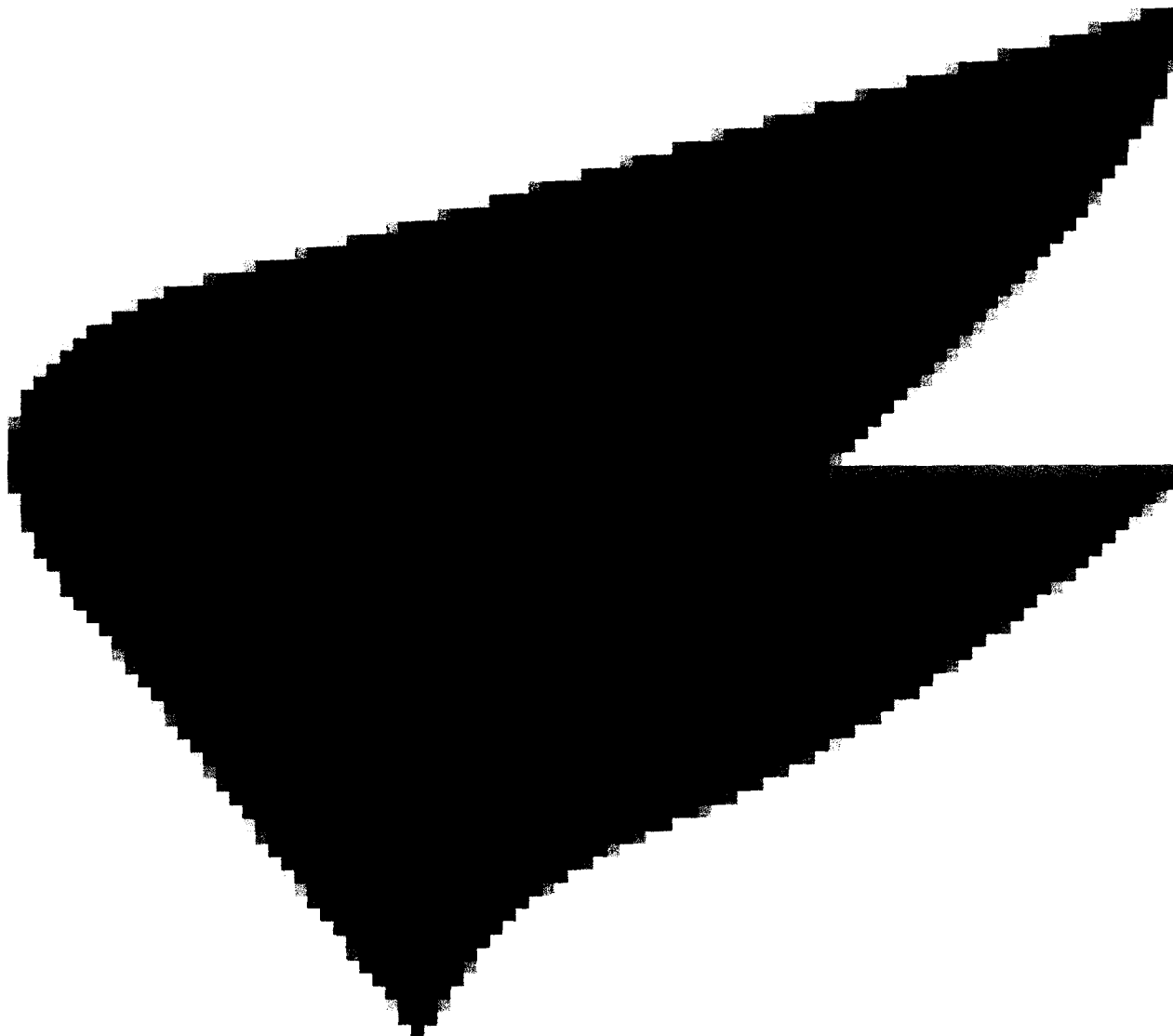


Bedrijfsbegeleider:
De heer K.D.J. Bösecke
Vestiging Amsterdam



Afstudeeropdracht van:
J.H.A. Savelkouls
Student ID-code: 1116868

Hogeschool van Utrecht
Elektrotechnische installatietechniek
Deeltijd VEV
Faculteit Natuur en Techniek
Datum: 10-08-2004

Mediatheek HvU



0300 529 2858

Voorwoord

Hierbij wil ik mijzelf en BURGERS ERGON bv introduceren. Mijn naam is Hans Savelkouls, getrouwd, vader van een prachtige dochter, werkzaam bij BURGERS ERGON bv en volg de deeltijd VEV opleiding EIT op de Hogeschool van Utrecht. Mijn functie binnen BURGERS ERGON bv is Projectleider S&O E bij de vestiging Amsterdam. De combinatie van een volledige baan en het studeren daarnaast, met kleine kinderen, valt soms zwaar. Mijn dank gaat dan ook uit naar mijn gezinsleden die mij in moeilijke tijden hebben bijgestaan en mij de moed hebben gegeven om toch verder te gaan met de opleiding.

BURGERS ERGON bv is een landelijk opererende totaal installateur met verschillende vestigingen verspreid over het gehele land. De insteek van de totaal installateur is vooral de communicatie tussen de opdrachtgever en meerdere partijen eenvoudiger te maken, door gebruik te maken van één contactpersoon die de diverse installaties vertegenwoordigt. Uiteraard geldt hierbij ook de onderlinge interne afstemming met betrekking tot tekeningen, planning, uitvoering en dergelijke. De afstudeeropdracht diende uiteraard binnen eigen bedrijf te worden uitgevoerd. Dit eindresultaat is dan ook bedoeld voor alle geïnteresseerden binnen BURGERS ERGON bv.

Het onderwerp van de opdracht heb ik min of meer zelf gekozen, maar tezamen met de heer K. Bösecke en de heer Van Ravenswaay verder uitgewerkt tot een concrete opdracht. De begeleiding vanuit het bedrijf heeft de heer K. Bösecke op zich genomen en vanuit de opleiding de heer M. van Ravenswaay. Ik wil dan ook naast mijn gezin beide heren bedanken voor hun inzet en begeleiding. Verder wil ik nog de heer T. van Gerwen van onze meet en regel afdeling bedanken en de heer T. Smulders van Celsius Benelux B.V..

Amsterdam, 10 augustus 2004

Hans Savelkouls

INHOUDSOPGAVE VERSLAG	blz
VOORWOORD	2
INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	4
INLEIDING	5
1 GLOBALE AANPAK	6
2 INLEIDING BUSSYSTEMEN	7
2.1 Wat is een bussysteem	7
2.2 De ontwikkeling van het bussysteem	8
2.3 Open en gesloten systemen	9
2.4 De markt met betrekking tot bussystemen	10
2.5 Enige kanttekeningen	11
3 DE VERSCHILLENDE OPEN SYSTEMEN	12
3.1 Verschillende toepassingsgebieden ten behoeve van bussystemen	12
3.2 Algemene informatie	15
3.3 Fysieke eigenschappen	16
3.4 Wijze van dataoverdracht	18
3.5 Uitvoering	19
3.6 Korte toelichting op de verschillende bussystemen	20
3.7 Evaluatie theoretisch onderzoek	26
4 BESCHRIJVING DAIMLERCHRYSLER	28
4.1 Omschrijving en doel van de opdracht	29
4.2 Beknopte omschrijving van de gebouwmvang en installaties	30
5 HUIDIGE SYSTEMEN	32
5.1 Globale omschrijving van het project	32
5.2 Kosten huidig geplaatste systemen	35
6 NIEUW CONCEPT OPEN SYSTEEM	37
6.1 Keuze van het nieuwe concept	37
6.2 Opbouw van het nieuwe concept	38
6.3 Kosten van het nieuwe concept	41
6.4 Besparing ten opzichte van de huidige systemen	41
6.5 Voordelen nieuw concept ten opzichte van de huidige systemen	42
7 CONCLUSIE	44
8 LIJST MET AFKORTINGEN	45
9 LITERATUUR	46
BIJLAGE I: Afstudeeropdracht [1 blad]	
BIJLAGE II: Introductie datacommunicatie [13 bladen]	
BIJLAGE III: Begroting Siemens meet en regelinstallatie. Huidig project [7 bladen]	
BIJLAGE IV: Begroting Gia schakelsysteem incl. visualisatie. Huidig project [7 bladen]	
BIJLAGE V: Begroting geïntegreerd systeem op basis van LONWorks en BACnet [7 bladen]	
BIJLAGE VI: Documentatie van de diverse systemen	

Samenvatting

Het doel van deze afstudeeropdracht is om inzicht te krijgen in, de voor BURGERS ERGON bv relevante zijnde, open bussystemen. Om de benodigde theoretische kennis te verzamelen is er onderzoek gedaan naar de verschillende open systemen die momenteel gebruikt en geïmplementeerd worden in diverse werktuigbouwkundige, elektrotechnische en (proces) industriële installaties. Hierbij valt direct op dat er binnen Nederland een paar grotere systemen worden toegepast. Het onderzoek richt zich in het begin tot de definities en soorten open bussystemen. Er is veel informatie per protocol verzameld waarbij er gekeken is naar de eigenschappen, algemene informatie en andere aspecten die van invloed zijn om een systeemkeuze te kunnen maken voor een bepaald project. Met deze informatie is er een keuze gemaakt om in plaats van twee gesloten systemen, die geplaatst zijn in een bestaand project, een nieuw concept te ontwerpen waarbij beide gesloten systemen worden geïntegreerd in één open systeem. Het nieuwe concept moest minimaal aan dezelfde eisen voldoen als de bestaande systemen.

De reden voor dit alles zijn met name de navolgende aspecten waarbij enige voordeel behaald kan worden:

- Kosten ten behoeve van het realiseren van het project
- Integratie mogelijkheden (interoperabiliteit)
- Service aspect (met name van de leverancier van een systeem)

Vooraf de omvang van de installatie, het service aspect en de mogelijkheid tot interoperabiliteit (dit betekend dat meerdere systemen goed met elkaar kunnen functioneren) gaf de doorslag om te kiezen voor het LONWorks protocol boven andere systemen.

Behoudens de technische mogelijkheden van een open systeem is er, om meerdere partijen te overtuigen van de eventuele financiële voordelen van een dergelijk systeem, een kostenoverzicht gerealiseerd. Hierin zijn de huidige operationele systemen vertaald naar een begroting welke de kostprijs weergeeft. Uiteraard is het nieuwe concept ook naar een dergelijke begroting vertaald. Met behulp van deze gegevens is er een vergelijking gemaakt waarbij een aantal punten zijn gespecificeerd en financieel nader zijn onderzocht. Dit zijn:

- Bekabeling
- Nodes / apparatuur
- Visualisatie

Na analyse van het bovenstaande is er geconcludeerd dat naast de technische mogelijkheden en de voordelen met betrekking tot het service aspect, de kosten om dit project met een nieuw concept uit te voeren aanzienlijk gereduceerd kunnen worden.

Inleiding

De automatisering van proces- en andere installaties binnen de gebouwautomatisering staat niet stil. Waar men bijvoorbeeld veel gebruik maakte van PLC's ten behoeve van complexe lichtschakelingen komen hier naast, of ter vervanging, steeds meer bussystemen. Binnen de industrie wordt de communicatie tussen de verschillende PLC's middels bussystemen gerealiseerd. Deze systemen zijn met de tijd in aantal en toepassingsgebieden toegenomen. Binnen BURGERS ERGON bv wordt er, net als bij de collega-installateurs, steeds meer gebruik gemaakt van bussystemen binnen de aangenomen projecten. Mede door het feit dat BURGERS ERGON bv meerdere afdelingen binnen zijn organisatie heeft zoals, elektrotechniek, werktuigbouwkunde, industrie, beveiliging, data- en telecommunicatie kan men zichtotaal installateur noemen. Dit biedt kansen om middels de huidige technologie, zoals bussystemen, integratie van de verschillende systemen tot stand brengen. Een eventuele kostenreductie en het service aspect kan hierbij een doorslag geven. Hiervoor is wel enige kennis nodig van de verschillende systemen. Met totaal installateur wordt bedoeld dat er verschillende installaties binnen de utiliteit zoals elektrotechniek, werktuigbouwkunde, industrie, brand- en inbraaksystemen gecombineerd worden aangeboden en uitgevoerd in de grotere en kleinere projecten.

Doelstelling

Het doel van de afstudeeropdracht is om zicht te krijgen in de diverse open bussystemen met betrekking tot de implementatie mogelijkheden en toepassingsgebieden. Hierdoor kan er enig inzicht verkregen worden met betrekking tot eventueel selectiecriteria, welke benodigd zijn om een systeemkeuze te maken voor een bepaald project. Tevens dient er inzicht te worden gegeven, door middel van een bestaand project, in de kosten van een geïntegreerd open bussysteem ten opzichte van twee afzonderlijke (gesloten) bussystemen. Hierna kan er geconcludeerd worden of er voordelen of nadelen ten opzichte van de huidige geplaatste systemen zijn, zoals serviceverlening, kosten en dergelijke.

Opbouw van het verslag

Het verslag is in diverse hoofdstukken verdeeld. Het eerste hoofdstuk bestaat uit een inleiding met betrekking tot de ontwikkeling en het principe van een bussysteem. Het verschil tussen open en gesloten systemen komt hierin aan bod. Na dit inleidende hoofdstuk komen de verschillende open bussystemen aan bod. Middels algemene informatie en meer technische informatie omtrent het aantal nodes, wijze van koppelen en overdrachtssnelheden en dergelijke, worden de diverse systemen onder de loep genomen. Hierdoor ontstaat er een beeld met betrekking tot de mogelijkheden van een bepaald systeem. Vervolgens wordt er een korte toelichting gegeven op de diverse systemen. De bedoeling van dit alles is om inzicht te verkrijgen en een systeem te vinden welke het beste bij een bepaalde installatie past. Aansluitend wordt er een project uitgevoerd waarin plaats van twee gesloten systemen één open systeem wordt toegepast. Als laatste wordt er, na alles geëvalueerd te hebben, een conclusie getrokken.

Tevens zal er een bijlage bij dit verslag worden gevoegd. Het eerste gedeelte hiervan geeft een indruk hoe datacommunicatie is opgebouwd, alsmede de opbouw van het systeem en de verschillende manieren van het aan elkaar koppelen middels de diverse media binnen een (bus) systeem. De vervolgbijlagen bestaan uit de diverse begrotingen van de huidige operationele systemen en het nieuwe concept, alsmede diverse documentatie van de genoemde systemen.

