

De veldbus als instrumenteel communicatiemedium in de landbouw

Ir. W.J. Eradus

IMAG-DLO
Postbus 43
6700 AA Wageningen
tel. 08370-76488
fax 08370-25670

Met de toenemende automatiseringsgraad in de bedrijfssituatie, wordt de hoeveelheid kabels om de apparatuur te laten samenwerken steeds groter en onoverzichtelijker. Dit heeft mede geleid tot het ontwikkelen van communicatie-bussen, waar de apparatuur op eenvoudige wijze op kan worden aangesloten. Deze bussen kunnen op verschillend niveau worden gebruikt, van koppeling van grote mainframes tot en met het aanklikken van sensoren en actuatoren. Een dergelijk gemeenschappelijk datapad eist duidelijke afspraken voor het verzenden van de boodschappen. Te meer als apparatuur van verschillende fabrikanten onderling informatie moeten uitwisselen. Hier is standaardisatie onontbeerlijk. Met name voor de bussen op het laagste niveau, de veldbussen. Zij maken een soepele communicatie met sensoren en actuatoren mogelijk. Verschillende fabrikanten van veldbussen dingen naar de status van algemeen geaccepteerde standaard. Deze ontwikkelingen zullen ook op het agrarisch bedrijf structurele veranderingen teweeg brengen.

Trefwoorden:

Communicatie / LAN (Local Area Network) / OSI-referentiemodel / Veldbus / Verdeelde Intelligentie / Procesbesturing / Normalisatie

Huidige situatie

Bij de doorsnee computergebruiker zijn de modem, de RS232-kabel en de Centronics parallel-kabel het meest ingeburgerd voor de overdracht van gegevens. Hoewel de seriële RS232-verbinding alleen bedoeld is als verbinding tussen een modem en een computer dan wel een terminal, is deze in het alledaagse gebruik te vinden als koppelsnoer tussen allerlei computers en verwante instrumenten. Om een goed functionerende verbinding te krijgen is het vaak nodig om in de connectors allerlei draden te verleggen of een zogenaamde Nulmodem er tussen te plaatsen. De RS-232C norm heet dan ook niet zonder reden 'The Unstandard Standard' te zijn. De RS232 verbindingkabel vindt ook op de boerderij ruime toepassing. En dat niet alleen voor de aansluiting van een serieel georiënteerde printer, maar juist ook als verbinding met de procescomputer. Deze norm is voor het overbruggen van korte afstanden (tot ca. 20 meter) in een kantooromgeving. Er zijn geen speciale maatregelen genomen om de RS232 storingsongevoelig te maken. Bij nieuwe versies, de RS422 is daar wel aan gedacht: de informatie wordt symmetrisch, dat wil zeggen als een verschil-spanning over twee signaaldraden, overgezonden. De stoor-signalen, die op beide draden in gelijke mate aanwezig zijn, worden zo onderdrukt. Hierdoor is de te overbruggen afstand en is de seinsnelheid veel groter. Bij de volgende norm, de RS485 is het zelfs mogelijk om méér dan twee partners onderling te verbinden. Dit is een noodzakelijke voorwaarde voor een zogenaamde communicatiebus. De belangrijkste

INTERFACE	RS232-C	RS422-A	RS-485
Signaaloverdracht	a-symmetrisch	symmetrisch	symmetrisch
Min. signaalspanning	+/- 3.0 V	+/- 0.2 V	+/- 0.2 V
Max. aantal zenders	1	1	32
Max. aantal ontvangers	1	1	32
Max. afstand (m)	15	1200	1200
Max. capaciteit (bps)	20 KBit/s	10 MBit/s	10 MBit/s

Tabel 1
De RS232, RS422 en RS485 normen vergeleken

eigenschappen van deze normen zijn weergegeven in tabel 1.

