

Connectiviteit van consumentenapparaten door de jaren heen

Zeven decennia ontwikkeling van kaarten, poorten en stekkers

dr. Clemens H. J. Willemsen

ISBN: 978-94-0375-442-0

Gedrukt en gepubliceerd door: Managementboek

Copyright: Clemens Willemsen 2024

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteur.

Connectiviteit van consumentenapparaten door de jaren heen

Inhoudsopgave

1. Introductie 6
2. Concept en terminologie 8
3. Apparaten en hun verbindingen 11
 - 3.1. Radio 11
 - 3.2. TV 16
 - 3.3. Personal Computer 20
 - Atari 2600 20
 - Commodore C64 22
 - Enterprise 64/128 25
 - Sinclair ZX Spectrum 27
 - Apple Computer 30
 - Draagbare computer (tussen een laptop en een desktop) 33
 - Microsoft computer (laptop, desktop) 34
 - Minicomputer (Raspberry PI) 43
 - 3.4. Tablet (iPad, Chromebook, etc.) en smartphone 45
 - 3.6. Randapparatuur 46
 - Docking station, poortreplicator en KVM-switch 47
 - All-in-one printer 54
 - Modem/router 56
 - Aanwijsapparaten; toetsenbord, touchpad, touchscreen en muis/joystick 58
 - Webcam, luidspreker/hoofdtelefoon en microfoon 62
 - Monitor 63
 - Schijfleenheid en geheugenkaartlezer 64
 - 3.7. Overzicht van verbindingen tussen apparaten 66

- 4. Verbindingen van (rand)apparaten 70
 - 5. Integrale versus modulaire benadering 81
 - 6. Fysieke aansluiting versus logische aansluiting 83
 - 7. Overige aspecten van verbindingen 87
- Bijlage 1. Microsoft muis 90
- Bijlage 2. Jouw eigen apparaten door de jaren heen 91

Lijst van figuren

(nummer	pagina nummer)
Fig. 0. Systeembus	9
Fig. 1. Concept	10
Fig. 2. Greatz radio	12
Fig. 3. Greatz radio in- en uitgangen.....	13
Fig. 4. Buislampen	15
Fig. 5. Philips Tam 8905.....	16
Fig. 6. Philips Tam 8905 in- en uitgangen.....	16
Fig. 7. CRT versus LCD TV.....	17
Fig. 8. Philips 37PFL7603D	18
Fig. 9. Philips 37PFL7603D in- en uitgangen	19
Fig. 10. Atari 2600	21
Fig. 11. Atari 2600+	21
Fig. 12. Commodore C64	23
Fig. 13. Commodore C1541 schijfeenheid.....	25
Fig. 14. Enterprise 64/128 met joystick.....	26
Fig. 15. Sinclair ZX Spectrum	28
Fig. 16. Sinclair ZX Spectrum +2	29
Fig. 17. Apple Macintosh	30
Fig. 18. Apple II C.....	32
Fig. 19. Apple II C in- en uitgangen	32
Fig. 20. Modulator Commodore C64 versus Apple II C.....	33
Fig. 21. Draagbare computer	34
Fig. 22. Desktop computer	35
Fig. 23. Printplaat voorbeeld.....	38
Fig. 24. Computer uitbreidingskaart.....	40
Fig. 25. Nintendo 64 cartridge	41
Fig. 26. Chip	42
Fig. 27. CPU-ventilator met Molex-connector	43
Fig. 28. Raspberry PI & PI 400.....	45
Fig. 30. TRS-80 EI.....	48
Fig. 31. TRS-80 schijfeenheid verbinding.....	50
Fig. 32. Apple Docking station.....	50