1. Globale aanpak

Om de verschillende doelstellingen te kunnen realiseren dienen er van de verschillende, voor BURGERS ERGON bv relevante zijnde, open bussystemen de diverse eigenschappen nader onderzocht te worden. Bij afronding van dit meer theoretische gedeelte ontstaat er een basis die gehanteerd kan worden bij het bepalen van een open systeem die voor een bepaalde installatie, of meerdere, kan worden gebruikt.

Met deze verkregen informatie dient er een bestaand, onlangs opgeleverd project, te worden voorzien van een nieuw concept. Dit vanwege het feit dat de huidige elektrotechnische en werktuigbouwkundige installaties momenteel door middel van twee afzonderlijk gesloten systemen worden aangestuurd. Dit roept vragen op met betrekking tot de kosten en de service van de leveranciers.

De keuze voor het nieuwe concept dient te worden bepaald door meerdere items die van belang zijn om een goede keuze te maken, waarbij het functioneren van de installatie voor op staat. Dit voor zowel BURGERS ERGON bv als de desbetreffende opdrachtgever. Hierbij zijn een aantal factoren van groot belang, te weten:

- Het totaal aan te sturen componenten.
- Integratiemogelijkheden van elektrotechnische en werktuigbouwkundige installaties.
- Het service aspekt (after-sales)

En als laatste, maar zeker niet de minste:

- De kosten van een dergelijk systeem.

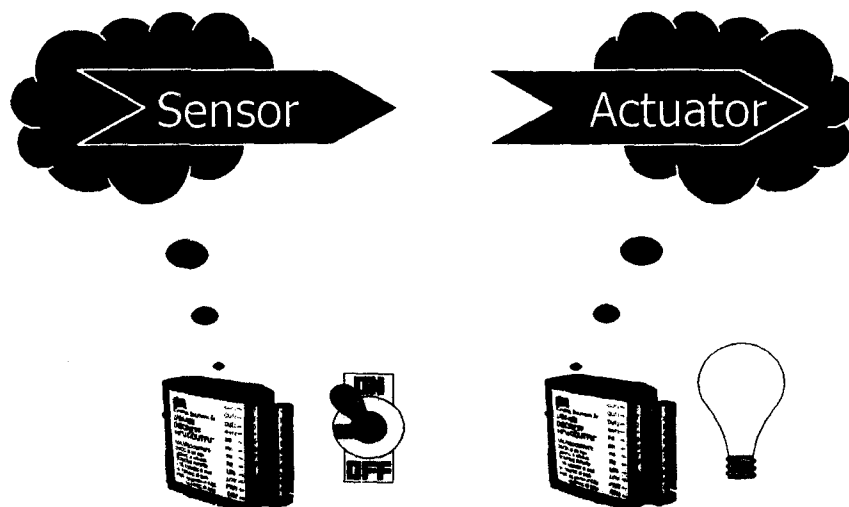
Uiteraard kunnen er binnen speciale installaties meerdere items belangrijk zijn, maar voor dit project zijn de bovenstaande items voldoende.

Deze kosten kunnen uitsluitend worden bepaald door de huidige systemen prijstechnisch af te zetten tegen de kosten die benodigd zijn om het nieuwe concept te realiseren. Om dit nader te kunnen onderzoeken en uit te werken, is er contact gezocht met de beide leveranciers van de huidige systemen. Met de hierbij ingewonnen informatie, kan het nieuwe concept worden uitgewerkt, waarna er prijzen kunnen worden opgevraagd. Het is niet altijd te zeggen dat de kosten worden gereduceert, hetgeen niet altijd wil zeggen dat hierbij alle voordelen van een dergelijk concept zijn vervallen. Wanneer de fabrikant een betere service kan verlenen of de installaties in eigenbeheer kunnen worden gehouden, kan dit eventueel op langer termijn, toch financiële voordelen bieden.

2. Inleiding bussystemen

2.1 Wat is een bussysteem.

De afkorting van BUS staat voor: Binary Utility System. Oftewel een binaire programma aansturingssysteem. Een bussysteem bestaat uit diverse aan elkaar gekoppelde apparaten, armaturen, kleppen, opnemers en dergelijke, (actuatoren en sensoren) die aangestuurd worden door componenten die via een medium zoals (glasvezel)kabel met een PC of centrale besturingseenheid in verbinding staan. Deze componenten, welke veelal zijn voorzien van een zekere vorm van intelligentie, worden aangestuurd middels diverse software applicaties. Dit soort componenten worden nodes genoemd. De PC zorgt veelal voor een centrale aansturing middels het verzenden van datapakketten, welke het desbetreffende component een bepaalde actie laat ondernemen of waarden van een opnemer opvraagt. Deze PC moet over de benodigde software beschikken om de desbetreffende apparaten aan te sturen of uit te lezen. Hiervoor zijn de diverse systemen voorzien van een systeemafhankelijk protocol (een reeks afspraken om datacommunicatie in goede banen te leiden).



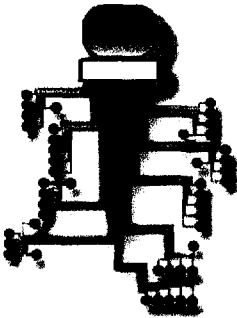
Figuur 1: sensor actuator

Een bussysteem kan bestaan uit besturingen op uitsluitend het elektrotechnische gebied of werktuigbouwkundige gebied of een combinatie hiervan. Er bestaan twee soorten bussystemen. Te weten: gesloten systemen, deze zijn uitsluitend opgebouwd uit componenten van één fabrikant die zijn protocol niet wil prijsgeven. En er bestaan ook systemen welke componenten van diverse leveranciers kunnen aansturen en hun protocol wel prijsgeven. Dit zijn open systemen. Wegens het groot aantal gesloten systemen en de uitdaging integratie middels open systemen, beperkt dit verslag zich tot het onderzoek dan ook tot de laatst genoemde systemen. Het verschil tussen open en gesloten systeem komt dan ook alleen aan bod in het begin van dit verslag.

2.2 De ontwikkeling van het bussysteem

In de jaren tachtig zocht men binnen de industriële omgeving naar mogelijkheden om het grote aantal kabels naar een minimum te beperken, dit brengt immers een koste besparing qua kabel en bekabelingwerkzaamheden met zich mee. Een bijkomende grote factor is dat eventuele storingen moeilijk op te sporen zijn bij een groot aantal draden, hetgeen een hoop tijd vergt en daarmee kosten zijn gemoeid. Hiernaast is de flexibiliteit veelal ver te zoeken. Het ombouwen van een proces was een langdurige en kostbare aangelegenheid, mede door de tijd dat het gehele proces hierdoor niet operationeel was en daardoor geen productie gemaakt kon worden.

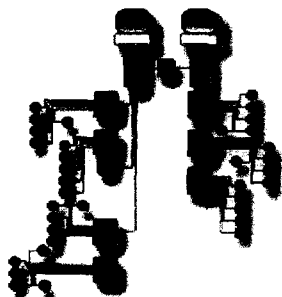
De eerste generatie bussystemen beschikten over een beperkte intelligentie en functionaliteit. Deze waren uitsluitend ontworpen door een fabrikant van bepaalde industriële procesbesturingen. De opbouw was niet volgens standaarden uitgevoerd, dataoverdracht was erg traag en uitermate storingsgevoelig. Het dataverkeer werd op een dusdanige manier verwerkt dat veel aansturingen en statussen van de diverse componenten gedeeltelijk of verminkt aan kwamen, hetgeen niet zo veel meerwaarde gaf ten opzichte van de bestaande conventionele systemen.



Figuur 2: opbouw eerste generatie

De manier van koppelen van de componenten gebeurde op een dusdanige wijze dat elk component afzonderlijk naar de centrale computer verbonden moest worden middels één kabel. Een bijkomend nadeel was dat de intelligentie uitsluitend in de centrale computer aanwezig was, hetgeen veel problemen opleverde wanneer deze uitviel. Het gehele proces kwam hierdoor in zijn geheel stil te liggen. Door het probleem van het geheel uitvallen van een proces, welke alles behalve wenselijk is, was men opzoek naar een meer (decentraal) intelligenter systeem. Men ontwikkelde de tweede generatie bussystemen.

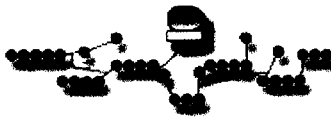
Dit systeem bracht een onderscheid aan diverse eenheden of blokken, door gebruik te maken van van een PLC of andere PC's (onderstation). Hierin werd er vanuit de besturings PC software geladen om het desbetreffende deel van het proces te kunnen aansturen. Voordeel hiervan is dat er tijdens storingen in bepaalde eenheden, andere eenheden van het proces niet worden onderbroken. Hiervoor moesten wel bufferzones worden aangelegd. Een ander voordeel is de snelheid van de dataoverdracht, deze ligt hoger omdat er minder datapakketten over dezelfde verbindingen verstuurd hoefden te worden.



Figuur 3 opbouw tweede generatie

Zo wordt dus een snellere verwerkingstijd tot stand gebracht. Door gebruik te maken van onderstations, werd het kabelverbruik aanzienlijk teruggebracht, maar de kabels hadden nog een lange lengte. Nadeel is wel dat de hardware componenten duurder zijn en het bussysteem veelal afhankelijk was van één leverancier. De ontwikkeling en implementatie van de derde generatie bussystemen is in volle gang. Deze generatie kenmerkt zich aan de mate van intelligentie, welke zich niet alleen beperkt tot de centrale computer maar ook in de componenten. Deze componenten beschikken over een voorgeprogrammeerde chip, waarin de benodigde informatie met betrekking tot het verzenden en verwerken van datapakketten veelal volgens het OSI-model is vastgelegd.

Voordeel van dit nieuwe systeem is ook dat meerdere componenten aan elkaar gekoppeld kunnen worden en maar één in verbinding staat met de centrale computer. Dit geeft een zeer grote kostenbesparing met betrekking tot het aanleggen van kabels en kabelwegen. Veel fabrikanten zien toekomst in bussystemen, dat is met name te zien aan het groot aantal verschillende fabrikanten die componenten leveren ten behoeve van deze systemen. De vraag nu alleen is welke bussystemen over de meeste voordelen beschikt om zo de concurrentie voor te blijven.



Figuur 4 opbouw derde generatie

2.3 Open/geslotensysteem:

Meerdere fabrikanten van installatieonderdelen zagen de voordelen van een intelligent besturingssysteem en ontwikkelde, in samenwerking met dataprogrammeurs, een eigen protocol met de benodigde hard- en software. Om zo de aansturing van eigen producten intelligent uit te kunnen voeren. Dit zorgde ervoor dat vele bussystemen met een eigen protocol ontwikkeld werden die niet konden communiceren met componenten van andere fabrikanten en overigens ook niet kunnen worden overgenomen door andere partijen ten behoeve van het beheren en/of doorvoeren van eventuele aanpassingen aan het systeem. Dit komt omdat de protocollen met betrekking tot de dataoverdracht en de benodigde software niet worden vrijgegeven. Deze fabrikant afhankelijke bussystemen worden gesloten systemen genoemd. Het woord "gesloten" verklaard al het één en ander. Het tegenover gestelde, namelijk open systemen, bestaan uit diverse fabrikanten van hardware componenten die gebruik maken van één gezamenlijk protocol. Zodoende kan er een bussysteem worden samengesteld, die ook nog de diverse disciplines kan aansturen en regelen. Uiteraard kunnen de gesloten systemen ook meerdere disciplines aansturen, alleen met beperkte hardware en toepassingen. Het aansturen van de diverse disciplines, middels een open systeem, vergt veel voorbereidings- en engineeringstijd, hetgeen vaak nog door systeemintegrators wordt uitgevoerd die veelal hun eigen voorkeuren hebben omtrent het te gebruiken protocol.

Uiteraard hebben open- en gesloten systemen voor- en nadelen ten opzichte van elkaar. De gesloten systemen zijn veelal in aanschaf goedkoper, alhoewel er geluiden komen dat er een kantelpunt is aangebroken. Ze zijn verhoudingsgewijs makkelijk te (om)programmeren, daarentegen zijn zeer beperkt en prijstechnisch duur wanneer er binnen een project meerdere gesloten systemen moeten worden geïnstalleerd om zo de diverse installaties aan te sturen door middel van een intelligent besturingssysteem. Ander nadeel is de product range, deze is zeer beperkt en bijna uitsluitend door één en dezelfde fabrikant te leveren. Hierdoor worden de krachten niet gebundeld om meer inventieve producten (door) te ontwikkelen en kan het zijn dat de service niet altijd 100% gegarandeerd kan worden, hetgeen beperkingen met zich meebrengt.

Het open systeem is gemiddeld genomen in aanschaf duurder wanneer er één installatie wordt bestuurd, mede door de engineering en prijzen van componenten, die het open systeem vergt. Door complexere protocollen is het in- en omprogrammeren vaak een moeilijk aangelegenheid welke door goed geschoold personeel uitgevoerd dient te worden. Uiteraard wordt er steeds meer vriendelijke software toegepast welke de installatie en integratie vereenvoudigen (binding tools). Groot voordeel is wel dat de diverse disciplines middels een grote variatie aan componenten van een omvangrijk net van fabrikanten aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Bij specifieke eisen van de eindgebruiker bestaan er mogelijkheden ten over om deze te kunnen realiseren. Door het gebruik maken van creatieve en inventieve oplossingen kunnen hardware componenten en daardoor geld, bekabeling en arbeid bespaart worden.

Wanneer deze leverancier na het uitvoeren van een nieuwbouwproject slechte service biedt, is het moeilijk en vaak onmogelijk de installatie over te dragen naar een andere partij of in eigen beheer uit te kunnen voeren. Hierdoor kan, door de slechte serviceverlening, de installateur zonder dat hij daar enig invloed op heeft in moeilijke situaties terechtkomen en zal hij in het uiterste geval afscheid moeten nemen van een ontevreden klant. Bij open systemen daar in tegen kan eigen personeel worden opgeleid of een andere leverancier in de arm worden genomen, die de installaties kan overnemen. Software is overigens vrij, of tegen een geringe vergoeding, verkrijgbaar.

2.4 De vraag naar bussystemen uit de markt

Er zijn diverse installaties die met elkaar middels een bussysteem gekoppeld kunnen worden. Hieronder staan de diverse installaties weergegeven

Elektrotechnisch gebied:

- Verlichtinginstallatie
- Toegangscontrole
- Persoon zoekinstallatie
- Energiemanagement
- Zonweringinstallatie
- Uitlezen van diverse meetinstrumenten bijvoorbeeld van energieleveranciers

Werktuigbouwkundig gebied:

- Verwarming
- Koeling
- Ventilatie

Industriële toepassingen:

- Procesaansturingen
- Aansturen van robots
- Koppelen van meerdere PLC bestuurd processen

Momenteel worden er steeds meer (nieuwbouw) projecten met gebouwautomatisering middels bussystemen uitgevoerd en opgeleverd. Binnen bepaalde segmenten in de markt groeit de vraag zeer hard maar elders blijft deze een heel eind achter. Hiervoor zijn een aantal redenen.