De werking van een communicatie-bus

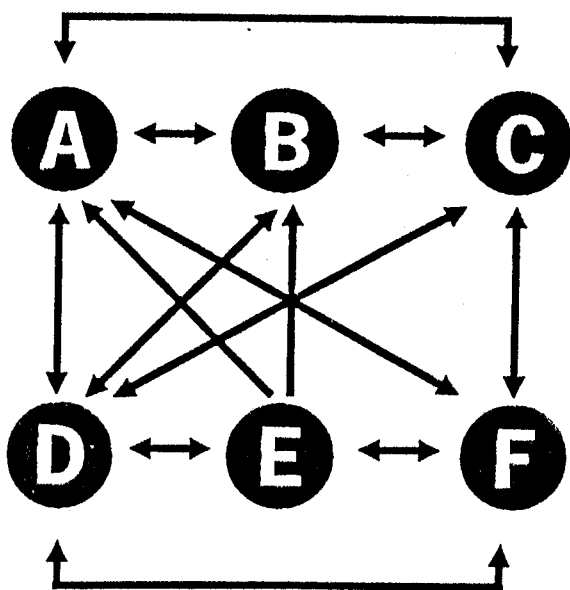
Het bus-idee is een gestroomlijnd alternatief voor de steeds groter wordende kabelspagghetti die zich tussen de moderne apparatuur nestelt. In het meest gunstige geval zit het weggewerkt in overvolle kabelgoten. De bus is een gemeenschappelijke kabel, waarop alle communicerende apparatuur is aangesloten. Dit is te vergelijken met bijvoorbeeld een 220-volt stroomvoorziening. Deze is een doorgaande voedingslijn, die met stekkerbindingen de aansluiting van

elektrische apparaten op willekeurige plaatsen mogelijk maakt (Afb. 1). Om te voorkomen dat meer apparaten (deelnemers) gelijktijdig informatie over de bus willen versturen, moeten twee zaken geregeld zijn: de wijze van toegang tot de bus en het aangeven van de bestemming van de data. Dit laatste is relatief eenvoudig door de boodschap te voorzien van een adres of andere geschikte omschrijving van de ontvanger. Er wordt dan bij wijze van spreken een envelop om de boodschap gelegd waarop de adressering is vermeld. Om een boodschap over een complex communicatie netwerk te transporteren, dienen er nog meer besturingsenveloppen te worden aangebracht. Dit is beschreven in het

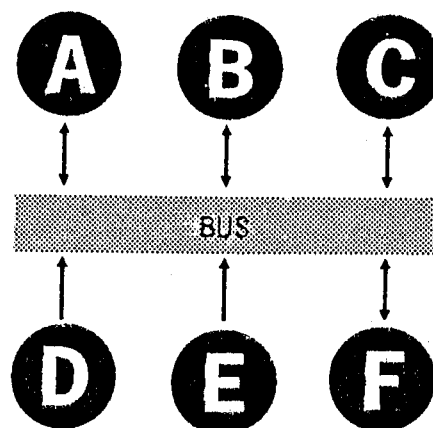
bekende zeven laags OSI-model (zie kader op pagina 24).

De wijze van toegang wordt op drie manieren geregeld:

- **Master/Slave-polling**
De gedachte is, dat een van de deelnemers op de bus als master fungeert en in deze functie het busverkeer regelt. De master vraagt telkens aan iedere deelnemer afzonderlijk of er nog informatie dient te worden verstuurd ('polling'). Als dit zo is krijgt deze de bus voor een korte tijd ter beschikking.
- **Token-passing**
Hier circuleert een token onder de bus-deelnemers. Deze wordt net zoals de brandende fakkel bij



Figuur 1a
Ongestructureerde verbindingsschaos



Figuur 1b
Busstructuur

estatielopers telkens doorgegeven. Het token is een bepaalde code, die de bezitter het recht geeft om de bus te benutten.

