

Bufferboard

voor de Raspberry Pi 400

bescherm uw I/O's



Ton Giesberts (Elektor)

De Raspberry Pi 400, uitgebracht in november 2020, is eigenlijk een Raspberry 4 maar dan ingebouwd in een toetsenbord, met de GPIO-uitbreidingsconnector aan de achterkant van de behuizing. Het aansluiten van extra hardware brengt altijd risico's met zich mee, zeker tijdens prototyping. Het bufferboard dat we hier presenteren is speciaal ontworpen voor de Raspberry Pi 400. Het maakt interfacing mogelijk met externe logica op zowel 3,3 V als 5 V voor alle 26 GPIO's, en de buffers/level shifters die hiervoor worden gebruikt, bieden ook ESD-bescherming.

Raspberry Pi-boards hebben hier nauwelijks introductie nodig. Sinds de introductie van de eerste versie in 2012 zijn ze het onderwerp (of onderdeel) van vele projecten in Elektor magazine. We hebben heel wat hardwareprojecten en uitbreidingskaarten voor deze processorboards gepresenteerd. Om het voor u niet al te spannend te maken: de schakeling die we hier behandelen is niet nieuw, aangezien de eerste versie ervan in 2015 werd besproken op Elektor Labs [1]. In 2018 werd het ontwerp aangepast aan de grotere 40-pins I/O-connector die sinds de introductie van de Raspberry Pi B+ [2] de standaard is voor het aansluiten van extra hardware op deze processorboards. En nu is deze laatste versie aangepast aan een van de recentere leden van de Raspberry Pi-productfamilie: de Raspberry Pi 400. Heel simpel gezegd: de '400 is een Raspberry Pi 4, maar dan ingebouwd in een toetsenbord. Hij lijkt op een van die beroemde computers van de jaren '80, zoals de Commodore 64, de

Sinclair Spectrum, de Acorn BBC en consorten. Qua specificaties is de Raspberry Pi natuurlijk vele malen krachtiger dan zijn inmiddels antieke voorgangers, maar er is ook een opvallende overeenkomst: de GPIO-uitbreidingsconnector aan de achterkant van de behuizing, waarop de gebruiker externe (zelf ontworpen) hardware kan aansluiten. Het aansluiten van zulke hardware brengt altijd risico's met zich mee, vooral tijdens prototyping; het hier gepresenteerde bufferboard voorkomt dat de Raspberry Pi hierbij wordt beschadigd. Bovendien maakt het bufferboard interfacing met externe logica van zowel 3,3 V als 5 V mogelijk, en de buffers/level shifters die hiervoor worden gebruikt bieden ook ESD-bescherming.

De hardware

Het schema van het project (**figuur 1**) is precies hetzelfde als dat van onze publicatie in 2018. De TXS0108E 8-bit buffers/level shifters die