Er zijn een groot aantal opdrachtgevers, vastgoedhandelaren, die niet technisch zijn ingesteld en uitsluitend winst willen maken door zo min mogelijk geld uit te geven aan enige vorm van luxe of energiebesparing. Men denkt op voorhand dat bussystemen niet voordelig zijn. Maar wanneer er veel verhuisbewegingen binnen een pand plaats gaan vinden kan het voordeliger zijn. Tevens wordt de markt geconfronteerd met het, door de overheid, gedeeltelijk tot geheel dichtdraaien van de geldkraan voor subsidies met betrekking tot energiebesparing. De vastgoedhandelaren met projecten aan de onderzijde van de markt willen dat de door hun gerealiseerde (kantoor)projecten zeer basic worden uitgevoerd met meer goedkope conventionele schakelingen en systemen. Men zal zich dan ook vooral moeten richten op systemen die met geringe meerkosten de basic installaties middels buscommunicatie kan automatiseren, om zo de eventuele eindgebruiker te overtuigen dat deze vorm van gebouwautomatisering diverse voordelen en besparingen biedt. Met betrekking tot andere segmenten van de markt zoals ziekenhuizen, bovenzijde van de kantorenmarkt, en vooral de industrie is er voorspeld dat de (gebouw)automatisering in de komende tijd sterk zal groeien. Die segmenten bieden dan ook veel mogelijkheden waarop de installateur zich kan gaan richten.

2.5 Enige kanttekeningen

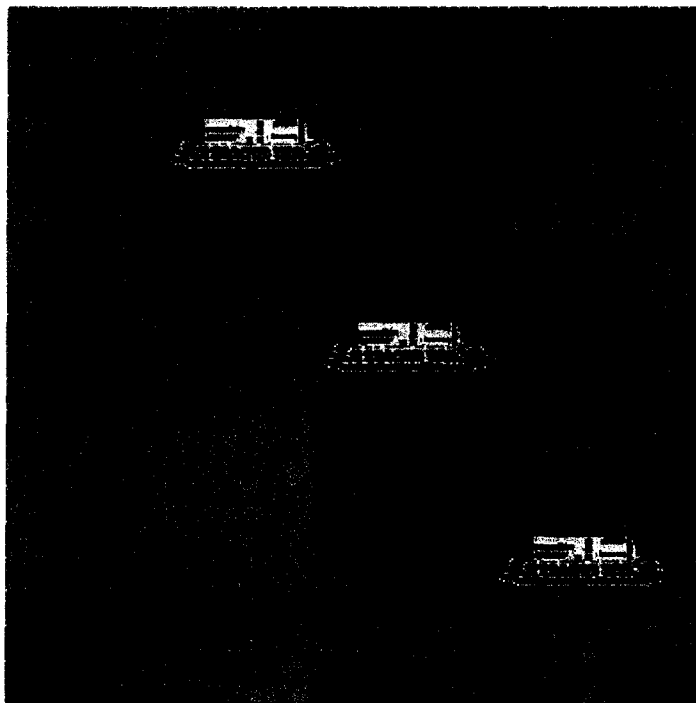
Er bestaan een aantal beperkingen met betrekking tot het toepassen van bussystemen. Deze beperkingen zijn niet zo zeer van technische aard. Een aantal installaties kan, wegens de huidige normen, niet opgenomen worden binnen een gecombineerd bussysteem. Dit geldt met name voor de ontruiming en brandmeldinstallaties. Deze installaties maken wel binnen het eigen systeem gebruik van bustechnologie, maar wegens de huidige eisen en wettelijke kaders omtrent functiebehoud, het aanpassen van software en waarschijnlijk ook het vertrouwen van de brandweerinspecteurs, worden deze installaties niet gecombineerd met andere installaties binnen één gecombineerd bussysteem. Men kan overigens wel dusdanige koppelingen maken zodat visualisatie wel mogelijk gemaakt wordt. De verschillende leveranciers hebben te kennen gegeven dat er eventueel, met mogelijk een aantal aanpassingen omtrent autorisatie en beveiligingen en dergelijke omtrent het kunnen programmeren en wijzigen van software applicaties, één en ander in de toekomst wel mogelijk gaat worden. Dit geldt ook voor inbraakmeldinstallaties. Deze worden in verband met de huidige eisen van de geëiste NCP certificering buiten een gecombineerde bussysteem gehouden. Van veel Particuliere Alarm Centrales, afgekort PAC, dient de installatie gecertificeerd te zijn. Dit alles omdat er in het verleden veel loze meldingen naar de politie zijn gemeld, hetgeen een zekere onnodige druk legt op het functioneren van de politie. Uiteraard spelen hierbij ook de verzekeraars een grote rol.

3. De verschillende open systemen

3.1 Verschillende toepassingsgebieden ten behoeve van bussystemen

Zoals eerder beschreven zijn de bussystemen ontwikkeld in de procesautomatisering en worden nu doorontwikkeld voor de auto industrie en gebouwautomatisering. Het verschil tussen de proces(veld)bussen en de bussystemen die binnen de gebouwautomatisering gebruikt worden is met name de opzet. Binnen een industrieelgebouw zijn er meestal meerdere processen welke onafhankelijk van elkaar kunnen opereren. Door deze processen gescheiden te houden en wel communicatie tussen de verschillende processen tot stand te brengen, wordt er een hoop bekabeling bespaard, hetgeen automatisch een besparing in de montagekosten met zich meebrengt. De hiervoor bestemde bussystemen worden in plaats van conventionele systemen volgens bijvoorbeeld een Actuator/sensornetwerk geïnstalleerd. Dit houdt in dat in plaats van elke actuator en sensor afzonderlijk te voorzien van een kabel naar een vast punt, meerdere op één kabel of via een netwerk worden aangesloten. Hetgeen een besparing in kabels en montage werkzaamheden met zich meebrengt. Een ander voordeel van het gebruik van een bussysteem is dat de flexibiliteit wordt vergroot. Interoperabiliteit van de verschillende apparaten is hierbij zeer belangrijk. Hiermee wordt de correcte samenwerking van de verschillende apparaten van diverse fabrikanten binnen de gebouwautomatisering bedoeld.

Bussystemen of netwerken kunnen ingedeeld worden in verschillende niveaus. De sensor/actuatorbus op het laagste niveau, daarna de veldbus, de procesbus of celbus en als hoogste niveau het fabrieksnetwerk of LAN. Ieder niveau stelt zo haar specifieke eisen aan de bus.



Figuur 5 Indeling bussen

De sensor/actuatorbus:

Onder aan de ladder binnen een productieproces staat een besturingseenheid centraal, waarop de diverse sensoren de diverse status veranderingen doorgeven. Hierdoor zal de besturingseenheid wel of geen actuatoren aansturen om zo het proces goed te laten functioneren. Door de relatieve simpele benadering van een proces kan de omvang van de data beperkt worden tot een klein aantal bits in een datapakket. Hetgeen voordelen heeft ten opzichte van de totale capaciteit en snelheid waarmee het dataverkeer wordt verzonden. De data dient veelal met een grote snelheid van en naar de sensoren en actuatoren gestuurd te worden omdat veel processen bestaan uit diverse snelle handelingen. Typische kenmerken van dit soort bussen zijn korte lengte van de kabels, het meevoeren van een voeding in de bus ten behoeve van de sensoren en actuatoren.

De veldbus:

Omdat een proces veelal uit meerdere machines bestaat is het wenselijk deze besturingen aan elkaar te koppelen om zo een geïntegreerd proces te realiseren. Dit kan door de besturingseenheden of PLC's per machine aan elkaar te koppelen, middels buscommunicatie. Men noemt dit ook wel remote I/O. Het verschil met de sensor/actuatorbus zijn met name de grootte van de datapakketten en de lengte van de kabels. Door deze lengten wordt er geen voeding maar uitsluitend dataverkeer over de bus gezonden.

De procesbus of celbus:

Wanneer men de besturing van een zeer omvangrijk proces moet verwezenlijken dient men een niveau hoger te gaan. Men komt dan uit op de procesbus of celbus. Men deelt het proces op in kleinere eenheden en verzorgt hiermee dan de communicatie onderling.

Fabrieksnetwerk of Local Area Network (LAN):

Wanneer men de communicatie binnen het gehele (industriële) gebouw tot stand wil brengen wordt er gekozen voor een LAN. Of WAN wanneer er meerdere gebouwen gekoppeld dienen te worden. Vaak neemt men hiervoor een ander protocol welke grotere datapakketten sneller kan versturen.

De verschillende veldbussen hebben verschillende manieren om de informatieoverdracht te realiseren. De onderstaande methoden worden hierbij gebruikt:

- remote I/O: dit soort veldbussen fungeren als een soort multiplexer. Databits worden aan het netwerk aangeboden en getransporteerd naar outputs elders in het netwerk.
- master/slave: het meest gebruikte type veldbus. De master is het enige apparaat op de bus die een bericht mag verzenden aan een slave. De slave verwerkt het bericht en geeft antwoord. Een slave kan dus nooit zelf communicatie beginnen. Het heeft een uitvoerende functie binnen het systeem. In de tussentijd gebeurt er niets op het netwerk. De slaves kunnen ook niet onderling communiceren.
- cliënt/server: een multi-master veldbus waarbij alle stations gelijkwaardig zijn. Een cliënt geeft een opdracht aan een server. Deze voert de opdracht uit en geeft dan antwoord. Een station kan zowel cliënt als server tegelijk zijn en daarnaast ook nog meerdere opdrachten tegelijk verzenden/bewerken.

-consumer/producer: een multi-master veldbus, waarbij ieder station een abonnement neemt op een bepaald stuk data waarin het geïnteresseerd is. De producer van deze data zal bij iedere wijziging hierop of anders regelmatig deze data rondsturen. Het initiatief ligt hier dus bij de producer van de data en niet bij de consument

Op de volgende pagina's staan de verschillende open systemen weergegeven met diverse specificaties.

Uiteraard kunnen diverse (bus)protocollen tezamen een netwerk vormen. Hierdoor kan er een groter gebied worden bestreken, meerdere processen worden gekoppeld, of grotere verzendsnelheden worden bereikt. Een veel gebruikt protocol is bijvoorbeeld het BACnet protocol. Deze protocollen worden binnen de bussystemen veelal op management niveau toegepast.

3.2 Algemene Informatie

Type veldbus	Ontwerper	Op de markt gebracht	Standaard	Open structuur verkrijgbaar door
Profibus DP/PA	Siemens	DP in 1994 PA in 1995	EN 50170/DIN 19245 IEC 1158	D.m.v. Asic's van Siemens en profichip.
Interbus-S	Phoenix Contact, Interbus Club	1984	DIN 19258 EN 50.254, IEC 61158	Diversiteit aan producten van meer dan 400 producenten
DeviceNet	Allen Bradley	3-1994	ISO 11898 & 11519	17 chip leveranciers, meer dan 300 producenten. Open structuur. Open structuur
ARCNET	Datapoint	1977	ANSI/ATA 878.1	Chips, ANSI docs
AS-I	AS-I Consortium	Herfst 1993	Vorgelegd aan IEC	ASCII
Foundation Fieldbus	Fieldbus Foundation	1995	ISA SP50/IEC 61158	Chips, software/producten van diverse producenten
Foundation Fieldbus High speed Ethernet	Fieldbus Foundation	2000	IEEE 802.3u RFC for IP, TCP & UDP	Diverse leveranciers voor Ethernet componenten, Goedkoop
Seriplex	APC, inc	1990	Seriplex spec	Chips en diverse interfaces
WorldFIP	WorldFIP	1988	IEC 1158-2	Diverse chip leveranciers
LONWorks	Echelon Corp.	3-1991	ISO 16484-5	Publieke toegankelijkheid t.b.v. protocol(LON talk)
SDS	Honeywell	1-1994	Honeywell specificaties. Vorgelegd aan IEC ISO 111989	17 chip leveranciers, meer dan 100 producten.
ControlNet	Allen Bradley	1996	IEC	Open specificaties, 2 chip leveranciers
CANopen	CAN IN Automation onder leiding van Bosch	1995	EN 50325-4	17 chip leveranciers, meer dan 300 producenten. Open specificaties
Ethernet	DEC, Intel, Xerox	1976	IEEE 802.3, DIX v.20	Diversiteit aan chips en producten
Modbus Plus	Modicon			Onder patent, toestemming overeenkomst/ASCI
Modbus RTU/ASCII	Modicon		EN 1434-3 IEC 870-5	Open specificaties, geen speciale hardware benodigd
Remote I/O	Allen Bradley	1980		Onder patent "Open"
Data Highway Plus (DH+)	Allen Bradley	1987		Onder Patent "Open"
EIB (Konnex)	Siemens	1990	IEC 8802	Meer dan 200 producten Van diverse leveranciers
Batibus (Konnex)	Merlin Gerin, Airelec EDF & Landis & Gyr	1989	ISO/IEC JTC 1 SC25	Meer dan 80 leveranciers
BACnet	Onder de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)	1995	ISO 16484-5	Open specificaties, hardware niet product afhankelijk

3.3 Fysieke eigenschappen

Type veldbus	Netwerk topologie	Data transport medium	Maximaal aantal apparaten (nodes)	Maximale afstand
Profibus DP/PA	Lijn, ster en ring	Twisted-pair of glasvezel	127 nodes(124 slaves-4 segmenten, 3 repeaters)3 masters	100 tussen segment 12Mbaud. 1200m, bij gebruik repeater 4800m 24Km(glasvezel geeft andere waarden)
Interbus-S	Token ring systeem	Twisted-pair, glasvezel	256 nodes	400m per segment, 12.8 km totaal
DeviceNet	Backbone	Twisted pair, voor data overdracht en voeding	64 nodes	500m, Baudsnelheid afhankelijk
ARCNET	Ster en bus	Coax, Twisted-pair, Fiber	255 nodes	Coax 650 m, twisted-pair 130 m, glasvezel 2000m
AS-I	Bus, ring, boom of allen	Twee draads kabel (speciaal ontwikkeld)	31 slaves	100meter, 300 meter m.b.v. repeater
Foundation Fieldbus	Ster of bus	Twisted-pair of glasvezel	240 per segment/ 65.000 segmenten	1900m bij 31.25 K
Foundation Fieldbus High speed Ethernet	Ster	Twisted-pair, glasvezel	Dm.v. IP adressen, onbeperkt	100m bij 100Mbaud twisted pair, 200m bij 100Mbaud glasvezel full duplex
Seriplex	Boom, loop, ring multi-drop, ster	4 draads afgeschermd kabel	500+ apparaten	1500+meter zonder repeater
WorldFIP	Bus	Twisted-pair, glasvezel	256 nodes	Tot 40 kilometer
LONWorks	Bus, ring, loop en ster	Twisted-pair, glasvezel en powerline	32.000 per domein	2000m met bij 78kbps
SDS	Backbone	Twisted-pair voor voeding en data overdracht	64 nodes en 126 adressen	500m (verschilt bij Baud snelheid)
ControlNet	Lineair, boom, ster of combinaties hiervan	Coax en glasvezel	99 nodes	1000m (coax)2 nodes, 250 meter met 48 nodes, 3 km glasvezel. 30km glasvezel d.m.v. repeaters
CANopen	Backbone	Twisted-pair+optioneel data en voeding	127 nodes	25-1000m (verschilt bij Baud snelheid)

