

De Hewlett-Packard Interface Loop

verbind de wereld!



Blue Globe door Terty3, Wikimedia Commons onder Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_globe_icon.svg).

Dipl.-Inf. Karl-Ludwig Butte (Duitsland)

Klein, draagbaar, op batterijen en – heel belangrijk – alles via een netwerk met elkaar verbonden: zo stellen we ons elektronische systemen voor in het tijdperk van het Internet of Things, die onze omgeving volledig automatisch monitoren met hun sensoren en ingrijpen met hun actuators wanneer de situatie dat vereist. Maar bestaat dat alles pas sinds Mark Weiser zijn visie op “alomtegenwoordige computersystemen” in een zeer gewaardeerd artikel in het septembernummer 1991 van *Scientific American* [1] had gepubliceerd? Zeker niet – en als u nu nieuwsgierig bent, volg me dan naar 1981, naar de wereld van de Hewlett-Packard Interface Loop.

Het fascinerendste aspect van de Hewlett-Packard-rekenmachine HP-41C, die op 1 juli 1979 [2] ten tonele verscheen, waren de vier slots voor randapparatuur, zoals een barcodelezer, thermische printer, magneetkaartlezer en RAM- en ROM-uitbreidingsmodules. Dat was nog nooit eerder vertoond! Gebruikers kregen de smaak snel te pakken en wilden veel verderreikende mogelijkheden om de HP-41C met de elektronische buitenwereld te verbinden.

Hewlett-Packard had al de nodige ervaring met het aansluiten en automatisch besturen van HP-meetapparatuur via de Hewlett-Packard Interface Bus (HP-IB). De HP-IB werd uiteindelijk de industriestandaard IEEE-488. Maar de dikke, minimaal 18-aderige kabels en de grote 24-pins Amphenol-connector van de HP-IB, die een 8-bit parallelle bus implementeerde, stonden in schril contrast tot de kleine batterijgevoede HP-41C-familie. Om deze zo verschillende werelden bij elkaar te brengen, hebben de ingenieurs van HP het dataverkeer geserialiseerd. In plaats van acht bits parallel te verzenden, werden bits één voor één op reis gestuurd. De hardware-handshake werd daarbij vervangen door een software-handshake. Met deze maatregelen kon de kabel worden gereduceerd tot het absolute twee-aderige minimum.

Maar er ontbrak nog één detail om het nieuwe verbindingssysteem zo betrouwbaar en robuust te maken als klanten gewend waren van de spreekwoordelijke Hewlett-Packard-kwaliteit. In plaats van een bustopologie kozen de HP-ingenieurs voor een lustopologie. De kabel ging van de luscontroller (bijvoorbeeld De HP-41C) naar het

eerste randapparaat. Van daaruit werd de kabel naar het tweede randapparaat doorgelust enzovoort, tot de kabel uiteindelijk van het laatste randapparaat naar de luscontroller terugkeerde. De luscontroller kon zo software gebruiken om te controleren of de verzonden bits 100% overeenkwamen met de opnieuw ontvangen bits om, indien nodig, transmissiefouten onmiddellijk te corrigeren. Op 14 december 1981 [3] was het zover: HP presenteerde de Hewlett-Packard Interface Loop (afgekort HP-IL) in de vorm van de HP-IL-module 82160A (**figuur 1**) voor de HP-41C. Deze werd gewoon in een van de vier eerdergenoemde periferie-slots van de HP-41C gestoken. Samen met de HP-IL module werden het IL-cassetteloopwerk HP-82161A en de thermische IL-printer HP-82162A (**figuur 2**) geïntroduceerd. Dat overtrof de stoutste verwachtingen van de klanten. Aan de andere kant joeg dit geavanceerde systeem de concurrentie doodsangsten aan, omdat niemand iets vergelijkbaars te bieden had. In de loop van de tijd groeide niet alleen de lijst met randapparatuur, maar ook de lijst met computers waarvoor een HP-IL-module verkrijgbaar was. De BASIC-zakcomputers HP-71B [4] en HP-75C/D ondersteunden de Interface Loop en konden dezelfde randapparatuur gebruiken als de HP-41C. Er waren corresponderende interfacekaarten voor de serie 80 desktop-apparaten (HP-85, -86, -87), evenals voor de HP-110 en de HP-150. In 1986 kwam de HP-82973A HP-IL-interface, een ISA-insteekkaart voor IBM PC en compatibele computers op de markt, en de HP-82166C HP-IL Development Kit stelde andere bedrijven in staat om HP-IL-compatibele apparaten te ontwikkelen.