- **CSMA/CD-arbitrage**
Voluit betekent deze afkorting: 'Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect'. Als een deelnemer iets wil oversturen, 'luistert' deze eerst of er reeds een ander bezig is met overzenden van data op de bus. Zo niet, dan start de communicatie. Als dit gelijktijdig óók de conclusie is van een andere deelnemer, dan worden er toch nog twee boodschappen gelijktijdig op de bus geplaatst. Het effect is dat beide berichten verminkt worden, zodat er niets wordt overgedragen. Daarom gaan beide deelnemers aan het begin van het zenden even 'luisteren' of de afgedragen informatie op de bus mogelijk wordt verminkt door een concurrent. Indien dit zo is stoppen beiden hun uitzending en herstarten deze na het wachten van een willekeurig gekozen tijd. Dit laatste is essentieel, want anders zou dit 'spel' zich alleen maar na een paar milliseconden met dezelfde afloop herhalen. De bus-deelnemer, die toevallig de grootste vertragingstijd heeft gekozen, 'ziet' dat de ander partij reeds is begonnen en zal dan wachten tot de bus weer vrij is.

Iedere methode heeft zijn eigen specifieke voor- en nadelen. Het Master/Slave polling systeem vereist een busmaster, is weinig flexibel, maar heeft de minste overhead. De CSMA/CD benadering, zoals bij de Ethernet-bus, is zeer flexibel, maar heeft geen gegarandeerde responstijden. Bij te druk verkeer klappt de bus dicht omdat een te groot deel van de tijd uit het arbitrerende van de botsingen van de berichten bestaat.

Hierarchische systemen met verdeelde intelligentie

Van het oorspronkelijke automatiseringsplaatje met een zeer krachtige centrale computer (mainframe) van waaruit alle randapparatuur via dikke bossen kabels kan worden bediend, is inmiddels weinig meer over. De 'computing-power' wordt steeds meer verdeeld over randapparatuur en decentrale computers, veelal pc's. Deze gaan op zich ook weer als lokale centra fungeren met

OSI-referentie model voor datacommunicatie

Om uitwisselbaarheid van data tussen systemen van verschillende origine mogelijk te maken, heeft de ISO hiervoor een algemene beschrijvingswijze ontwikkeld, bekend als het OSI-referentiemodel. OSI staat hier voor Open Systems Interconnection. Dit model gaat uit van een taakverdeling m.b.t de communicatie op zeven niveaus:

- **1 Fysieke laag**
Keuze van het medium en wijze van overdracht op bitniveau (o.m. modulatie-techniek)
- **2 Datalink-laag**
Foutvrij transport van pakketjes data (bitframes) tussen twee naastliggende knooppunten van het netwerk (o.m. handshake en error-detection/correction)
- **3 Netwerklaag**
Routing van datablokken van de boodschap (frame-packets) over het netwerk.
- **4 Transportlaag**
Transparante en betrouwbare overdracht van berichten tussen twee systemen ('end-tot-end' integriteit)
- **5 Sessie-laag**
Besturing van de dialogen tussen de communicerende applicaties
- **6 Presentatielaag**
Vertaling van het ene standaardformaat naar het andere.
- **7 Applicatielaag**
Applicatiegerichte standaarddiensten.

Iedere laag biedt dan diensten voor de er boven liggende laag. Zo betekent communicatie op niveau 1, dat mogelijk is gemaakt om bits over te zenden. Hiervan maakt niveau twee gebruik en levert als extra dienst: de bits worden door toevoeging van foutdetecterende en corrigerende codes zoals de Checksum foutloos overgezonden. Omdat bij grote (landelijke, mondiale) datanetten de berichten over een (groot) aantal knooppunten moeten worden geleid, en bij stremming ook worden omgeleid levert laag 3 de mogelijkheid om de frame-packets (de mootjes waarin een boodschap wordt gehakt) feilloos te routen over het netwerk. Omdat, afhankelijk van het verkeersaanbod en stremmingen, ieder packet over een andere route, met zijn eigen vertragingstijd, kan worden geleid, zorgt laag vier dat de in willekeurige tijdsvolgorde aangekomen frame-packets zodanig worden geassembleerd dat de oorspronkelijke boodschap weer compleet is.