Type veldbus	Netwerk topologie	Data transport medium	Maximaal aantal apparaten (nodes)	Maximale afstand
Industrieel ethernet	Bus, ster,	Coax (dun en dik), twisted-pair, glasvezel	1024 nodes, kan worden vergroot middels routers	Coax dun, 185m 10 Base T (twisted-pair) max 100 meter lang. Max 4 hubs/repeaters tussen nodes. 4Km afstand zonder routers. Glasvezel: 100 Base FX 400m, 2,5km multi mode zonder switches 50Km mono mode.
Modbus Plus	Lineair	Twisted-pair	32 nodes per segment. Max 64	500m per segment
Modbus RTU/ASCII	Lijn, ster, boom en Netwerk met segmenten.	Twisted Pair	250 nodes per segment	350m
Remote I/O	Lineair Trunk (backbone)	Twinaxial	32 nodes/segment (4096 I/O's)	3 km bij 57.6 kbps
Data Highway Plus (DH+)	Lineair Trunk (Backbone)	Twinaxial	64 nodes/segment	3 km
EIB (Konnex)	Boom, ster en bus	meeraderig	64 per buslijn, 12 buslijnen mogelijk, is 1 zone. Maximaal 15 zones. Totaal 11.520 nodes. Bij gebruik lijnversterkers (X4) totaal 46.080	Circa 2000m
Batibus (Konnex)	Bus, boom, ring, ster of combinatie	meeraderig	256 nodes (bij backbone 60.000 I/O's)	Tot 2500 meter
BACnet	Medium afhankelijk	Coax (dun en dik), twisted-pair, glasvezel	Bij gebruik van IP onbeperkt	Coax dun, 185m 10 Base T (twisted-pair) max 100 meter lang. Max 4 hubs/repeaters tussen nodes. 4Km afstand zonder routers. Glasvezel: 100 Base FX 400m, 2,5km multi mode zonder switches 50Km mono mode.

3.4 Wijze van data overdracht

Type veldbus	Communicatie methode	Transmissie eigenschappen	Data grootte	Communicatie methode tussen nodes.	Fout controle
Profibus DP/PA	Master/slave. Peer to peer	DP:9.6, 19.2, 93.75, 187.5, 500 kbps. 1.5, 3, 6, 12 Mbps. PA:31.25 kbps	0-244 bytes	Token passing	HD4 CRC
Interbus-S	Master/slave met totale frame transport	500 kbps	1-64 Bytes data 246 Bytes Parameter. 512 bytes unlimited block	Token passing	16-bit CRC
DeviceNet	Master/slave, multimaster, peer to peer	500 kbps, 250 kbps, 125 kbps	8 byte variabel bericht met fragmentatie voor langere pakketten	Carrier Sense multiple access (CSMA)	CRC check
ARCNET	Peer to peer	19.53K tot 10M	0 tot 507 bytes	Token passing	16 bit CRC
AS-I	Master/slave met cyclische polling	Data en voeding 150 kbps	31 slaves met 4 in en 4 uit	Master/slave met cyclische polling	Manchester Code, hamming-2
Foundation Fieldbus	Client/server/publisher/subscriber	31.25 kbps	128 octets	Schematisch multi backup	16 bit CRC
Foundation Fieldbus High speed Ethernet	Client/server/publisher/subscriber	100Mbps	Diverse gebruikmakend van TCP/IP	CSMA/cd	CRC
Seriplex	Master/slave Peer to peer	200 kbps	7680/transfer	Sonal multiplexing	End of frame & echo controle
WorldFIP	Peer to peer	31.25 kbps, 1 en 2.5 Mbps, 6 Mbps glasvezel	Geen limiet, variabel 128 bytes	Central arbitration master/slave	16 bit CRC, data "freshness" indicatie
LONWorks	Master/slave peer to peer	76,8 kbps (twisted pair)	228 bytes	Carrier sense, Multiple Access(CSMA)	16 bit CRC
SDS	Master/slave, Peer to peer, Multi-cast Multi master	1Mbps 500 kbps 250 kbps 125 kbps	8 byte variabel bericht	Carrier Sense multiple access	CRC check
ControlNet	Master/Slave Multi-Master Peer-to-Peer Producer/consumer	5 Mbps	0-510 bytes variabel	CTDMA, time Slice Multi access	Modified CCITT met 16 bit polynomial
CANopen	Master/slave Peer to peer Multi cast Multi-master	10kbps,20kbps, 50kbps, 125kbps, 250kbps, 500kbps, 850kbps, 1Mbps	8 byte variabel bericht	Carrier Sense multiple access (CSMA)	15 bit CRC
Industrieel Ethernet	Peer to peer	10, 100 Mbps	46-1500Bytes	CSMA/CD	CRC32
Modbus Plus	Peer to peer	1 Mbps	Variabel		
Modbus RTU/ASCII	Master/Slave	300 bps- 38.4 kbps	0-254 bytes		
Remote I/O	Master/Slave	57.6-230 kbps	128 bytes		CRC16
Data Highway Plus (DH+)	Multi master, Peer to peer	57.6 kbps	180 bytes		
EIB (Konnex)	Master/slave peer to peer	9,6 kbps (twistedpair)	256 bytes	CSMA/CA	CRC
Batibus (Konnex)	Master/slave peer to peer	4.8 kbps		CSMA/CA	CRC
BACnet	Peer to peer	19.2-57.6 kbps		CSMA/CA	CRC

3.5 Uitvoering

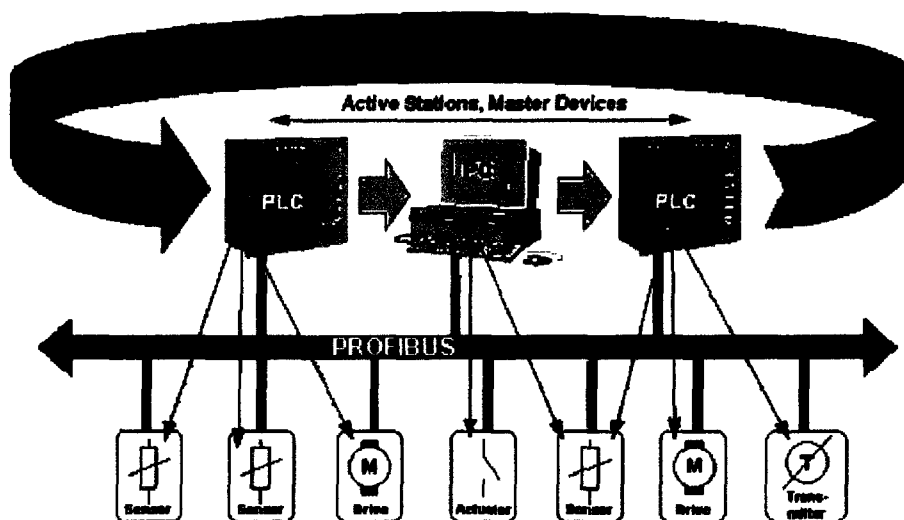
Type veldbus	Cyclus tijd: 256 discrete 16 nodes met 16 I/O's	Cyclus tijd: 128 analoog 16 nodes met 8 I/O's	Block verzending van 128 bytes 1 node
Profibus DP/PA	Configuratie afhankelijk <2ms	Configuratie afhankelijk <2 ms	—
Interbus-S	1.8 ms	7.4 ms	140 ms
DeviceNet	2 ms Master slave polling	10 ms Master slave polling	4.2 ms
ARCNET	Applicatie laag afhankelijk	Applicatie laag afhankelijk	Applicatie laag afhankelijk
AS-I	4,7 ms	-----	-----
Foundation Fieldbus	<100 ms	<600 ms	36 ms bij 31.25 K
Foundation Fieldbus High speed Ethernet	Latentietijd<5ms	Latentietijd<5ms	<1ms
Seriplex	1.32 ms bij 200kbps ms	10.4 ms	10.4 ms
WorldFIP	2 ms bij 1 Mbps	5 ms bij 1Mbps	5 ms bij 1Mbps
LONWorks	20 ms	5 ms bij 1Mbps	5 ms bij 1Mbps
SDS	< 1ms	5 ms polling bij 1 Mbps	2 ms bij 1Mbps
ControlNet	< 0,5 ms	< 0,5 ms	< 0,5 ms
CANopen	<1 ms	5 ms polling bij 1 Mbps	<2,5 ms
Ethernet	Applicatie laag afhankelijk	Applicatie laag afhankelijk	Applicatie laag afhankelijk
Modbus Plus			
Modbus RTU/ASCII			
Remote I/O	12 ms bij 230, 40 ms bij 57,6 bus cyclus tijd		
Data Highway Plus (DH+)			
EIB (Konnex)			
Batibus (Konnex)			
BACnet			

3.6 Korte toelichting op de verschillende de bussystemen:

Hieronder volgt een globale omschrijving van de hiervoor genoemde bussystemen.

Profibus DP/PA:

Profibus is ontwikkeld door Siemens en vindt zijn werkgebied binnen de industrie en de utiliteit, waarbij PLC's een grote rol spelen. Binnen de utiliteit zijn dat met name (oudere)werktuigbouwkundige installaties of complexe verlichtingsschakelingen welke middels een PLC worden bestuurd. Profibus verzorgt het onderlinge dataverkeer tussen PC



Figuur 6 overzicht communicatie middels Profibus

en de PLC's welke binnen het Profibus netwerk als masters worden gezien. Het Profibus systeem werkt met een master en slave principe. Dat wil zeggen dat het actieve component, de master, gekoppeld is middels Profibus aan andere masters en slaves. Slaves zijn componenten welke alleen opdrachten kunnen uitvoeren. De slaves kunnen tot tegenstelling van de masters geen communicatie beginnen, ze reageren en verzenden uitsluitend data op verzoek van de masters. Dit zijn bijvoorbeeld sensoren. Profibus werkt met een dataoverdracht door middel van token systeem. Er kunnen meerdere masters zijn die om de beurt de communicatie op de Profibus besturen. Zij geven hiertoe de zogenaamde token aan elkaar door (vergelijkbaar met een estafettestokje). Binnen een te configureren tijd hebben alle masters de token een keer gehad. Eigenlijk houdt het in dat elke master binnen een bepaalde tijd gebruik kan maken van de gemeenschappelijke bus om data te verzenden. De master die de token heeft kan een slave aansturen, informatie opvragen bij een slave of communiceren met een andere master. Profibus valt onder de categorie veldbus.

Interbus-s:

Deze bus is ontwikkeld door Phoenix en wordt gebruikt binnen de industrie. Deze bus wordt met name toegepast in de industriële aandrijftechniek en niet in de utiliteit. Omdat deze bus een zeer hoge snelheid heeft en over een uitermate voorspelbare en nauwkeurige cyclustijd beschikt. De Interbus-S is ontworpen voor snelle aansturing van remote I/O en gebaseerd op het master/slave principe. Interbus-S valt onder categorie veldbussen en daardoor op een aantal punten zeer vergelijkbaar met Profibus met als voordeel dat Interbus-s de meer nauwkeurige cyclustijd heeft, hetgeen in industriële omgevingen waarbij veel productierobots worden gebruikt zeer wenselijk is.

DeviceNet:

DeviceNet is ontwikkeld door Allen Bradley en wordt merendeels gebruikt binnen de industrie. In Noord-Amerika en het Midden-Oosten is het een marktleider binnen de bussystemen welke binnen de industrie worden toegepast. DeviceNet maakt geen gebruik van het master en slave principe. Diverse datacommunicatie kan door elkaar heenlopen zonder dat er conflicten kunnen optreden. DeviceNet wordt ook gebruikt om de besturing van machines te realiseren en het wordt merendeels geïmplementeerd binnen I/O georiënteerde processen.

Arcnet:

Arcnet is net als Ethernet gebaseerd op het datalink laag binnen het OSI model en heeft geen gedefinieerd applicatielaag. Het wordt mede gebruikt om lagere niveaus bussystemen op een hoger niveau communicatie te laten fungeren. Het is in eerste instantie geïmplementeerd binnen de kantoorautomatisering, maar wordt steeds meer in gebouwautomatisering en industrie toegepast. Datacommunicatie wordt middels een token gerealiseerd. Binnen Arcnet kan van de ene node een bericht (aantal bytes) naar een andere node worden verstuurd, zonder dat de nodes de betekenis van die bytes kent. Hierdoor dient men bovenop Arcnet nog een protocol te gebruiken. Arcnet dient dan ook om beperkingen van een bepaald protocol op te heffen. Een ander voorbeeld van het gebruik van Arcnet is dat men ook Modbus berichten kan versturen door middel van het gebruik maken van Arcnet in plaats van het TCP/IP.

AS-I:

AS-I(interface) heeft een zeer eenvoudig karakter en opereert op het laagste niveau. Het is dan ook een sensorbus. De bekabeling welke bij deze bus wordt gebruikt, combineert het dataverkeer met de voeding voor de sensoren en actuatoren middels speciale bekabeling. Deze bus wordt uitsluitend in de machinebouw, voedingsmiddelenindustrie en procesindustrie (binaire sensoren en actuatoren) toegepast. Wanneer men vanaf een hoger niveau middels AS-I techniek een en ander wil regelen dient men altijd gebruik te maken van een bussysteem welke op een hoger niveau opereert, dit kan door middel van het koppelen via een gateway. Hierbij wordt Profibus veel toegepast.

Foundation Fieldbus:

De Foundation Fieldbus wordt toegepast binnen de (proces) industrie. Het maakt eveneens gebruik van het token systeem. Er bestaat sinds het jaar 2000 ook het Foundation Fieldbus High speed ethernet, dit zorgt er voor dat de datatransmissie middels het TCP/IP protocol met een snelheid van 100Mbps per seconde verzonden kan worden. Wanneer het centraal besturingsorgaan tussen de "twee" netwerken geplaatst wordt kan het zowel met het traditionele Foundation Fieldbussysteem als het High speed ethernet gedeelte communiceren. Omdat deze bus vanaf 2000 op de markt is gebracht is het aantal te verkrijgen componenten vergeleken met andere bussystemen die langere tijd op de markt zijn enigszins beperkt.