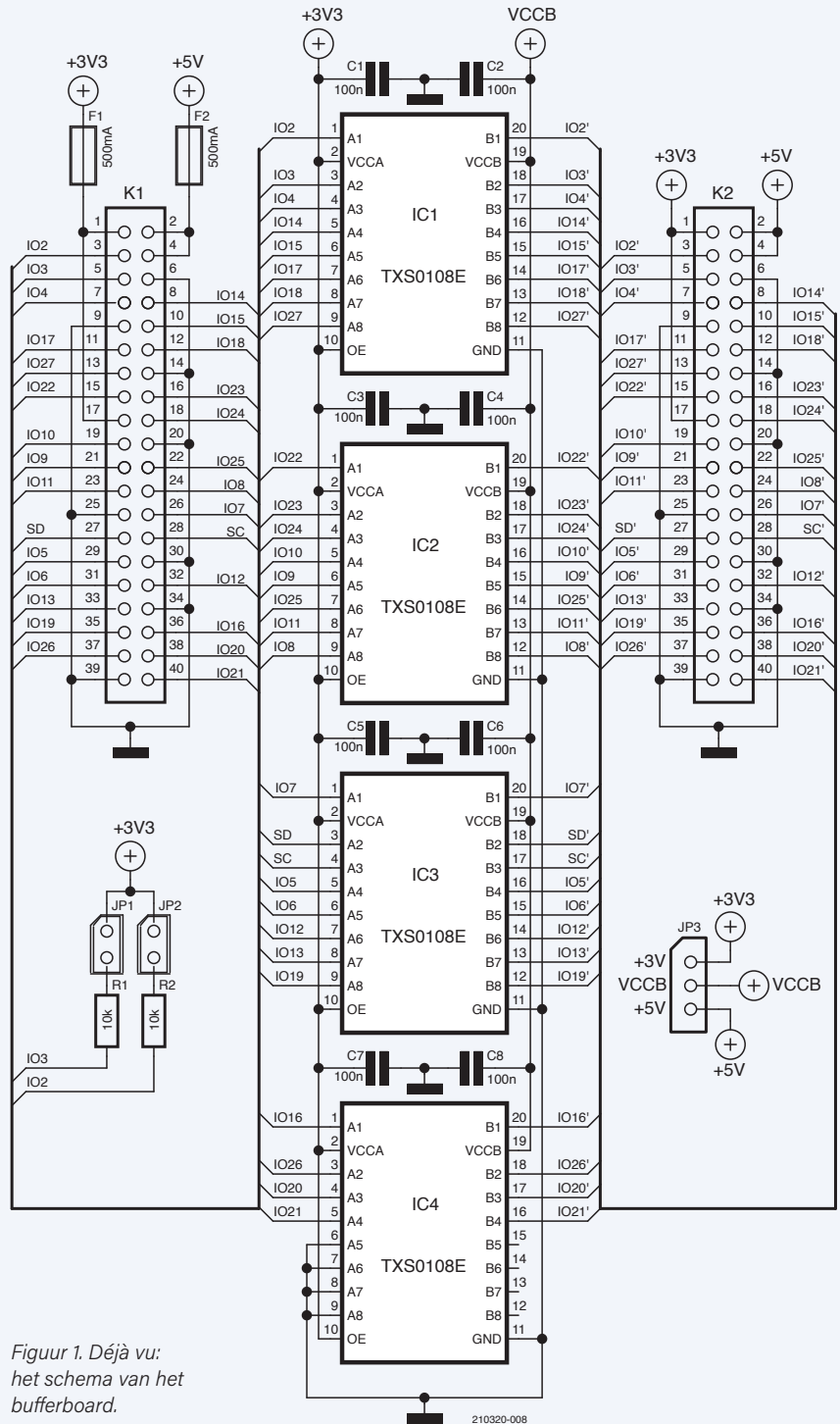
in dit project worden gebruikt, zijn bidirectioneel en elke pin van de A- en B-poort heeft een pull up-weerstand. De pull down-weerstand van een GPIO van de Raspberry Pi heeft een waarde van 40...60 k Ω (typisch). Deze waarde is te hoog om de I/O voldoende omlaag te trekken wanneer het bufferboard is aangesloten. Houd er dus rekening mee dat met deze ingangsconfiguratie het logische niveau niet laag zal zijn; de pull-down zal niet werken zoals bedoeld.

De I/O's hebben aparte voedingspinnen voor respectievelijk de Raspberry Pi-zijde en de buitenwereld, VCCA en VCCB. Elke A-poort I/O van de TXS0108E heeft een pull up-weerstand naar VCCA, aangesloten op de +3,3V-voeding van de Raspberry Pi 400, en elke B-poort I/O heeft een pull up-weerstand naar VCCB. VCCB – voor het niveau van de I/O's op K2 – kan worden ingesteld op +3,3V- of +5V-logica met jumper JP3. De pull-ups van de buffers hebben een waarde van 40 k Ω wanneer de uitgang laag is en een waarde van 4 k Ω wanneer de uitgang hoog is. De uitgangen van de buffers zijn dus in feite open-drain. Als er bijvoorbeeld een LED wordt aangesloten van de uitgang van de buffer naar massa, ontstaat er een spanningsdeler als er een extra serie weerstand wordt gebruikt. Een resistieve belasting van de uitgang zal het logische hoog-niveau doen afnemen. Iets om in gedachten te houden!