Fig. 33. HP Docking station.....	51
Fig. 34. Fujitsu poortreplicator Pro 9.....	51
Fig. 35. KVM-switch.....	52
Fig. 36. Docking station versus poortreplicator.....	54
Fig. 37. Afdrukken, kopiëren en scannen.....	55
Fig. 38. Lexmark printer.....	56
Fig. 40. Modem/router.....	57
Fig. 39. Modem.....	57
Fig. 41. Kolude KD-K1 Keyhub.....	59
Fig. 42. Touchpad.....	60
Fig. 43. Microsoft muis 1983.....	61
Fig. 44. Optische muis.....	62
Fig. 45. PC luidspreker.....	63
Fig. 46. HDD versus SSD.....	65
Fig. 47. Modules computer en TV.....	66
Fig. 48. Computer verbinding iconen.....	69
Fig. 49. Scart naar RCA en HDMI.....	71
Fig. 50. HDMI naar VGA en USB.....	72
Fig. 51. Verbindingssymbool.....	72
Fig. 52. USB-A, -B en -C.....	73
Fig. 29. Lightning connector.....	74
Fig. 53. Ferriet kraal.....	78
Fig. 54. DB-9 voor een null-modem.....	80
Fig. 55. Centronics en SCSI.....	81
Fig. 56. Integratie versus modulair.....	82
Fig. 57. Device manager.....	84
Fig. 58. Madeliefjesketting.....	85
Fig. 59. Netwerk.....	86

Lijst van tabellen

(nummer	pagina nummer)
Tab. 1. Nederlandstalige versus Engelstalige termen.....	7
Tab. 2. Voorbeeld pinnen.....	36
Tab. 3. Overzicht randapparatuur en koppelingen.....	47
Tab. 4. HDD versus SSD.....	64
Tab. 5. Overzicht verbindingen.....	67
Tab. 6. Vergelijk geluid, beeld en data.....	70
Tab. 7. Integratie versus modulair.....	81

1. Introductie

Hoe zijn elektronische consumentenapparaten zoals de televisie en de personal computer de afgelopen (zeven) decennia fysiek aan elkaar gekoppeld? Mogelijk heb je een nieuw apparaat gekregen, de gebruikshandleiding gelezen met een diagram van de mogelijke verbindingen en je afgevraagd wat het allemaal betekent. Dit boek gaat over het concept van een geïntegreerd elektronisch apparaat versus meerdere apparaten die samenwerken en soms alleen kunnen functioneren als alle apparaten of modules bruikbaar zijn. Hoe zijn apparaten en componenten verbonden met kaarten, kabels en stekkers? Wat is kenmerkend voor een bepaalde soort van connectiviteit? Ik kijk naar een periode van zeven decennia vanaf de jaren '50 in de 20^e eeuw tot de jaren '20 in deze eeuw. Ik begin mijn verhaal met een buislampen radio uit de jaren '50 en ga door in de jaren '20 met een Raspberry Pi als voorbeeld. Ik leg de krachten uit achter deze ontwikkelingen en zal zoveel mogelijk 'bewijs' aanleveren vanuit literatuur en onderzoek over deze onderwerpen¹. Wat kunnen we van het verleden leren en hoe kunnen we de toekomst voorspellen? Ik ben geïnteresseerd in deze materie sinds ik mijn eerste radiotoestel heb geopend om te zien welke verbindingen beschikbaar zijn. In die dagen was het eenvoudig om de behuizing te openen omdat je zelfs geen schroeven hoefde te verwijderen om een buislamp te vernieuwen of een zekering te vervangen. Tegenwoordig is de behuizing van apparaten als een smartphone en een tablet met lijm gesloten zodat ik het openen hiervan over laat aan de professionals en geniet van interessante video's online. De apparaten die ik beschrijf in dit boek, heb ik meestal in het verleden in het bezit gehad of gebruikt zowel privé als beroepsmatig. Meer details over de functionaliteit van deze apparaten vind je in mijn boek uit 2021 *'Four Decades of Information Technology and Innovation'* hoofdstuk 3.1 *'The History of Computers, hard- and software'* dat meer ingaat op functionaliteit. Ik heb geprobeerd niet te veel te overlappen in dit nieuwe boek zodat je dit afzonderlijk kunt lezen. Als je het boek gelezen hebt, kun je voor de gein in bijlage 2 aangeven welke apparaten je zelf hebt gebruikt.

¹ In tegenstelling tot veel van mijn andere boeken, is er geen afzonderlijke literatuurlijst omdat veel van de informatie online kan worden gevonden en algemeen bekend is.