Seriplex:

Seriplex is vergelijkbaar met AS-i en kunnen daardoor ook tezamen binnen één project worden gebruikt. Eveneens als AS-i is het een lager niveau systeem en wordt er vaak, naast dit systeem binnen een proces, gebruik gemaakt van een hoger niveau bussysteem zoals Profibus en Modbus om de aansturing van het gehele proces te realiseren. Doordat het een sensor/actuator bus betreft wordt deze veelal binnen de industrie toegepast

Worldfip:

Deze bus is ontwikkeld door Franse en Italiaanse bedrijven en is vergelijkbaar met Profibus. Buiten Frankrijk en Italië wordt deze bus nauwelijks toegepast. Het is dan ook de vraag of deze bus een grotere afzet zal gaan krijgen. De ontwikkeling van dit protocol staat niet stil, men probeert een dusdanig protocol te realiseren zodat het een groter marktaandeel binnen Europa zal krijgen. Toepassingsgebieden zijn wederom met name industriële processen.

LONWorks:

LONWorks is een veel toegepast busprotocol welke in diverse segmenten wordt gebruikt. Groot voordeel van LON is dat het door een zeer groot aantal fabrikanten wordt ondersteund. LONWorks maakt gebruik van een Neuronchip met daarop voorgeprogrammeerde informatie om de node zijn werk goed te laten doen. Verder is een groot voordeel dat diverse kleine processen geprogrammeerd kunnen worden zodat de diverse nodes met elkaar kunnen communiceren, hetgeen een hoop dataverkeer op de backbone kabel bespaart en processen niet direct of na een cyclus worden onderbroken. Dit noemt men decentrale intelligentie. Daarentegen is het een omvangrijk protocol hetgeen niet eenvoudig (om) te programmeren is. Veel leveranciers hebben daardoor in de jaren bepaalde handigheden in de (binding) software geïmplementeerd.



Figuur 7 Neuronchip van Echelon

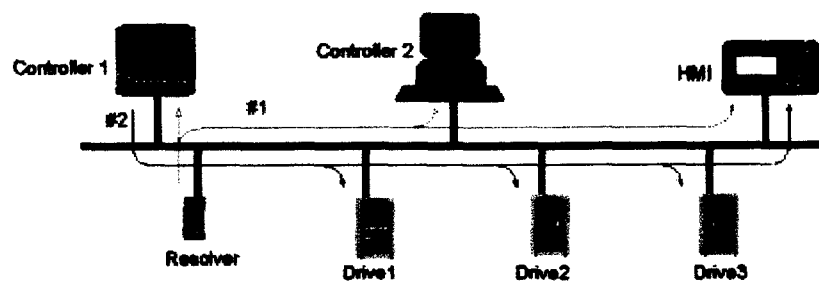
Wanneer men de diverse disciplines middels een decentraal busprotocol aan elkaar koppelt, kan het aantal nodes zeer groot worden. Voordeel van LONWORKS is dat er een zeer groot aantal nodes op het systeem kunnen worden aangesloten. Men verwacht dat LONWORKS een zeer grote speler binnen de gebouwautomatisering gaat worden.

SDS:

SDS is de afkorting voor Smart Distributed System. Het is een op CAN gebaseerd open bussysteem. Dit systeem combineert CAN technologie, Honeywell PC control en intelligente I/O apparaten. Het SDS systeem kan gekoppeld worden met PC's en PLC's en is daardoor ideaal voor het gebruik binnen industriële toepassingen. Dit protocol wordt binnen Europa en zeker Nederland niet veel toegepast.

ControlNet

Dit protocol wordt binnen de (proces) industrie toegepast en maakt gebruik van diverse vormen om de communicatie tot stand te brengen, producer consumer, master/slave, peer to peer e.d.. Controlnet wordt gebruikt om diverse communicatienetwerken aan elkaar te verbinden met een zeer grote snelheid (5 Mbps). Dit zonder gebruik te maken van een ander protocol zoals ethernet en dergelijke



Figuur 8 overzicht producer/consumer

CANOpen:

CANOpen is in eerste instantie op de markt gebracht als besturingssysteem voor beweging georiënteerde machines. Maar wordt nu veel toegepast in andere segmenten zoals gebouwautomatisering, medische apparatuur, maritieme elektronica, publieke transport en dergelijke. De gebouwautomatisering is beperkt, daarom richt het protocol zich met name tot industriële toepassingen. Het CAN protocol zelf is onder andere bekend in met name de automobiellindustrie.

Ethernet:

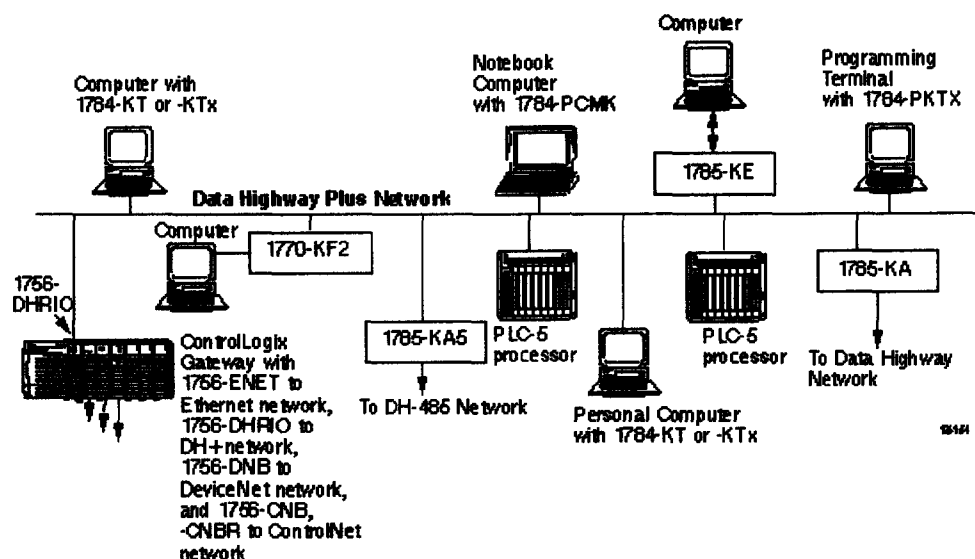
Ethernet is de vandaag de dag een van de meest gebruikte LAN technologie. Ethernet is populair omdat het een goede prijs-kwaliteitverhouding heeft en gemakkelijk te installeren is. Deze voordelen, gecombineerd met de brede ondersteuning door een groot aantal leveranciers van datacomponenten, applicaties en de mogelijkheid om alle mogelijke netwerk protocollen te ondersteunen, heeft van het Ethernet een groot succes gemaakt. Hierdoor wordt Ethernet veelal binnen de (veld)bustechiek gebruikt om meerdere processen aan elkaar te koppelen met eventueel verschillende bus protocollen. Voordeel van Ethernet ten opzichte van de veldbussen is de hoeveelheid en grootte van de datapakketten welke binnen dezelfde tijd kan worden verstuurd. Ethernet heeft hiervoor een groter capaciteit. We moeten Ethernet eigenlijk zien als een hogere niveau van communicatie binnen de veldbustechiek.

Modbus RTU/ASCII/ Modbus Plus:

Het Modbus protocol wordt gebruikt om te communiceren tussen een master en één of meerdere slaves. Er bestaan twee varianten: de ASCII en de RTU transmissie mode. Door middel van deze twee modes is het mogelijk om het communiceren tussen apparaten onderling zo optimaal mogelijk te laten verlopen. ASCII is niet-tijdgebonden RTU is dat echter wel. Modbus wordt gebruikt in met name industriële toepassingen. Modbus Plus wordt gebruikt om meerdere Modbus netwerken te koppelen en wordt daardoor gezien als een verlengstuk van het automatiseren middels het protocol Modbus.

Data Highway plus:

Data Highway Plus wordt gebruikt binnen de industrie om meerdere bepaalde PLC's, PC's numerieke controllers en programmeerbare RS232 apparaten aan te sturen cq aan elkaar te koppelen. Hierdoor ontstaat er een netwerk bestuurd door Data Highway Plus, welke zo een geheel (complex) proces kan besturen. Deze systemen zijn veelal toegepast in het verleden. Voor nieuwe installaties is het systeem achterhaald en wordt daardoor niet meer toegepast binnen nieuwe projecten.



Figuur 9: Overzicht Data Highway (Plus)

Remote I/O:

Net als Data Highway Plus wordt dit systeem niet meer binnen nieuwe projecten toegepast. Met name de controle op fouten in datapakketten was niet aanwezig dit is tegenwoordig zeer wenselijk. Het is dan ook verder niet interessant om dit te implementeren binnen een industrieel proces.

EIB:

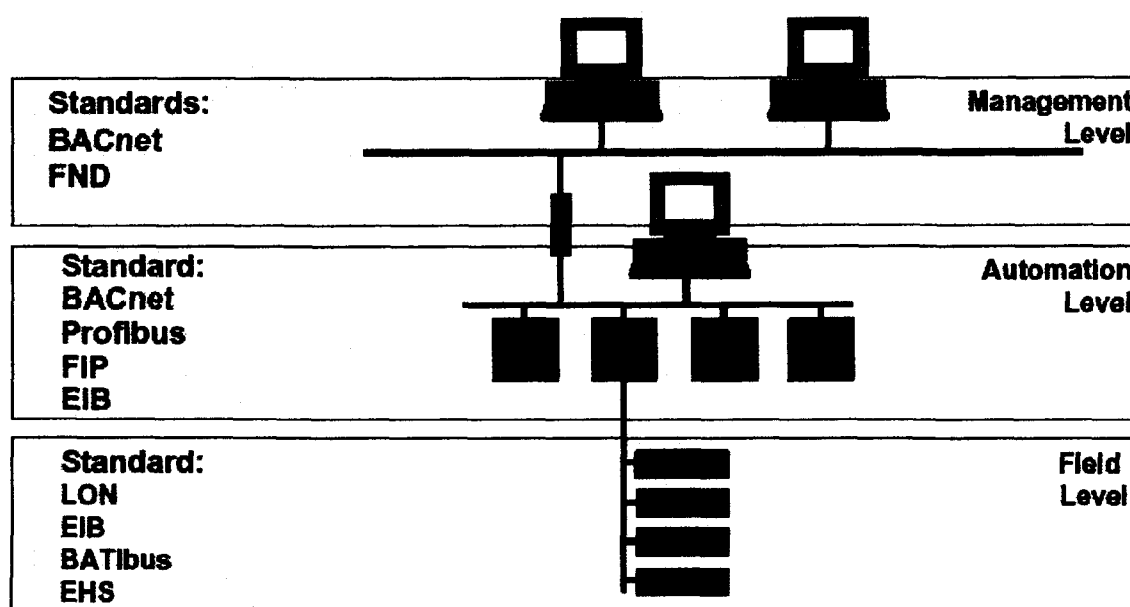
Het EIB-systeem is een systeem, evenals het LONWorks, met zogenaamde 'decentrale intelligentie'. Dit wil zeggen dat er geen centrale computer is die alles stuurt en controleert, maar dat iedere deelnemer een eigen intelligentie heeft bij EIB in de vorm van een chip net zoals bij LONWorks. Alleen de chip van LONWorks heeft een ander structuur. Voor het programmeren is een PC met speciale software vereist. Om zowel in kleine als in zeer uitgebreide installaties toegepast te kunnen worden is het EIB-systeem hiërarchisch opgebouwd. Het EIB-systeem heeft slechts één leiding voor de besturing, waarbij de busdeelnemers over één aderpaar met elkaar kunnen communiceren. Het EIB bussysteem is zeer geschikt voor de (kleinere) gebouwautomatisering.

Batibus:

Batibus is ontwikkeld en vooral bekend in Frankrijk. Dit protocol wordt, of is, samengesmolten met het EIB systeem. Er worden geen nieuwe producten meer op de markt gebracht. Toepassing was voor de gebouwautomatisering en wordt momenteel alleen nog in Zuidwest Europa toegepast. Door het samensmelten met EIB (en EHS) wordt er uitsluitend nog gebruik gemaakt van het protocol in verband met het verzenden van diverse datapakketten.

BACnet:

BACnet is een protocol dat wordt gebruikt om meerdere processen en gebouwautomatisering op management niveau aan te sturen. Veel grotere leveranciers maken gebruik van BACnet in combinatie met bijvoorbeeld LONWorks of EIB. Hieronder staat één en ander verduidelijkt middels een schema welke diverse lagen binnen een installatie beschrijft. BACnet, LONWorks en EIB zijn de standaarden welke binnen Europa worden toegepast.



Figuur 10: schematisch overzicht toepassingen BACnet

3.7 Evaluatie theoretisch onderzoek

Na onderzoek van de verschillende open systemen volgt hier onder een overzicht met de bussystemen en het bijbehorende niveau.

Bussysteem	Niveau typering		
	procesnetwerk	veldbus	sensor/actuatorbus
Profibus	=====		
Interbus-S		=====	
Devicenet		=====	
Arcnet	=====		
ASI			=====
Fondation Fieldbus	=====		
Seriplex			=====
WorldFIP	=====		
LONWORKS	=====		
SDS		=====	
Controlnet		=====	
CANOpen		=====	
Ethernet	=====		
MODBUS		=====	
MODBUSPLUS	=====		
Remote I/O		=====	
Data Highway plus	=====		
EIB		=====	
Batibus		=====	
BACnet	=====		

Meest gebruikte bussystemen in Nederland zijn:

Binnen de industriële procesautomatisering:

- Profibus
- Arcnet
- AS interface
- Foundation Fieldbus

Met betrekking tot de automatisering binnen de utiliteit worden onder andere de navolgende bussystemen gebruikt. Deze bussystemen worden eigenlijk gezien als de Europese standaarden:

- EIB
- LONWorks
- BACnet

Binnen het management niveau wordt veelal het Ethernet en BACnet gebruikt.

Binnen de open bussystemen zijn een aantal protocollen welke diverse toepassingsgebieden binnen hun bereik hebben. Elk van deze systemen hebben hun voor- en nadelen met betrekking tot het combineren van de diverse disciplines. Vooral de functie van installaties binnen een gebouw spelen een grote rol bij het bepalen van het te gebruiken open bussysteem. Alsmede het aantal te plaatsen nodes en voorhanden zijnde componenten. Deze items dienen dan ook als selectiecriteria gebruikt te worden. Verder kunnen de diverse open bussystemen middels andere protocollen op een hoger niveau worden getild. Hiermee wordt bedoeld dat sommige "hardwarematige" beperkingen worden omzeild door gebruik te maken van een ander protocol. Met andere protocollen wordt onder andere Ethernet bedoeld of het verzenden van het oorspronkelijke protocol middels het TCP/IP netwerk. Wanneer men uitsluitend gebruik maakt van het Ethernet protocol, kunnen er geen actuatoren en sensoren en dergelijke aangestuurd worden, maar kan wel de daarvoor bestemde informatie protocol mee verstuurd worden. Men dient dan wel gebruik te maken van protocol omvormers om de datapakketten zo om te vormen dat de desbetreffende node de informatie kan verwerken.