HP-periferie

Als cassetteloopwerk werd geen standaard cassette recorder gebruikt, zoals veel fabrikanten van thuiscomputers destijds deden. Integendeel: HP had een precisieloopwerk ontworpen dat perfect overeenkwam met het HP-41C-systeem qua functie, afmetingen en design van de behuizing (**figuur 3**). De cassettes leken op die van micro-dicteermachines. **Figuur 4** toont zo'n cassette in vergelijking met met een normale compact-cassette. In het vak links van de cassettesleuf van het loopwerk konden twee cartridges worden opgeborgen (figuur 3). Er was plaats voor 131.072 bytes op één cassette, wat ongeveer overeenkwam met de capaciteit van een 5¼-inch diskette van de Commodore PET 2001 [5], die plaats bood aan 176.640 bytes.

De thermische printer HP-82162A leek als twee druppeld water op zijn oudere broer HP-82143A, die rechtstreeks op een van de vier I/O-poorten van de HP-41C kon worden aangesloten. Maar de thermische IL-printer had een functie aan boord waar gebruikers al lang naar verlangden: men kon er HP-41C-barcodes mee afdrukken! Met de HP-82153A barcodelezer, die ook rechtstreeks was aangesloten op een van de vier I/O-poorten van de HP-41C, konden programma's en gegevens uit boeken en tijdschriften veel sneller naar de HP-41C overdragen dan met overtypen.

Maar zoals we al opmerkten waren deze twee apparaten nog maar het begin. **Tabel 1** geeft een overzicht van de HP-IL-compatibele apparaten die door Hewlett-Packard werden aangeboden. En dat omvatte werkelijk alles wat het hart van een HP-fan sneller deed kloppen: van opslagapparaten via printers en diverse interfaces tot een akoestisch modem! Maar de kroon op het geheel vormden de meetinstrumenten. Met een systeem bestaande uit de HP-3468 multimeter, een timermodule HP-82182A en een HP-41C, konden gedurende een langere periode volledig automatisch metingen worden uitgevoerd. Als u een printer en/of een cassetteloopwerk



Figuur 1. De HP Interface Loop-module HP-82160A.



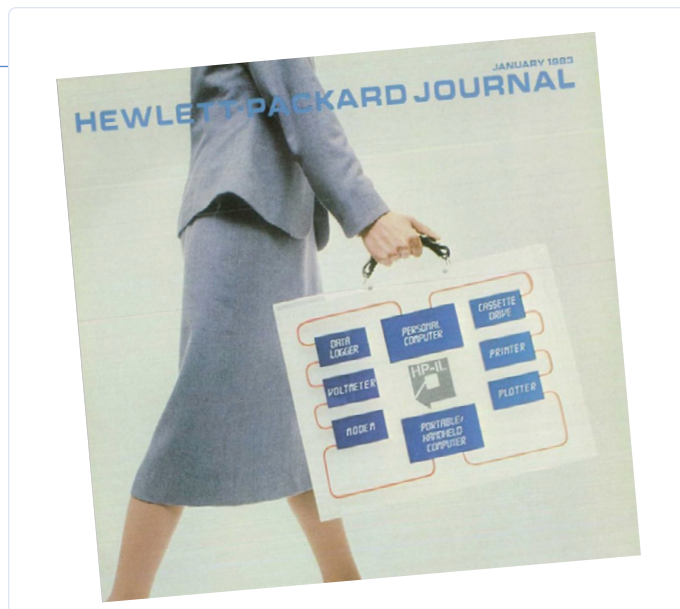
Figuur 2. Een HP-IL-systeem bestaande uit HP-41C, cassetteloopwerk en thermische printer.



Figuur 3. HP-82161A cassetteloopwerk.



Figuur 4. Een cassette voor het cassetteloopwerk vergeleken met een normale compact-cassette.



Figuur 5. Cover van het Hewlett-Packard Journal van januari 1983.

Tabel 1. Overzicht van de door HP geleverde HP-IL-compatibele periferie [6].