Dit boek is oorspronkelijk Engelstalig verschenen in 2022 onder de titel 'Connecting Consumer Devices through the Ages, Seven Decades of Developing Slots, Ports and Connectors'. Op enkele punten is het aanzienlijk uitgebreid of ingekort als dat beter uitkwam. Ook zijn er meer afbeeldingen aan toegevoegd. In Nederland gebruiken we in de elektronica veel Engelstalige woorden zodat sommige woorden in dit boek het gevolg zijn van 'omgekeerde vertaling'. Sommige woorden als computer en printer hebben nu eenmaal geen goed alternatief in het Nederlands. Ook blijven we het woord laptop gebruiken en spreken we niet over schootcomputer. Bij twijfel vind je de juiste verwijzingen en uitleg in de Engelstalige versie. Voor de duidelijkheid benoem ik enkele begrippen als volgt:

<i>Nederlandstalige term</i>	<i>overweging</i>	<i>Engelstalige term</i>
apparaat	een algemene term bij gebrek aan beter	device
spelcomputer	idem maar duidelijk wat wordt bedoeld	console
besturingsapparaat		controller
buizenlamp		tube valve
draagbaar		portable
geheugen		memory
geheugencassette spelcomputer	cassette is op zich weer een ander begrip	cartridge
(geheugen)opslag		(memory) storage
madeliefjesketting		daisy chain
poort (in-/of uitgang)	in het Nederlands kennen we niet een enkel woord hiervoor	port
(basis) printplaat	eigenlijk geeft het Nederlands precies aan wat het is. een plaat waarop de verbindingen tussen de componenten met een geleidend materiaal is bedrukt	(mother) board
randapparaat		peripheral device
schijf		disk
schijfeenheid	het apparaat dat de schijf kan lezen en/of schrijven	drive, station
kaart/ sleuf	sleuf is juist vertaald maar het is een kaart die in de sleuf gaat	slot / bus
stekker		connector
stroom/voeding	bedoelt wordt elektrische stroom	power
uitbreiding (skaart)	de kaart of printplaat die wordt ingestoken op de basis printplaat	expansion (card)
koppeling / verbinding	connectiviteit zou juist vertaald zijn maar is erg algemeen	connection
Tab. 1. Nederlandstalige versus Engelstalige termen		

2. Concept en terminologie

De term in de titel van dit boek '**consumentenapparaten**' is erg generiek. Ik gebruik deze term voor elektrische/elektronische apparaten die elektrische voeding gebruiken ten behoeve van gegevens, geluid (spraak of muziek) en beeld voor communicatie door consumenten. Een enkel apparaat kan soms niet al deze functies vervullen doch alleen wanneer dit apparaat verbonden is met andere apparaten. Dat is waar de titel connectiviteit als onderwerp van dit boek naar voren komt. Connectiviteit heeft veel definities zoals:

- dictionary.com: (digitale) technologie: de mogelijkheid om te verbinden en te communiceren met andere computersystemen, elektronische apparaten, programmatuur of het internet.
(<https://www.dictionary.com/browse/connectivity>)
- IBM: de mogelijkheid om systemen of applicaties te verbinden. Idealiter worden deze koppelingen gelegd zonder veel aanpassingen van de applicaties of de systemen waarop deze draaien.
(<https://www.ibm.com/docs/en/zvm/7.1?topic=connectivity-what-is>)

Naast het element van de hardware omvatten deze definities ook het element van de programmatuur waar ik in een van de laatste hoofdstukken verder op zal ingaan. Ik zal connectiviteit net iets anders definiëren dan hiervoor waarbij hardware gaat over de fysieke (bedrade of draadloze) verbinding en de programmatuur betreft dan de mogelijkheid om gegevens of signalen uit te wisselen.