Het bepalen van een bussysteem kan per installatie verschillen. Hieronder volgen een aantal factoren welke kunnen meespelen bij het maken van een keuze voor een bepaald bussysteem:

- Transportcapaciteit;
- Reactie- of responsietijd;
- Maximum aantal deelnemers op de bus;
- Maximaal toegestane lengte van de buskabel;;
- Betrouwbaarheid;
- Standaardisatie;
- Hulpmiddelen;
- Verkrijgbaarheid en diversiteit van producten;
- Ondersteuning door leveranciers;
- Kosten aanleg en onderhoud;
- Integratie met andere of bestaande systemen.

4. Beschrijving DaimlerChrysler



SIEMENS

Klimaat

SYSTEMS

Verlichting

BACnet

LONMARK

Klimaat & verlichting

4.1 Globale omschrijving van het project

BURGERS ERGON bv heeft in een recent verleden, circa 1 jaar geleden, een project opgeleverd. Dit project omvatte diverse werktuigbouwkundige, elektrotechnische en beveiligingsinstallaties. Een aantal installaties is zo uitgevoerd, dat deze middels bustechnologie worden aangestuurd. Helaas kunnen deze systemen niet met elkaar communiceren. Dit wegens het feit dat deze installaties afzonderlijke met een gesloten systeem zijn uitgevoerd en geen gateways gebruiken om direct met elkaar te kunnen communiceren. Met betrekking tot de huidige markt en het feit dat één leverancier op een dusdanig manier is ingesteld, zodat de service nu en dan te wensen over laat is het verstandig om te kijken of het desbetreffende project op een andere manier aangepakt kan worden middels een geheel ander concept.

De opdracht luidt nu dan ook om de werktuigbouwkundige installatie en het lichtschakelsysteem met elkaar te combineren middels één open systeem. Om geen appels met peren te vergelijken wordt het nieuwe concept zo opgebouwd zodat minimaal alle mogelijkheden van de beide bestaande installaties worden overgenomen in het nieuwe concept. Onderlinge communicatie van regelkasten en de naregelingen in het veld worden net als het huidige systeem voorzien van buscommunicatie. Overige veldapparatuur blijft behouden, evenals schakelkasten en andere items welke niet zijn voorzien van datacommunicatie. Deze blijven onveranderd in het nieuwe concept en worden daarom buiten beschouwing gelaten, hieraan hoeven immers geen aanpassingen te worden doorgevoerd.

Na de opzet van de te gebruiken structuur wordt er een vergelijking gemaakt waarin een aantal items worden onderscheiden. Te weten:

- Kosten met betrekking tot het bekabelen en aansluiten van de benodigde componenten.
- De kosten met betrekking tot het leveren van de apparatuur en nodes, inclusief software.
- De kosten met betrekking tot het realiseren van de visualisatie van de installatie.
- De arbeid welke BURGERS ERGON dient uit te voeren om de installaties te realiseren.

Om dit te kunnen bewerkstellen en een goed financieel beeld te krijgen heb ik enige hulp ingeroepen van een systeemintegrator. Dit wegens het feit dat de producten die op het internet worden aangeboden, slechts een prijsindicatie geven. Er worden uitsluitend bruto prijzen weergegeven en er kan geen informatie worden gegeven omtrent de tijd die benodigd is om de installatie te ontwerpen en te programmeren. Uiteraard kunnen meerdere installaties van dit project worden geautomatiseerd middels het open systeem, maar door eerder genoemde redenen worden deze opties niet meegenomen binnen dit project. Het doel van deze opdracht is dan ook om te kijken of beide disciplines middels één open systeem aangestuurd kunnen worden zodat de afhankelijkheid van één bepaalde leverancier niet meer aanwezig hoeft te zijn en uiteraard of er kosten kunnen worden bespaard op materiaal en natuurlijk arbeid. Het laatste is met name van belang in de aanvraagfase met betrekking tot het aanbesteden van een project.

4.2 Beknopte omschrijving van de gebouwmvang en installaties

Gebouwgegevens:

Om gevoel bij de omvang van de installatie te verkrijgen volgt hierbij een beschrijving van het pand.

Het pand bestaat uit twee parkeerlagen met daarin diverse ruimten, boven op deze parkeerlagen staan twee gebogen kantoortorens met daar tussen het geheel overdekte atrium met daarin diverse loopbruggen van de ene naar de andere kantoortorens. Het totaal bestaat uit 7 bouwlagen.

Het bevat voornamelijk de volgende functies.

Niveau -2:	Parkeer mogelijkheden, werkplaats, wasstraat, diverse techniekruimten, opslag en demozaal.
Niveau -1:	Parkeer mogelijkheden, diverse techniekruimten, archief en opslag.
Niveau 0:	Hoofdentree in het atrium en kantoren.
Niveau 1:	Kantoren en diverse kleine vergaderzalen.
Niveau 2:	Kantoren, diverse kleine vergaderzalen alsmede 1 grotere vergaderzaal en de presentatieruimte.
Niveau 3:	Kantoren, diverse kleine vergaderzalen alsmede 2 grotere vergaderzalen en de technischeruimte aan de noordzijde van het gebouw.
Niveau 4:	Kantoren, diverse kleine vergaderzalen, aan de noordzijde van het gebouw de directievlugel en aan de zuidzijde het restaurant.

Alle verdiepingen staan met elkaar in verbinding middels een drietal liften en diverse trappenhuizen.

Op het terrein staat de terreinverlichting en de wegbewijzingverlichting, alsmede de installatie voor de diverse slagbomen, hekwerken en rolpoorten.

Lichtschakelsysteem

De verlichtingsinstallatie omvat de algemene verlichting alsmede de noodverlichting.

De werkruimten, die merendeels uit kantoorruimten bestaan, worden voorzien van (inbouw) armaturen. Deze worden per stramien, geschakeld middels twee aanwezigheidsensoren. Hierdoor kan er aan de buiten- en binnenzijde van het pand afzonderlijk geschakeld worden. Het geheel dient middels een centrale besturing (per stramien) aangestuurd te kunnen worden. De centrale besturing dient, behoudens het bovenstaande, ook de algemene ruimte, parkeergarage en toiletruimte separaat te bedienen en een algehele veegpuls aan de gehele verlichtingsinstallatie te geven. Een en ander dient gevisualiseerd te worden op een beeldscherm in de beveiligingsloge op niveau 0.

Verwarming- en koelinginstallatie

De verwarming en koeling in de ruimten wordt door het inblazen van hete of koude lucht gerealiseerd, uiteraard met de juiste vochtigheidsgraad. De warme en koude lucht wordt door middel van luchtbehandelingkasten gegenereerd. Koude lucht door het verplaatsen van lucht langs koud water, wat door de koelinstallatie wordt opgewekt middels een WKO systeem, die naar de luchtbehandelingkast wordt getransporteerd. Warme lucht wordt door middel van het verplaatsen van lucht langs warm water, wat door de stadsverwarmingleidingen naar de luchtbehandelingkasten wordt getransporteerd. De temperatuur wordt door middel van opnemers gemeten en zal door middel van diverse instellingen in het GBS systeem op een bepaalde temperatuur worden gehouden. Het primaire gedeelte verzorgt een inblaastemperatuur van 17 graden (continue). Het systeem wordt zo ingesteld dat de naregelingen ervoor zorgdragen dat er tot 21 graden verwarmd wordt en hoger dan 23 graden begint met koelen. Tussen de 21 en 23 graden wordt er niet nageregeld. De extra koeling wordt gerealiseerd door het open sturen van klepjes van de gekoeld waterleidingen op de inblaasunits in het verlaagde plafond. Ten behoeve van extra warmte worden er klepjes open gestuurd van CV leidingen op de inblaasunits. De temperatuur op de werkplekken wordt geregeld middels temperatuuropnemers welke in de naregelkring zijn opgenomen. Er wordt geen gebruik gemaakt van handmatige naregelingen. Uiteraard dient de luchtvochtigheid gecontroleerd te worden door middel van opnemers en eventueel aangepast te worden door luchtbevochtigers. Deze worden na de luchtbehandelingkasten op de kanalen aangesloten.

Regelinstallatie

De primaire regelinstallatie wordt aan de controller zijde voorzien van datacommunicatie. Met de primaire installatie worden de regelkasten, luchtbehandelingskasten met de bij behorende schakelpanelen bedoeld. De controllers bestaan uit diverse analoge en digitale in- en uitgangen die middels buscommunicatie worden aangestuurd en uitgelezen. De bekabeling vanaf de in- en uitgangen naar de diverse componenten, wordt voorzien van conventionele signaalkabels. Hierdoor kan met behulp van de software een en ander worden geregeld kwa inblaastemperatuur en vocht in de kanalen, alsmede het WKO- en stadsverwarmingssysteem.

Visualisatie

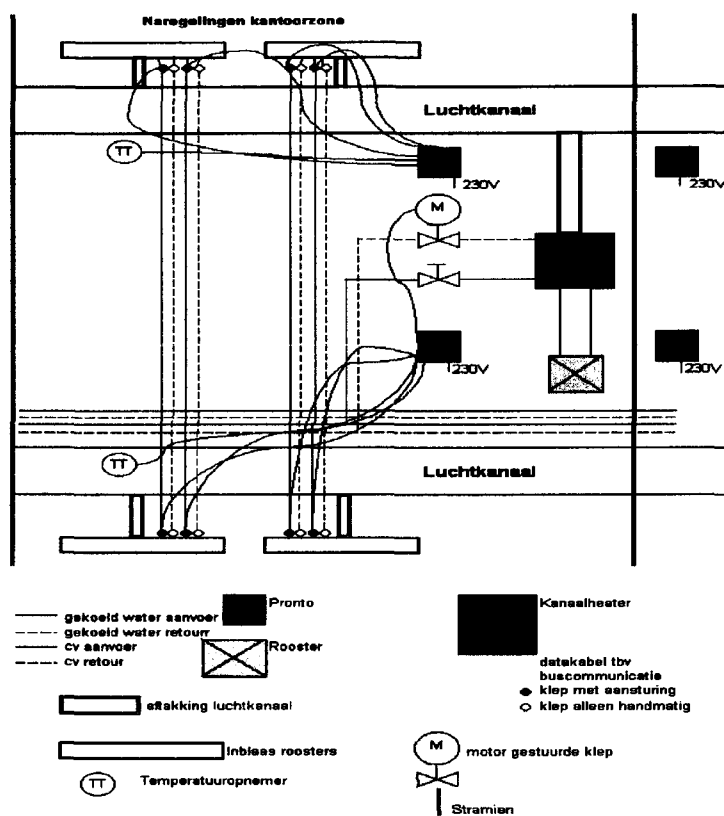
De bovenstaande werktuigbouwkundige installaties dienen door middel van diverse naregelingen en het GBS aangestuurd te worden. De aansturingen omvatten diverse klok programma's, temperatuurinstellingen, bevochtigingsgraad en vooraf ingestelde naregelingen. De diverse installaties dienen op een plattegrond per ruimte te worden weergegeven, alsmede de status hiervan. Hiermee wordt bedoeld dat er vanaf een beeldscherm gezien kan worden of de verlichting aan of uit is, dat er per opnemer de status kan worden opgevraagd.

5. Beoordeling huidige systemen

5.1 Omschrijving van de huidig geplaatste systemen:

Meet en regelinstallatie

De huidige werktuigbouwkundige installatie wordt middels het Siemens Desigo Insight systeem bestuurd en geregeld. Elke regelkast heeft een onderstation (controller) die onderling en met klimaat naregelingen (pronto) kunnen communiceren middels buscommunicatie. De klimaat naregelingen bestaan uit één stuks pronto's, met daarop gemiddeld één stuks temperatuuropnemer, twee stuks inblaasunits en om en om één stuks kanaalheater. Door deze opzet zijn er 2 stuks analoge ingangen en 4 stuks analoge uitgangen per twee naregelingen. De kanaalheater maakt gebruik van dezelfde analoge uitgang als de verwarmingsklepjes van de inblaasunits. Hieronder staat het een ander schematisch weergegeven.



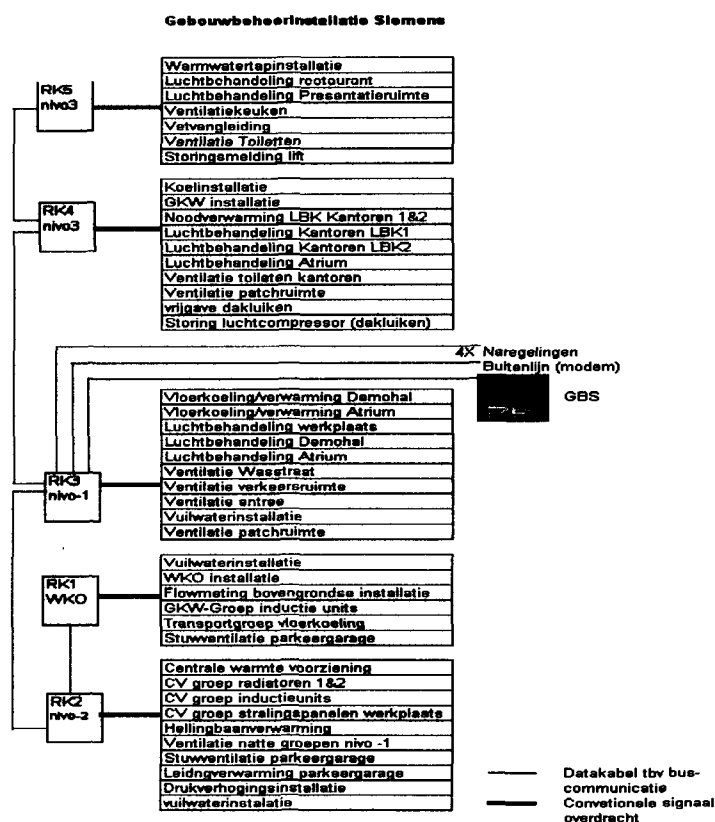
Figuur 11: naregelingen Siemens

Volgens de informatie welke door Siemens verstrekt wordt, kan het Desigo systeem communiceren middels communicatie technologie zoals BACnet, LONWorks, Profibus en Ethernet TCP/IP en is maximale flexibiliteit gegarandeerd bij veranderingen in de systeemopzet. De eerste indruk is dan ook dat Siemens volgens een open structuur te werk gaat. Helaas is er, na het een en ander te hebben onderzocht, geconcludeerd dat het binnen dit project niet opgaat. De communicatie tussen de verschillende onderstations geschiedt door een eigen gefabriceerd gesloten protocol, RS-communicatiebus met master en slave functie en pronto's door middel van het eigen prontoprotocol. De beschrijving van dit product geeft aan dat in de verschillende lagen van het systeem, apparatuur van derden zonder problemen kan worden geïntegreerd. Het woord derden geeft aan dat men ten alle tijden afhankelijk is van Siemens. Dit omdat er bij derden niet de opdrachtgever of Siemens bedoeld wordt maar een andere partij die zijn installatie ook door het Gebouw Beheer Systeem wil laten aansturen.