Apparaat	Omschrijving
HP 9114A/B	Disketteloopwerk
HP 82161A	Cassetteloopwerk
HP 82162A	Thermische printer (IL-versie van de HP 82143A-printer voor de HP-41C)
HP 82163A	Video-interface
HP 92198A	Video-interface 80 beeldlijnen (Mountain Computer)
HP 82168A, 92205M	Akoestische modems
HP 82905A/B	Printer
HP 2225B	ThinkJet-printer
HP 7470A	Grafische plotter (optie 003 HP-IL interface)
HP 2671A/G	Alfanumerieke, grafische thermische printer
HP 1630 en HP1631	Logic analyzers (kan Loop Controller zijn)
HP 3421A	Data-acquisitie / besturingsunit
HP 3468A/B	Digitale multimeter (IL-versie van de HP 3478A met GPIB)
HP 5384A en HP 5385A	Frequentieteller, met optie 003 (HP-IL)
HP 82164A	HP-IL / RS-232C-interface (serieel)
HP 82165A	HP-IL / GPIO-interface (generic parallelle uitgang)
HP 82166A	HP-IL-converter (kleinere versie van de GPIO-interface voor embedded applicaties)
HP 82166C	HP-IL Converter Prototyping Kit
HP 82169A	HP-IL / HPIB-interface (bidirectioneel)
HP 82985A	HP-IL / NTSC-video (monochroom)

aan de Interface Loop zou toevoegen, zouden de meetresultaten meteen kunnen worden geregistreerd en opgeslagen. En met de HP-82168A akoestische modem konden de gegevens telefonisch worden overgedragen naar een centrale computer voor verdere verwerking. Puur functioneel gezien verschillen veel hedendaagse IoT-toepassingen helemaal niet van deze opstelling met de HP Interface Loop.

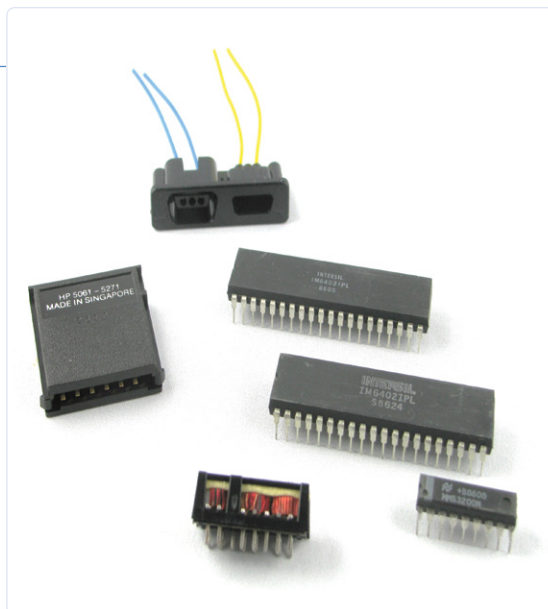
Werking

De Hewlett-Packard Interface Loop koppelde de aangesloten apparaten in een ringstructuur, vergelijkbaar met token ring-technologie die in 1974 aan de Universiteit van Cambridge (Groot-Brittannië) werd bedacht en halverwege de jaren '80 door IBM verder werd ontwikkeld en gedistribueerd. Het ringkarakter van dit netwerk is goed te zien op de cover van het *Hewlett-Packard Journal* van januari 1983 (figuur 5), waarin de Interface Loop uitvoerig werd gepresenteerd.

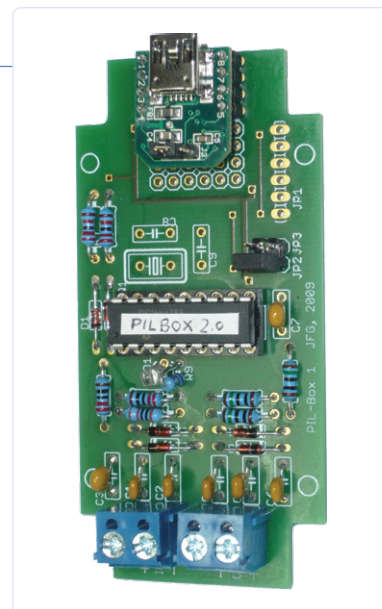
Elk HP-IL-systeem wordt bestuurd door een zogenaamde Loop Controller en kan maximaal dertig apparaten met elkaar verbinden. De Loop Controller wijst automatisch een adres toe aan elk apparaat. Dat werkt op dezelfde manier als automatische toewijzing van IP-adressen met DHCP in een Ethernet-netwerk. De Loop Controller zorgt voor een strikt protocolverloop, waarvoor een hele reeks commandogroepen beschikbaar is. Met de Reset-messages voor de gehele lus en voor individuele apparaten zorgt de Loop Controller voor duidelijke beginvoorwaarden. Bij een andere message-groep bepaalt de Loop Controller welk apparaat actief luistert en spreekt (Listener, Talker) – hij spreekt daartoe een specifiek apparaat rechtstreeks aan of geeft hem het woord. Het opvragen van de status, berichten voor gegevensuitwisseling en andere berichten die worden gebruikt voor beheer en synchronisatie rondt de commandogroepen af. Hoe elk afzonderlijk apparaat op een specifiek bericht reageert, kan sterk verschillen en wordt bepaald door de ontwikkelaar van het randapparaat. De thermische printer leegt zijn interne afdrukbuffer bij ontvangst van een Device Clear-message (DCL), plaatst de printkop bij de linkermarge en transporteert het papier één regel. De video-interface wist daarentegen het