Ik omschrijf **connectiviteit** voor het doel van dit boek als de mogelijkheid om bedraad of draadloos twee of meer apparaten te verbinden om gegevens of signalen uit te wisselen. Zowel een bedrade als een draadloze verbinding vereist een gemeenschappelijke uitwisselingsstandaard om gegevens via de verbinding te transporteren. Ik beschouw elektriciteit of voeding als een bijzondere verbinding omdat het zowel bestemd is om een apparaat te laten werken als om gegevens uit te wisselen. Elektriciteit heeft zijn eigen kenmerken zoals verderop beschreven zal worden ongeacht of het nu in het apparaat (batterij), aan de buitenzijde (zonne-energie of handmatig) dan wel via een externe verbinding verloopt.

Het deel van de fysieke **connectie** of verbinding van een apparaat heet een **poort** (of in- of uitgang) en het deel buiten het apparaat of als deel van een kabel heet een **stekker**. De koppeling heeft een of meerdere (metalen of glasvezel) **pinnen** (of draden). De hardware verbinding van een computer heet ook wel een **bus** or **sleuf** zoals de universele seriële bus (USB) wat verklaarbaar is omdat een (auto) bus een manier van transport (van gegevens) is. De **systembus** is de verbinding tussen de processor en de geheugenchip van een computer. Het combineert de functies van een databus om gegevens uit te wisselen, een adresbus die bepaalt waar de data vandaan komen of naar toe moeten en een controlbus die de verwerking van de gegevens bepaalt. De **geheugenbus** verbindt de geheugenchip met de geheugencontroller.

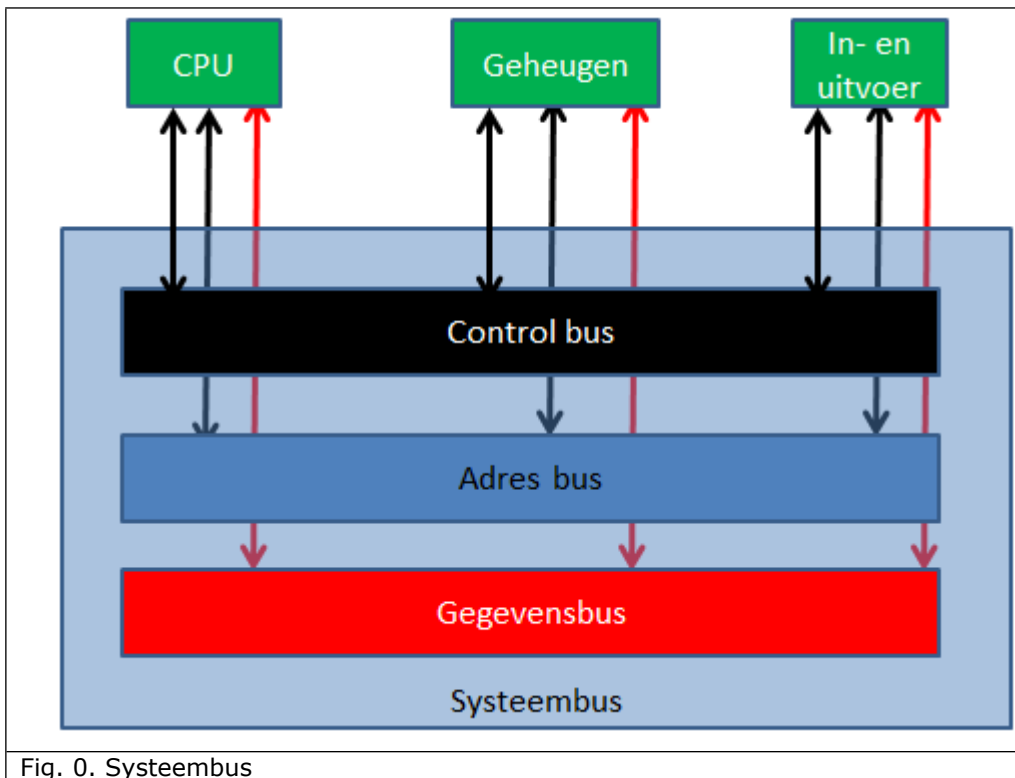


Fig. 0. Systembus

Een **elektronisch** apparaat heeft elementen zoals transistoren of siliconen chips die de elektrische voeding beheersen en veranderen die door het apparaat loopt. Ik beschouw een **element** als een elektronisch deel van een apparaat, met pinnen, dat met de hand kan worden uitgenomen en niet gesoldeerd is op een printplaat. Een transistor is

bijvoorbeeld geen element omdat het is vast gesoldeerd op de printplaat of onderdeel is van een chip.