Samengevat:

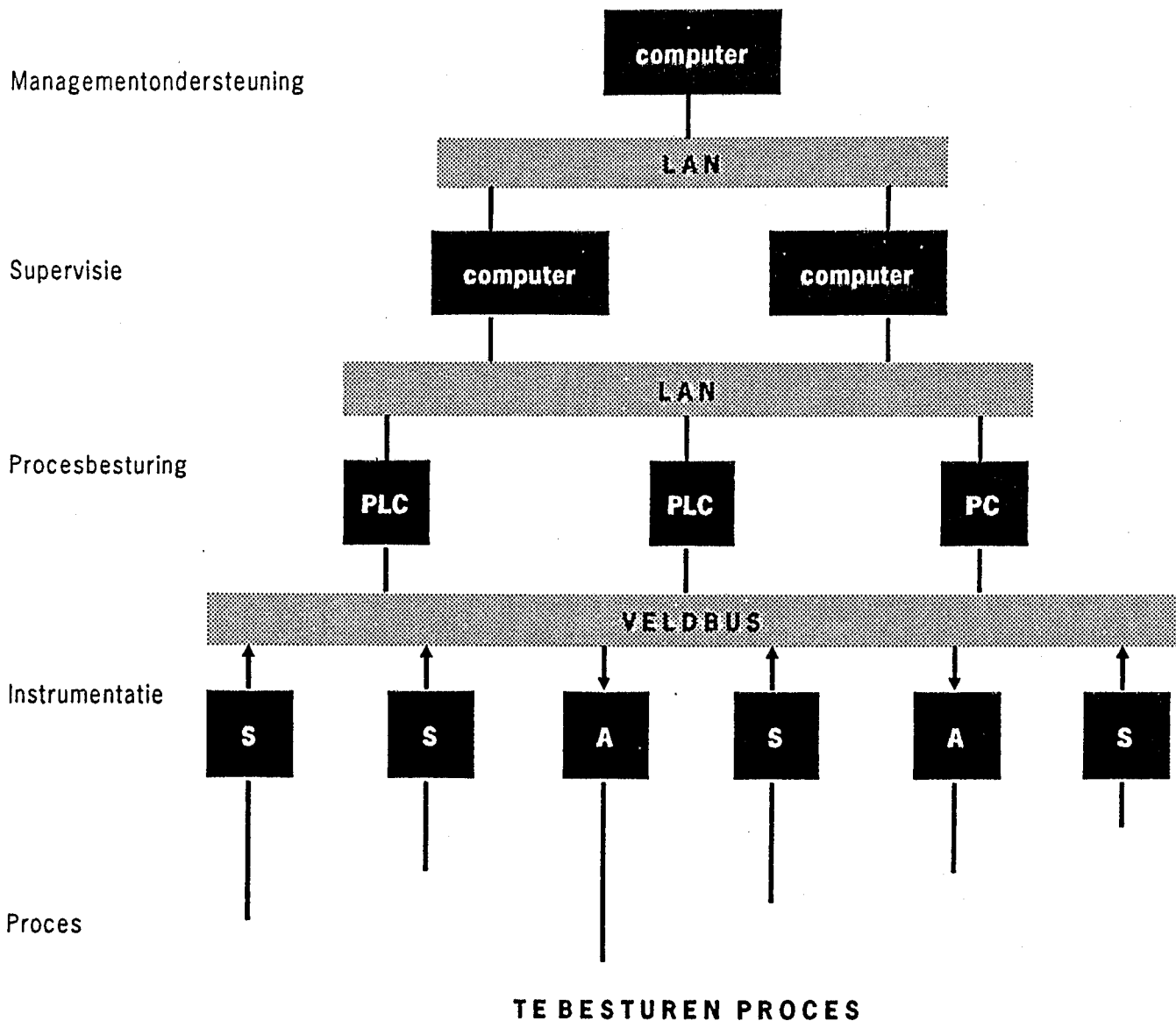
De hiërarchische gedachte is dat elke laag functionaliteit toevoegt aan een hogere laag, wat uiteindelijk leidt tot informatieuitwisseling op applicatieniveau tussen verschillende systemen.