Figuur 6. HP-IL-interfacekit HP-82166C.



Figuur 7. De speciale onderdelen uit de HP-IL-interfacekit.



Figuur 8. De PIL-Box-interface (foto afgedrukt met vriendelijke toestemming van J.-F. Garnier, die het volledige copyright behoudt).

interne videogeheugen en plaatst de cursor in de linkerbovenhoek van het scherm. Maar hoe integreerde men een HP-IL-interface in de ontwikkeling van eigen apparaten? Daarvoor werd de HP-IL-interfacekit HP-82166C geleverd.

De HP-IL-interfacekit

HP moedigde de community van hardware-ontwerpers actief aan om apparaten met HP-IL-interfaces te ontwikkelen, en publiceerde daarvoor gedetailleerde technische beschrijvingen. Daarnaast werd een interfacekit (**figuur 6**) gelanceerd. **Figuur 7** toont de speciale componenten van die kit. Naast drie ASIC's bevatte de kit twee connectormodules voor de speciale connectoren van de loop-verbindingkabels, kleine scheidingstransformatoren in DIL-behuizing voor galvanische isolatie van de apparaten en een plug-in module voor de HP-41C voor het debuggen van de software.

HP-IL leeft!

Het is niet meer mogelijk precies te bepalen op welk moment Hewlett-Packard de Interface Loop discontinueerde. In ieder geval had de opvolger van de HP-41C, de HP-42S, die in 1988 op de markt

kwam, geen I/O-poorten, laat staan een HP-IL-interface. Maar de Interface Loop had met zijn flexibiliteit, veelzijdigheid en technische superioriteit, al heel snel de harten van ontwikkelaars over de hele wereld gewonnen en dit enthousiasme bestaat vandaag de dag nog steeds. Er zijn verschillende community-projecten die de Interface Loop combineren met moderne technologie. Een van de bekendste projecten is de PIL-Box van Jean-Francois Garnier [7]. **Figuur 8** toont de print van de PIL-Box, die een HP-IL/USB-interface implementeert. Iedereen in de Elektor-community kan zich zonder moeite voorstellen wat dit voor nieuwe, ongekende mogelijkheden biedt. Zoals zo vaak liep Hewlett-Packard met de HP Interface Loop ver vooruit op wat toen *state of the art* was. Dankzij de bijzonder zorgvuldige ontwikkeling, de productiekwaliteit en de gedetailleerde documentatie, kunnen we ook nu nog veel plezier van deze techniek hebben, hoewel de productie ervan al lang gestaakt is.



200329-04

WEBLINKS

- [1] Weiser, Mark: "The Computer for the 21st Century". Scientific American, September 1991: <https://www.lri.fr/~mbl/Stanford/CS477/papers/Weiser-SciAm.pdf>
- [2] Hewlett-Packard zakrekenmachine HP-41C: www.finseth.com/hpdata/hp41c.php
- [3] HP-zakrekenmachines met introductiedata: www.vcalc.net/hp-date.htm
- [4] Butte, Karl-Ludwig: "Hewlett-Packard 71B rekenwonder (1984)". Elektor juli/augustus 2014 p. 124: www.elektormagazine.nl/magazine/elektor-201407/27000
- [5] Butte, Karl-Ludwig: "Van harte gefeliciteerd met je 40ste verjaardag, PET!". Elektor mei/juni 2017 p. 90: www.elektormagazine.nl/magazine/elektor-201705/40311
- [6] Bron Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Hewlett-Packard_Interface_Loop
- [7] HP-IL Resource Page: <http://www.jeffcalc.hp41.eu/hpil/>