Een **randapparaat** is een aanvulling op een ander (hoofd)apparaat en kan niet op zich zelf functioneren². Technopedia.com geeft aan dat een randapparaat helpt voor gebruikerstoegang en de functionaliteit van het hoofdapparaat gebruikt. Deze site maakt onderscheid tussen invoer (b.v. met een toetsenbord), uitvoer (b.v. een beeldscherm) en opslag (b.v. een schijf eenheid) als soorten van randapparatuur. Ik gebruik de termen van monitor en beeldscherm door elkaar waar de **monitor** een afzonderlijk apparaat is en **(beeld)scherm** verwijst naar het deel van de monitor of de laptop waarop het beeld te voorschijn komt. Een **module** is een deel van het (rand)apparaat en kan worden vervangen door een ander apparaat zoals een tuner of een platenspeler onderdeel is van een stereoset. Dit boek bespreekt zowel **externe** verbindingen tussen (rand)apparaten en **interne verbindingen** in het apparaat om het apparaat te laten werken en functionaliteit toe te voegen. Het concept ziet er grafisch als volgt uit:

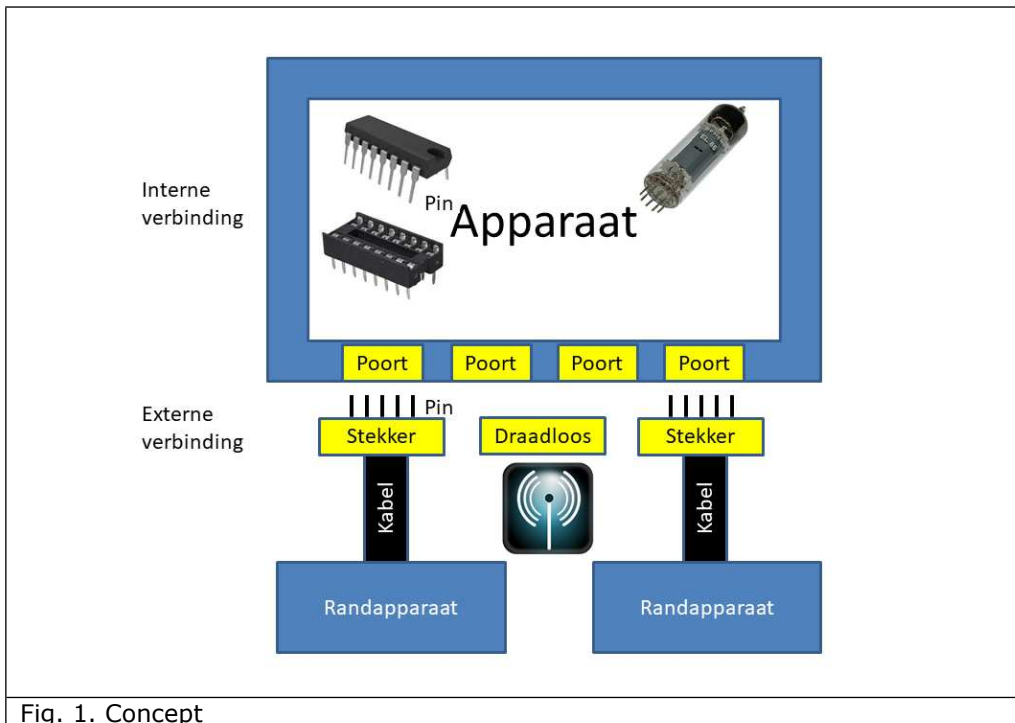


Fig. 1. Concept

² Hoewel bijvoorbeeld een all-in-one printer wel zelfstandig kan worden gebruikt om te scannen en te kopiëren door de ingebouwde techniek.