hun eigen periferie. De verdeling van de 'intelligentie' gaat zelfs door tot de uiterste hoekpunten van het systeem, waar sensoren en actuatoren (b.v. flow-regelaars of klepbesturingen) reeds in technische zin intelligent worden gemaakt door ingebouwde informatieverwerking (microcontroller). Om dergelijke complexe configuraties overzichtelijk en beheersbaar te maken is een hiërarchische systeem aanpak nodig. Dit is voor te stellen als een driehoek met een globaal-besturende top en een basis waarin het perifere werk wordt verzet: meten, signalen, sturen, enz (zie Afb. 2). Er ontstaan zo verschillende werkniveaus, die ieder hun eigen bus hebben (horizontale communicatie).

Daarnaast zijn voorzieningen nodig om informatie tussen deze niveaus uit te wisselen (verticale communicatie). Op hoog niveau worden veelal grote hoeveelheden data getransporteerd, waarbij de overdracht niet zo tijd-kritisch is. Het betreft dan de zogenaamde LAN's (Local Area Netwerken).

Laagste niveau: de veldbus

Op het laagste niveau zijn de boodschappen over de bus, die dan 'veldbus' wordt genoemd, vrij kort (b.v. meetwaarden, besturingscommando's). De overdracht is via de veldbus wel tijd-kritisch. Als er b.v. een proces moet



Figuur 2
Hiërarchische communicatiestructuur

worden gestuurd, dient de doorlooptijd van het verkrijgen van data van de sensoren tot aan het bijstellen van de actuatoren binnen bepaalde tijdgrenzen te liggen, op straffe van instabiliteit van het geregelde proces.

De overdracht van voornamelijk meet- en stuursignalen is van huis uit analoog. Signaalgevers (sensoren) geven spanningen af, die getransporteerd worden naar de multiplexer (scanner), waarna Analoog/Digitaal conversie plaatsvond. Een verbetering is al de gestandaardiseerde signaaloverdracht in de vorm van een stroom tussen 4 en 20 Ma, die veel minder storingsgevoelig is. Inmiddels is de Industrie in een overgangsfase terecht gekomen, waarin deze analoge onoverzichtelijke

kabelnetten worden vervangen door geschikte digitale veldbussen. De omzetting van analoge waarde in de digitale representatie vindt dan in de (intelligente) sensor zelf plaats, zodat de veldbus alleen de digitale codes van meetwaarden en van commando's hoeft over te zenden. Sinds het midden van de tachtiger jaren wordt daarbij op verschillende fronten gewerkt aan de ontwikkeling van een nationaal en later ook internationaal geaccepteerde standaard voor communicatie op instrumentatie- en besturingsniveau, met intelligente sensoren en actuatoren aan de ene kant en PLC's of procescomputers aan de andere kant. Omdat de veldbus niet de volledige functionaliteit van 'hoge' netwerken

behoeft te bieden, wordt voor de standaardisering van de interne taakverdeling uitgegaan van een vereenvoudigd OSI-model (Afb. 3). Het betreft de volgende drie lagen:

- De fysieke laag (1), waarin fysieke aspecten als medium (koperdraad, glasvezel, ed), signaalniveaus, modulatieprincipe, max. buslengte, ed. worden beschreven
- De datalink laag (2), die de elementaire communicatie protocollen en dataformaten alsmede de toegang tot de bus definieert, teneinde een foutloze dataoverdracht te bewerkstelligen.
- De applicatielaag (7), die de interpretatie van de overgezonden

LAAG	OSI STANDAARD	VELDBUSSTANDAARD
7	applicatielaag	veldbus applicatielaag
6	presentatielaag	
5	sessielaag	niet gespecificeerd
4	transportlaag	
3	netwerklaag	
2	datalinklaag	veldbus datalinklaag
1	fysieke laag	veldbus fysieke laag

Figuur 3
Relatie veldbus tot het OSI-referentiemodel

data uniformeert. Deze hoogste laag is veelal vaag omschreven en wordt vaak per specifieke toepassing ad hoc ingevuld.