Dit huidige systeem is dan een totaal oplossing die in bepaalde modules kan worden aangeboden volgens een eigen concept. De benodigde software wordt dusdanig afgeschermd zodat een andere partij geen wijzigingen kan aanbrengen (source-files) en daardoor geen service verleend kan worden door een externe partij.

Conclusie: Siemens heeft voor dit project dus geen open systeem toegepast.

Hieronder staat schematisch de opzet van de primaire meet en regelinstallatie, die middels een busprotocol communiceert, weergegeven:



Lichtschakelsysteem

Het lichtschakelsysteem is van het fabrikaat GIA Systems. Een geheel gesloten systeem op basis van een eigen ontworpen I²D protocol. Alle benodigde componenten zijn van het fabrikaat GIA. Dit systeem werkt met een zogenaamde backbone. Vanaf deze backbone wordt er per verdieping een busleiding gelegd tussen de verschillende busverdeeldozen. Deze busdozen beschikken over 8 digitale ingangen en 4 digitale uitgangen (8DI/4DO). Hierdoor kunnen er bijvoorbeeld vier ruimten worden geschakeld middels aanwezigheidsensoren. De armaturen kunnen vanaf de busverdeeldozen middels Wieland stekkers worden aangesloten en vervolgens onderling, met behulp van Wieland snoeren, worden doorgeschakeld. De busverdeeldozen worden gevoed door lokaal afgetakte 230V eindgroepen die ook de armaturen voorzien van voeding. Uiteraard na inschakeling van een relais binnen de verdeeldoos.



Hieronder is een overzicht van de gehele lichtschakelsysteem schematisch weergegeven.



5.2 Kosten huidige geplaatste systemen

Meet en regelinstallatie

Bijlage III bestaat uit gespecificeerde begroting, waarin de kosten overzichtelijker staan vermeld. Hieronder volgt dan ook een samenvatting van de desbetreffende begroting, die de belangrijkste items inzichtelijk maakt. Hierbij is gekozen voor een onderscheid in de navolgende items:

<u>Omschrijving</u>	<u>Materiaal/ werk derden</u>	<u>Arbeid in uren</u>	<u>Arbeid gekapitaliseerd</u>	<u>Totaal per item</u>
Bekabeling	€ 879,80	86,50	€ 2.941,00	€ 3.820,80
Nodes/apparatuur	€ 107.092,00	160,00	€ 5.440,00	€ 112.532,00
Visualisatie	€ 6.979,00	0,00	€ 0,00	€ 6.979,00
Subtotaal	€ 114.950,80	246,50	€ 8.381,00	€ 123.331,80
Toeslagen materieel				€ 167,62
Algemene kosten				€ 8.644,96
*Kostprijs				€ 132.144,38

* kostprijs is exclusief projectbegeleiding, BTW en reiskosten van montage personeel. Deze zijn afhankelijk van afstand tot vestiging en inschatting projectbegeleiding.

Lichtschakelsysteem

Bijlage IV bestaat uit gespecificeerde begroting, waarin de kosten overzichtelijker staan vermeld. Hieronder volgt dan ook een samenvatting van de desbetreffende begroting, die de belangrijkste items inzichtelijk maakt.

<u>Omschrijving</u>	<u>Materiaal/ werk derden</u>	<u>Arbeid in uren</u>	<u>Arbeid gekapitaliseerd</u>	<u>Totaal per item</u>
Bekabeling	€ 856,40	31,93	€ 1.085,62	€ 1.942,02
Nodes/apparatuur	€ 34.613,85	161,25	€ 5.482,50	€ 40.096,35
Visualisatie	€ 15.813,75	0,00	€ 0,00	€ 15.813,75
Subtotaal	€ 51.284,00	193,18	€ 6.568,12	€ 57.852,12
Toeslagen materieel				€ 131,36
Algemene kosten				€ 4.058,84
*Kostprijs				€ 62.042,32

* kostprijs is exclusief projectbegeleiding, BTW en reiskosten van montage personeel. Deze zijn afhankelijk van afstand project tot dichtstbijzijnde vestiging en inschatting projectbegeleiding.

Wanneer de huidige systemen bij elkaar optelt, komt men tot het navolgende overzicht.

Totaal lichtschakelsysteem en de meet en regelinstallatie bij de huidige twee gesloten systemen

<u>Omschrijving</u>	<u>Materiaal/ werk derden</u>	<u>Arbeid in uren</u>	<u>Arbeid gekapitaliseerd</u>	<u>Totaal per item</u>
Bekabeling	€ 1.736,20	118,43	€ 4.026,62	€ 5.762,82
Nodes/apparatuur	€ 141.705,85	321,25	€ 10.922,50	€ 152.628,35
Visualisatie	€ 22.792,75	0,00	€ 0,00	€ 22.792,75
Subtotaal	€ 166.234,80	439,68	€ 14.949,12	€ 181.183,92
Toeslagen materieel				€ 298,98
Algemene kosten				€ 12.703,80
*Kostprijs				€ 194.186,70

* kostprijs is exclusief projectbegeleiding, BTW en reiskosten van montage personeel. Deze zijn afhankelijk van afstand project tot dichtstbijzijnde vestiging en inschatting projectbegeleiding.

6. Nieuwe open systeem

6.1 Keuze van het nieuwe concept

Na het onderzoek van de verschillende, voor BURGERS ERGON bv relevante, open systemen en de huidige systemen te hebben onderzocht, kan er voor een nieuw concept gekozen worden. Hierbij gaat, wegens de opbouw van dit utiliteitsproject met de daarbij behorende omvang van de regelingen, de voorkeur uit naar twee open systemen met een eventueel hoger niveau systeem. De twee systemen welke hiervoor in aanmerking komen zijn EIB en LONWorks voor de naregelingen en voor de communicatie tussen de regelkasten (primair) voor BACnet. Uiteraard dient er nog één van de twee systemen ten behoeve van de naregelingen af te vallen. Om de definitieve keuze te maken worden beiden systemen in tabelvorm geplaatst waarbij er gekeken kan worden naar de toepassingsgebieden binnen een utiliteitsproject. Hierbij is er gekeken naar onder andere de structuur en produkt range van de beide systemen. Door de tekortkomingen van EIB met betrekking tot het aansturen van klimaat naregelingen en noodverlichting. en de brede ondersteuning met betrekking tot het aantal fabrikanten, het groot aantal componenten en natuurlijk de openheid lijkt het LONWorks protocol aan alle eisen te kunnen voldoen om binnen dit project een optimale gebouwautomatisering tot stand te brengen.

De bovenliggende communicatie zal middels het BACnet protocol geschieden die over het TCP/IP Cat5 data netwerk zal gaan lopen.

Toepassingsgebieden van het EIB systeem		
ITEM		EVENTUELE OPMERKING
Verlichting		
Noodverlichting		Uitsluitend in combinatie met conventionele systemen
Ventilatie		Beperkt hoeveelheid en door fabrikant reeds voor geconfigureerde producten
Koeling		Idem
Verwarming		Idem
Zonwering		
Brandmeld		
Inbraakbeveiliging		Goedkeuring verzekering en alarmcentrale (Borg)
Toegangscontrole		

Toepassingsgebieden van het LONWorks systeem		
ITEM		EVENTUELE OPMERKING
Verlichting		
Noodverlichting		
Ventilatie		
Koeling		
Verwarming		
Zonwering		
Brandmeld		Goedkeuring benodigd van brandweer
Inbraakbeveiliging		Goedkeuring verzekering en alarmcentrale (Borg)
Toegangscontrole		

Zoals eerder bepaald dient het nieuwe concept minimaal dezelfde mogelijkheden te bieden als hetgeen wat geplaatst is. Door het totaal aantal I/O's te bepalen. In- en uitgangen, ontstaat er al een vergelijking. Door slim te engineeren en daardoor het aantal benodigde I/O's te reduceren, kan er ook een kostenbesparing worden gerealiseerd.

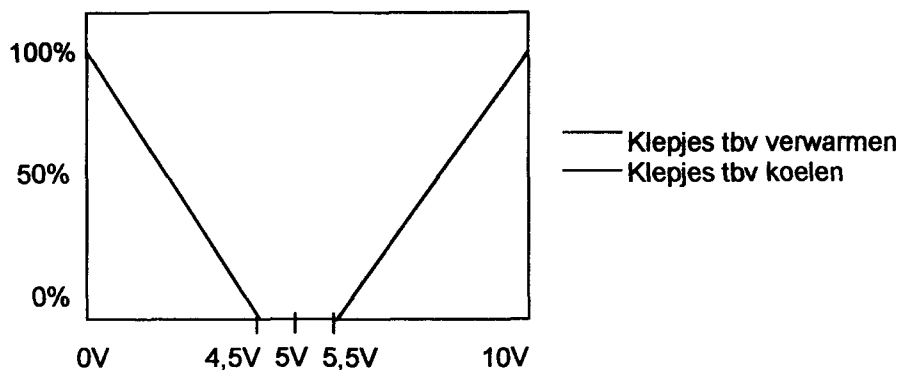
6.2 Opbouw van het nieuwe concept:

De communicatie tussen de regelkasten wordt gelijkwaardig aan het huidige systeem. Tussen de regelkasten wordt een CAT 5 TCP/IP netwerk gerealiseerd, waarop het busprotocol BACnet wordt gevoerd. In tegenstelling tot het huidige systeem worden de klimaatnaregelingen gecombineerd en vanuit alle regelkasten onttrokken door middel van het plaatsen van webserver (die 38 nodes kunnen besturen en bedienen) en de diverse LCS's (LON Control Server). Het aantal is afhankelijk van de benodigde analoge en digitale in- en uitgangen. De webserver beschikken over software welke visualisatie middels eenvoudige aanpassingen mogelijk maakt. Vanuit de diverse regelkasten wordt een LONWorks communicatiebus door het pand gelegd. Hierop worden de diverse klimaatnaregelingen en verlichtingsschakelingen gerealiseerd middels LCU's (LON Control Units) welke ingebouwd zijn in een metalen of kunststofkast, tezamen met een voeding ten behoeve van de sensoren en temperatuuroptnemers. Het aantal is gebaseerd op de navolgende tabel waarin een overzicht wordt gegeven over het huidige aantal in- en uitgangen. De armaturen kunnen vanaf de LCU's middels Wieland stekkers worden aangesloten en vervolgens onderling, met behulp van Wieland snoeren, worden doorgeschakeld. De LCU's worden gevoed door lokaal afgetakte 230V eindgroepen welke ook de armaturen voorzien van voeding. Uiteraard na inschakeling van een relais binnen de LCU. Een LCU 1004 controller bestaat uit 4 AO, 6AI, 6DO en 8DI

Installatie	Aantal nodes	Soort in-uitgangen	Aantal per node	Totaal DO	Totaal DI	Totaal AO	Totaal AI	
Lichtschakeling	50	DO	4	200				
Lichtschakeling	50	DI	8		400			
Relais tbv licht	28	DO	1	28				
Klimaat naregelingen*	200	AO	1			200		
Klimaat naregelingen*	200	AI	1				200	
Totaal benodigd				228	400	200	200	
LCU 1004	1			8	8	4	6	
Totaal aantal LCU 1004				29	50	50	34	
Inclusief 10% reserve				32	55	55	38	

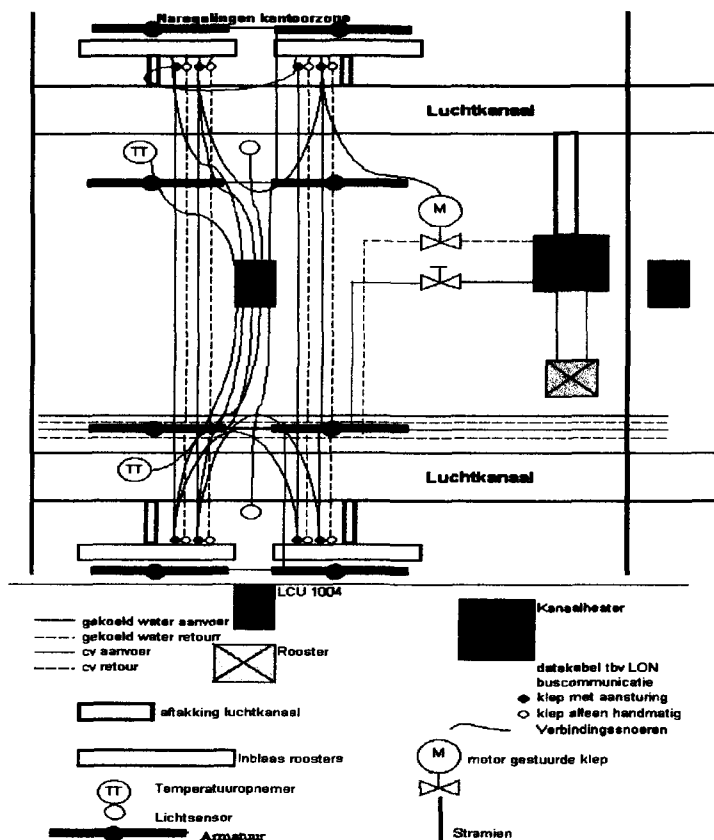
*op de klimaat naregeling kan een besparing gerealiseerd worden, door gebruik te maken van klepjes die van 0-5V en van 5-10V open en dicht worden gestuurd. Hierdoor gaat de verwarmingsklep open van 0-ca 4,5V (100-0%) en de koelklepjes open van 5,5-10V (0-100%). Klepjes zijn iets duurder, maar bij gebruik van ander fabrikaat (minimaal dezelfde kwaliteit) blijft de prijs gelijk.

Hieronder is de opzet met betrekking op de aansturing van de klepjes weergegeven.



