad der er hoved ingrediensen i valget - på en lidt mere jordnær måde. Herefter gives nogle korte eksempler.

Kort og godt munder valget af feltbus ofte ud i, at bestemme sig for, hvor langt ude i processen man vil have intelligensen siddende.

Spørgsmålet kan selvsagt ikke stå alene, og skal kun betragtes som det overordnede punkt i udvælgelsesproceduren. Men tit vil det være afgørende hvordan et automationssystem skal håndtere de tidskritiske data kontra uregelmæssige hændelser. Det kan således være et spørgsmål om at vurdere, hvor stor garanti man skal have for en sikker datakommunikation og et spørgsmål om, hvorledes et system skal reagere hvis forbindelsen til andre enheder og ikke mindst de øvre liggende lag bryder ned, forårsaget af støj, ledningsbrud osv. I forbindelse hermed vil det for nogle applikationer være altafgørende, at data med garanti kan komme frem ad alternative ruter til en forudbestemt tid fra et øvre kontrolsystem. For andre automationssystemer kan det være mere fordelagtigt, at feltenhederne har deres egen intelligens siddende, der tilgodeser direkte kommunikation med andre feltenheder, hvorved der opstår små ”autonome netværk”.

Ønsker man eksempelvis at have total tidskritisk kontrol fra øvre liggende lag til samtlige enheder i processen, vil et naturligt valg være Profibus'en. Her får man fra starten en mere helstøbt løsning med tidskritisk kommunikation på tværs af alle lag. Det er også muligt at lægge intelligens ud i felten med Profibus systemet. Det er blot ikke det grundlæggende koncept, at udstyre enheder med intelligens hvor det ikke er strengt nødvendigt. Dog er Profibus'en meget alsidig når den skal konfigureres, og distribuerede I/O stationer kan således ud styres med den nødvendige intelligens.

Vil man eksempelvis have, at dele af processen absolut skal kunne arbejde som stand-alone, kunne man eks. vælge Foundation Fieldbus, der arbejder med store datamængder og intelligens helt ude i hver enhed i processen. Ved en uregelmæssighed vil en enhed søge hjælp hos alle de øvrige enheder ved dataforespørgsler og -forsendelser. Ved regelmæssigt drift, kan kontrollen dog godt foregå fra et øvre liggende lag, om end dette ikke er den oprindelige tanke med Fieldbus Foundation.

En lignende løsning på meget intelligente enheder i felten, fås ved et valg af f.eks. ControlNet. Her kommunikerer feltenhederne også direkte med hinanden, blot med den ekstra fordel, at hele netværket kan opbygges redundant. Her vil man opnå meget høj sikkerhed ved de førømtalte kabelbrud.

I valget af feltbus kan man også gå over i den helt anden grøft. Hvis der er langt færre krav til datamængder, er feltbusser som AS-i og DeviceNet langt billigere alternativer og kan således opfylde kravene fuldt ud. Yderligere har AS-i bussen den ekstra feature, at nødstop kan kobles op et hvilket som helst sted på bussen.

Ved søgning på materiale, fortrinsvis via Internettet, for de respektive feltbusser til udfærdigelsen af denne rapport, er hver feltbus generelt blevet præsenteret som egnet til brug i ethvert automations anlæg. Dette vil vi vurdere værende relativt rigtigt men påpege, at det i mange tilfælde vil være et spørgsmål om, at vælge ud fra én specifik applikation til en anden, under hensyntagen til pris og ”religion”. Prismæssigt viser størrelsen på anlægget sig, at være det afgørende i implementeringsfasen de respektive feltbusser imellem, og overvejelser om fremtidige udvidelser har derfor også en afgørende betydning for valget af feltbus.

Næsten uanset hvor teknisk specifik en applikation er, vil der i en udvælgelses procedure altid tilsnige sig et stænk af, om man i sin personlige opfattelse hælder mest til den ene eller den anden løsning og det endelige valg kan derfor være svært.

I dette forår 2003 er der forlydender om, at en ny real-time Ethernet protokol er på vej. Pga. den høje transmissionshastighed og tidskritiske kommunikationsform, vil det være naturligt at vælge en feltbus, hvor denne protokol bliver implementeret. Den eneste tvivl omkring valget af en feltbus skal da sås, hvor der ud fra økonomiske betragtninger vil være en mere simpel feltbus, som kan opfylde kravene til applikationen tilstrækkeligt.