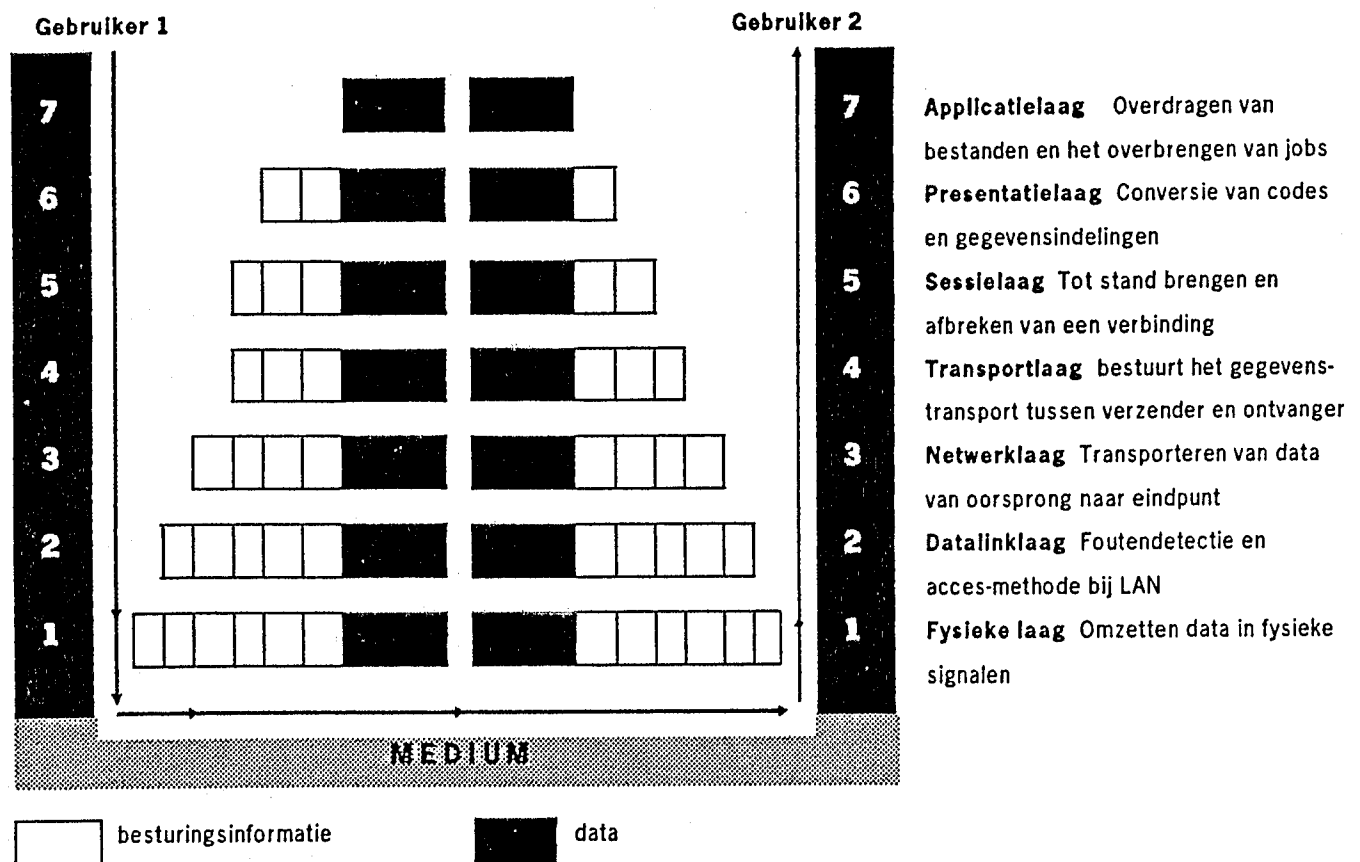
Langzaam proces van standaardisering

Op wereldschaal zijn in dit verband enkele grote standaardisatie- en normalisatie-organisaties actief: ISO (International Standard Organisation), IEC (International Electrical

Commission) en ISA (Instrumental Society of America). Het komen tot een algemeen aanvaarde standaard is een moelzaam proces. Veel fabrikanten waren al met eigen ontwikkelingen bezig en wilden niet op de uiteindelijke standaard wachten. Het gevolg is een groot aantal gelijktijdige en min of meer nationaal gekleurde activiteiten onder de noemer 'veldbus'.