Figuur 15: aansturing klepjes

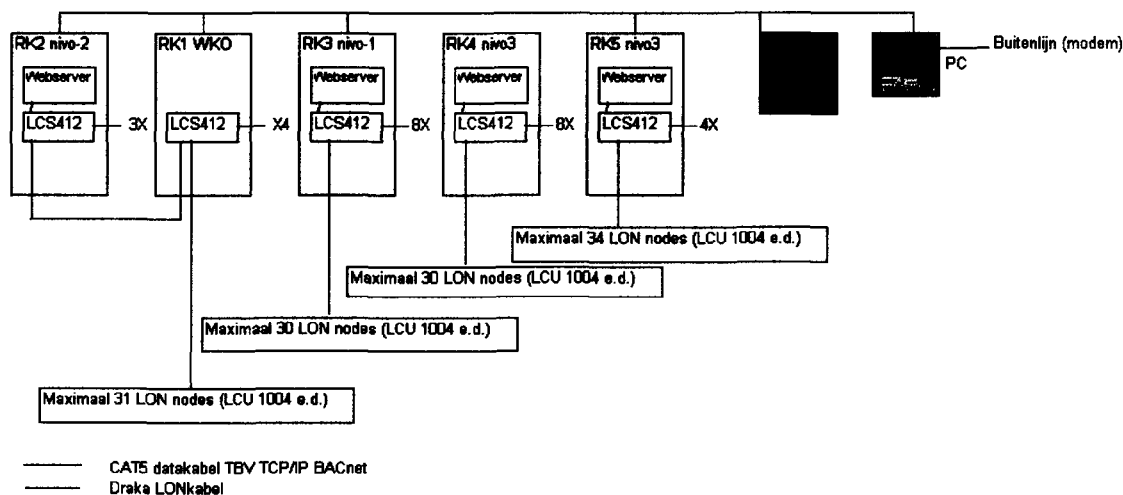
De tabel op de vorige pagina laat zien dat er 50 stuks LCU 1004 nodig zijn om de naregelingen te kunnen realiseren. Wanneer men een reserve incalculeert van 10% kan men zeer zeker in de aankomende tijd een aantal wijzigingen doorvoeren, zonder dat er extra hardware aangeschaft dient te worden.



Figuur 16: naregelingen inclusief verlichting nieuwe concept

Resteert nu om te kijken hoeveel LCS412 er nodig zijn om de bestaande controllers te vervangen en zo het primaire gedeelte van de klimaatregelingen middels een openstructuur te realiseren. Hiervoor is het van belang dat het aantal in- en uitgangen per regelkast inzichtelijk gemaakt wordt. De tabel op de volgende pagina geeft het overzicht van de aantallen. Een LCS412 controller bestaat uit 4 AO, 6AI, 6DO en 8DI. De onderstaande aantallen zijn ook gebruikt om de Siemens aanbesteding en realisatie tot stand te brengen.

Regelkast	Aantal DO	Aantal DI	Aantal AO	Aantal AI	Totaal aantal LCS412
RK-1	19	15	1	21	4
RK-2	12	19	5	14	3
RK-3	40	63	10	18	8
RK-4	36	57	8	20	8
RK-5	20	28	8	11	4



Figuur 17: Overzicht nieuwe concept

De opzet van dit nieuwe concept is niet conform de traditionele wijze van LONWorks binding. Dit onder andere na ervaringen bij grotere projecten, waarbij is gebleken dat de snelheid en capaciteit op de backbone in sommige gevallen niet gehaald konden worden. Hetgeen destijds bij veel installateurs veel twijfel heeft gezaaid en bij sommige dusdanige slechte ervaringen teweeg heeft gebracht dat deze installateurs sceptisch tegen over LONWorks staan.

6.3 Kosten van het nieuwe concept

Bijlage V bestaat uit een gespecificeerde begroting, waarin de kosten overzichtelijker staan vermeld. Hieronder volgt dan ook een samenvatting van de desbetreffende begroting, die de belangrijkste items inzichtelijk maakt.

<u>Omschrijving</u>	<u>Materiaal/ werk derden</u>	<u>Arbeid in uren</u>	<u>Arbeid gekapitaliseerd</u>	<u>Totaal per item</u>
Bekabeling	€ 413,00	45,40	€ 1.543,60	€ 1.956,60
Nodes/apparatuur	€ 81.127,80	197,70	€ 6.721,80	€ 87.849,60
Visualisatie	€ 8.150,00	0,00	€ 0,00	€ 8.150,00
Subtotaal	€ 89.690,80	243,10	€ 8.265,40	€ 97.956,20
Toeslagen materieel				€ 165,31
Algemene kosten				€ 6.868,51
*Kostprijs				€ 104.990,02

* kostprijs is exclusief projectbegeleiding, BTW en reiskosten van montage personeel. Deze zijn afhankelijk van afstand project tot de dichtstbijzijnde vestiging en inschatting projectbegeleiding.

6.4 Besparingen ten opzichte van het huidige systeem

Wanneer men de twee gesloten systemen en het nieuwe concept tegen elkaar afwegen, volgt het volgende overzicht met daar op de besparingen:

<u>Omschrijving</u>	<u>Materiaal/ werk derden</u>	<u>Arbeid in uren</u>	<u>Arbeid gekapitaliseerd</u>	<u>Totaal per item</u>
Bekabeling	€ 1.323,20	73,03	€ 2.483,02	€ 3.806,22
Nodes/apparatuur	€ 60.578,05	123,55	€ 4.200,70	€ 64.778,75
Visualisatie	€ 14.642,75	0,00	€ 0,00	€ 14.642,75
Subtotaal	€ 76.544,00	196,58	€ 6.683,72	€ 83.227,72
Toeslagen materieel				€ 133,67
Algemene kosten				€ 5.835,29
*Kostprijs				€ 89.196,68

* kostprijs is exclusief projectbegeleiding, BTW en reiskosten van montage. Deze zijn afhankelijk van afstand project tot dichtstbijzijnde vestiging en inschatting projectbegeleiding.

Procentuele besparingen nieuwe concept ten opzichte van de huidige systemen:

Wanneer de besparingen in procenten worden uitgedrukt, volgt het onderstaande overzicht met procentuele getallen:

<u>Omschrijving</u>	<u>Materiaal/ werk derden</u>	<u>Arbeid</u>	<u>Totaal per item</u>
Bekabeling	76%	61%	66%
Nodes/apparatuur	42%	38%	42%
Visualisatie	64%	-	64%
Subtotaal	46%	44%	45%
Toeslagen materieel			44%
Algemene kosten			45%
*Kostprijs			45%

Voor de bovenstaande uitkomsten is gebruik gemaakt van de navolgende formule:

$$\frac{\text{Bedrag van besparing}}{\text{Bedrag van huidige systeem}} = \dots\dots\dots \times 100\% = \dots\dots\dots\%$$

6.5 Voordelen nieuw concept ten opzichte van de huidige systemen

Na dit vergelijk blijkt dat er 45% op de meet en regelinstallatie kan worden bespaard. Naast deze besparing zijn er nog een aantal voordelen te noemen.

A: Besparing kosten met betrekking tot verhuisbewegingen:

Met betrekking tot de flexibiliteit van bussystemen is het noemenswaardig te vermelden dat wanneer er binnen een kantooromgeving een wand verplaatst wordt zonder dat er armaturen verplaatst worden, de kosten om de verlichting en naregelingen aan te passen, variëren van circa 30-40 euro per LCU. Uiteraard moet men dit verdubbelen wanneer er gebruik gemaakt wordt van twee separaat opererende systemen.

B: Interoperabiliteit:

Bij het gebruik van het open protocol LONWorks beschikt men over een goede interoperabiliteit, oftewel: meerdere systemen kunnen goed met elkaar communiceren. Dat houdt in dat men nu en in de toekomst geen gebruik hoeft te maken van gateways, mits er LONWorks gebruikt blijft worden, bij het koppelen van meerdere installaties, hetgeen betekent dat er wederom kosten kunnen worden bespaard met betrekking tot het aanschaffen, ontwikkelen en programmeren van interfaces. Door het gebruik maken van binding tussen de diverse LONWorks componenten is deze reactietijd sneller ten opzichte van andere systemen. Met betrekking tot de werktuigbouwkundige installatie hoeft dit geen probleem te zijn, uitzonderingen daar gelaten, maar wel bij bijvoorbeeld het centraal dimmen van een verlichtingsinstallatie.

C: Service:

Na oplevering en in gebruik name van het nieuwe concept, is men niet langer afhankelijk van de oorspronkelijke leverancier. Eigen personeel van de desbetreffende installateur, of beheerder(s) van het pand kunnen worden opgeleid. Hierna is men zelf instaat om de installatie te onderhouden, wijzigingen of uitbreidingen aan te kunnen brengen en onderdelen te vervangen. Dit houdt in dat de installateur alle troeven in handen heeft met betrekking tot de relatie met de klant. Oftewel de installateur zelf kan de relatie met een klant blijven optimaliseren zonder tussenkomst van een eventuele leverancier, waarbij de kans aanwezig is dat er niet altijd een optimale service verleend kan worden, waardoor de installateur in diskrediet wordt gebracht.

D: Kanttekening:

De installateur heeft veelal te kampen heeft met een bepaalde cultuur binnen de organisatie. De kosten en opbrengsten van een geïntegreerd systeem dienen bij één van de disciplines te worden ondergebracht. Dit houdt in dat wanneer er twee projectleiders (één E en één W) het desbetreffende project moeten leiden er rekening gehouden dient te worden dat er spanningen kunnen ontstaan met betrekking tot de opbrengsten. Welke van de twee projectleiders krijgt de desbetreffende post in zijn of haar beheer? Uiteraard willen beide projectleiders deze omzetverhogende installatie in zijn portefeuille hebben. Wellicht biedt een E/W projectleider uitkomst.

7. Conclusie

Na het verrichten van een theoretisch onderzoek naar, voor BURGERS ERGON bv relevant zijnde, open bussystemen is er een keuze gemaakt voor een nieuw concept ten behoeve van het project DaimlerChrysler. Diverse eigenschappen zijn hierbij bekeken. De installaties van het genoemde project heeft een dusdanige omvang dat de keuze uiteindelijk is gemaakt voor het LONWorks protocol.

De conclusie die naar aanleiding van het nieuwe concept kan worden vastgesteld is dat bij het integreren van diverse installaties in het open LONWorks protocol er een kostenbesparing kan worden behaald. De hoogte van de besparing was in dit geval bij het project DaimlerChrysler 45% ten opzichte van de totale kosten van de huidige systemen. Deze kosten zijn opgebouwd uit de navolgende items:

- Bekabeling
- Nodes / apparatuur
- Visualisatie

De post bekabeling gaf een besparing van 66%, met nodes/apparatuur kan men 42% besparen en het item visualisatie geeft een besparing van respectievelijk 64%.

Buiten deze aanzienlijke kostenbesparing zijn er ook nog andere redenen om voor een open systeem te kiezen. Dit zijn:

- Integratie mogelijkheden (interoperabiliteit)
- Service aspect (mate van afhankelijkheid van de leverancier)

Wellicht lijken de voordelen te mooi om waar te zijn, maar ze zijn tot stand gekomen na uitvoerig overleg en studie. Het is nu aan de projectleiders en engineers van de afdelingen E en W om gaten te schieten in mijn studie.

8. Lijst met afkortingen, woorden en eventueel korte omschrijving

AI	=	Analoge ingang
AO	=	Analoge uitgang
ANSI	=	American National Standards Institute
ASCII	=	American Standard Code for Information Interchange. Naam voor standaard code van een zeven bits gecodeerde verzameling tekens
Backbone	=	Hoofdtracé van kabels die diverse verdiepingen met elkaar verbindt. Hiervan kunnen aftakkingen worden gemaakt.
Baud	=	Eenheid waarin transmissiesnelheid wordt uitgedrukt
Bps	=	Bits per seconde: zie baud
Byte	=	Groep van opeenvolgende bits
BUS	=	Binary Utility System. (binaire aansturings systeem)
CAN	=	Controlled Area Network
CDMA	=	Code Division Multiple Acces
CRC	=	Cyclic Reduncy Check: Cyclische controle van een datapakket, die door het uitvoeren van een rekenkundige actie, de te verzonden datapakket kan controleren op juistheid en compleetheid.
CSMA	=	Carrier Sense Multiple Acces, methode om gebruik van communicatie op een medium in goede banen te leiden zodat een node welke aangesproken wordt geen andere informatie kan verkrijgen zodat deze verloren kan gaan.
CSMA/cd	=	CSMA met collision detection: Hierbij kan worden opgevangen of er meerdere "zenders" gelijktijdig gebruik maken van de bus.
CSMA/ca	=	CSMA met collision avoidance: Hierbij synchroniseren alle "zenders" elkaar bij het begin van een bericht. Het eerste gedeelte van het bericht bevat de arbitrage, hierbij vallen de zenders met een lagere prioriteit af.
DI	=	Digitale ingang
DIN	=	Deutsche Industrie Norm
DO	=	Digitale uitgang
EN	=	Europese Norm
GBS	=	Gebouw Beheer Systeem
IEEE	=	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IP	=	Internet protocol
ISO	=	International Standard Organisation
K	=	Kilo (x 1.000)
LAN	=	Local Area Netwerk
LCU	=	LON Control Unit
LCS	=	LON Control Server
LON	=	Local Operating Network
M	=	Mega (x 1.000.000)
ms	=	Milli seconde (1/1000 seconde)
Nodes	=	Apparaten welke middels een (bus)protocol met elkaar kunnen communiceren
OSI	=	Open Systems Interconnection
PLC	=	Programmable Logic Controller, apparaat dat geprogrammeerd kan worden om uitgangen aan te sturen eventueel naar aanleiding van signalen die van diverse ingangen afkomen. (wordt bv gebruikt in industriële processen)
TCP	=	Transmission control protocol
WAN	=	World wide Network
WKO	=	Warmte koude opslag

9 Literatuur

Internet:

www.ab.com (Allen Bradley)
www.bacnet.org
www.batibus.com
www.big-eu.org
www.bustechnologie.nl
www.echelon.com (LONWorks)
www.ethernet.industrial-networking.com
www.giasystems.com
www.honeywell.com
www.interbus.be
www.interbus.com
www.konnex.org (EIB/Batibus)
www.lno.de
www.lonteam.nl
www.profibus.com
www.rockwellautomation.com (Allen Bradley)
www.siemens.com
www.sysmik.de
www.startpagina.nl (zoeken op alle zoekmachines)

Boeken:

Data communications, Computer Networks And open Systems;
Auteur: Fred Halsall
Uitgever: Addison-Wesley
ISBN: 0-201-42293-x

Veldbussen, Industriële netwerken en hun toepassingen.
Auteur: R. Hulsenbos
Uitgever: Ten Hage en Stam
ISBN: 9055760595