Enkele belangrijke ontwikkelingen zijn:

- Amerika met het ISA SP50-project;
- Europa met een Eureka-project voor de veldbus;
- Japan met het JEIDA-project;
- Engeland met de MIL-bus, gebaseerd op de militaire standaard 1553B;
- Duitsland met Profibus (Process Field Bus), gebaseerd op de voorlopige norm DIN V19245, ondersteund door meer dan dertien bedrijven, waaronder Siemens, Bosch en Klöckner-Möller, DIN-Messbus, gebaseerd op DIN 66348,



Figuur 3
Het OSI-referentiemodel in beeld

ondersteund door meer dan twintig bedrijven;

- Frankrijk met FIP (Flux d'Information Processus, ook wel aangeduid met Factory Instrumentation Control).

Toekomst

De verwachting is dat een algemeen erkende norm voor de veldbus, die volledige uitwisselbaarheid garandeert niet voor 1993 beschikbaar is. Voorlopig moet men het doen met ad-hoc standaards, die veelal per land zijn geaccepteerd. De verwachting is dat geen van deze mogelijkheden volledig

model zal staan voor de toekomstige industrie-norm. Dit kan een argument zijn om in de applicatiesfeer een wat afwachtende houding aan te nemen met betrekking tot de adoptie van een veldbus.

Ook voor agrarische toepassingen is er niet veel meer duidelijk dan dat de veldbus daar op langere termijn ook een centrale rol zal gaan spelen. Er worden momenteel wel enkele kleinschalige projecten op dit gebied gerealiseerd, zoals het besturen van het nieuwe kassencomplex van het IMAG-DLO met een Bitbus-Implementatie. Alleen voor de wat aparte toepassing van een veldbus voor trekker/werktuig combinaties heeft

de Inspanning van de ISO werkgroep (ISO/TC23/SC19/WG1) geleid tot het kiezen van het uit de vervoerswereld afkomstig CAN-protocol (CAN = Controller Area Network) als standaard. Het is belangrijk om vanuit het landbouwtechnisch onderzoek de randvoorwaarden, gestructureerd vanuit de OSI-lagen te bepalen, waaraan toekomstige keuzen voor landbouw-standaards moeten voldoen. Met dit eisenpakket kunnen de markt- en normalisatie-ontwikkelingen actief worden gevolgd en op tijd adequate keuzen worden gemaakt.

Literatuur

- BENT, R. ET AL
Viele Feldbusse für alle Anwendungen, *Elektronik* 1991, nr 7, pag.166-171.
- BRESCH, H. ET AL
Übertragungssicherheit bei Feldbussen, *Elektronik* 15 (1991), 54-58.
- BUMA, J.T.
Van 'stand alone' tot 'Local Area Network', *De Ingenieur* 2 (1988), 8-15.
- DECKER, R.
Offene Standards braucht das Land, *Elektronik* 2 (1991), 67-77.
- DERTOUZOS, MICHAEL L.
Communications, Computers and Networks, *Scientific American*, Sept. 1991, 30-51.
- DOMBURG, L.L.R. VAN
Spaghetti of bussysteem, *RB-Elektronica*, Oktober 1991, 34-37.
- EIFERT, G.
Feldbus in Chemieanlagen, *Automatisierungstechnische Praxis* 5 (1987), 209-213.
- ERADUS, W.J.
Intelligente sensoren hebben grote toekomst, *Agro-Informatica* 4 (91) 4
- ETSCHBERGER, K. ET AL
CAN, ein Busconcept für den industriellen Einsatz, *Elektronik* 12 (1990), 109-114.
- FEGER, O.
Computers, networking, protocols, packets, gateways, *Siemens Components* 4 (1988), 148-150.
- FOLKERTS, H.
Standaardisatie van computerkoppelingen in de veehouderij, *Landbouwmechanisatie* 38 (1987), 1248-1251.
- GALTJEMA, A.O. ET AL
Technische aspecten van de Datacommunicatie tussen procescomputers en managementcomputers in de agrarische sector, *Rapport TFDL-DLO, Expertisecentrum voor Informatietechnologie*, februari 1991.
- GUSTAVSON, D.B.
Computer buses, a tutorial, *IEEE Micro* Augustus 1984, 7-22.
- HEINTZ, F.
Intelligente Sensoren im Kraftfahrzeug, *Bosch technische Berichte* 52 (1990).
- JONG, C. DE
De Ingenieur in de informatietechniek, *De Ingenieur*, 4 (1986), 73-83.
- KAFKA, GERHARD
Schnittstellen für die Datenübertragung, *Elektronik* 25 (1984), 77-80.
- KISHOENDAJAL, M.
Standaardisering van veldbus protocol: een muil met een lange staart, *Elektro-Data* april 1990, 20-21.
- KÖLLER, J.
Der Interbusbus als offene Feldbus-Lösung, *Elektronik Entwicklung* 11 (1990), 40-42.
- KREYSSIG, J., ET AL
ABUS, ein Multimaster-Bussystem, *Elektronik* 12 (1991), 110-115
- LANGELER, R.J.
DIN-bus meet zich met andere veldbussystemen, *Elektro-Data*, aug.1990, 15
- LAWRENZ, W.
'Auto-Busse' in der Industrie, *Elektronik* 12 (1990), 134-137.
- MIER, E.E.
The evolution of a standard ethernet, *Byte* 12 (1984), 131-142.
- MULDER, A.
Het draadloze netwerk komt, *Ingenieurskrant* 20 (1991), 20, 8-9
- NICHOLS, B. ET AL
A data link for agricultural and off-highway communications, *IEE Transactions on Industrial electronics*, vol. IE-32, 4 (1985), 339-341.
- PEHRS, J.
CAN, das sichere Busconcept, *Elektronik* 17 (1991), 96-101
- POST, H.
Ein Lichtblick im Feldbus-Dschungel, *Elektronik* 13 (1991), 24-26.
- PATZKE, R.
Der ganz andere Feldbus, *Elektronik* 12 (1990), 116-121.
- PATZKE, R.
Vernetzungsstrukturen in der industriellen Messdatenerfassung, *Technisches Messen* 56 (1989), 356-360.
- REETZ, T.M.
Decentrally measured data acquisition, *Chemical plants and processing* November 1990, 32-34.
- SCHÄPER, N.
Feldbusse im Leistungsvergleich, *Elektronik* 6 (1991), 126-133.
- SCHNEIDER, H.J.
ACHEMA 91, Sensorsysteme für die Betriebstechnik und Kommunikation im Feld, *Automatisierungstechnische Praxis*, 33 (1991) 10, 511-528
- SPIJKERS, A.
IEC Feldbus: eerste producten komen pas in de jaren negentig, *Technische revue* 25 (1989), 3
- STIEHL, W.E.
Datenaustausch in automatisierten Messsystemen, *Technisches Messen* 4 (1986), 129-137.
- STROM, J.
Matter of protocols, *Systems International* 12 (1988), 41-49.
- VEGT, W.H.M. VAN DER
Veldbus: Digitale communicatie in het produktieproces, *Elektronica* 23 (1990), 17-25.
- WILSON, S.
Hochleistungsnetze für Peripheriegeräte, *Elektronik* 19 (1986), 146-148.
- ZIMMERMANN, P.
CAN, Serielle Datenübertragung für Echtzeitanforderungen, *Elektronik* 5 (1991), 76-78.