Er zijn twee 0,5 A zelfherstellende PPTC-zekeringen (F1 en F2) in de voedingsansluitingen van K1 naar K2 op het bufferboard opgenomen om de +5V- en +3,3V-voedingen van de Raspberry Pi 400 te beschermen.

Voor de implementatie van een I²C-bus (om met externe hardware te communiceren) is GPIO2 de SDA en GPIO3 de SCL, extra pull up-weerstanden R1 en R2 kunnen worden bijgeschakeld via jumpers JP1 en JP2.

Tijdens het opstarten van de Raspberry Pi worden GPIO0 (ID_SD) en GPIO1 (ID_SC) gebruikt om een EEPROM van een I²C-HAT uit te lezen (Hardware Attached on Top). Na het opstarten kunnen deze



Figuur 1. Déjà vu: het schema van het bufferboard.

GPIO's worden gebruikt zoals de 26 andere, maar wees voorzichtig dat als een I²C-HAT is gemonteerd, het systeem niet wordt beïnvloed. Om het lezen van GPIO0 en GPIO1 tijdens het opstarten te voorkomen, dient u het volgende statement toe aan `/boot/config.txt` toe te voegen:

`force_eeprom_read=0`

Kijk voor meer informatie over het config.txt-bestand in de Raspberry Pi-documentatie [3].



ONDERDELENLIJST

Weerstanden:

R1,R2 = 10 k, 100 mW, 1%, SMD 0603

Condensatoren:

C1...C8 = 100 n, 50 V, 10%, X7R, SMD 0603

Halfgeleiders:

IC1...IC4 = TXS0108EPWR, SMD TSSOP-20

Overig:

K1 = 2x20 busheader haaks, raster 2,54 mm

K2 = 2x20 pinheader verticaal, raster 2,54 mm

JP1,JP2 = 2-polige pinheader, verticaal, steek 2,54 mm

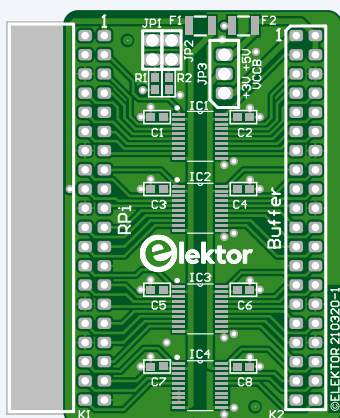
JP3 = 3-polige pinheader, verticaal, steek 2,54 mm

JP1,JP2,JP3 = jumper, steek 2,54 mm

F1,F2 = PPTC zelfherstellende zekering, SMD, polyfuse, 1210L050YR

Littelfuse

print 210320-1 v1.0



Figuur 2. De nieuwe layout van het bufferboard.

De print

Het schema is misschien oud nieuws, maar de print (**figuur 2**) is speciaal voor de Raspberry Pi 400 op maat gemaakt. Hij is iets kleiner dan het originele bufferboard dat in 2018 werd gepubliceerd. De Gerber-bestanden voor het nieuwe board kunnen worden gedownload, zodat u de print kunt bestellen bij de fabrikant van uw voorkeur. Maar het is natuurlijk veel handiger om het compleet gemonteerde bufferboard te kopen in de Elektor-shop [4].

Voor de connector aan de Raspberry Pi 400-zijde van het bufferboard (K1) wordt een haaks exemplaar gebruikt, zodat deze in de GPIO-header aan de achterkant van de behuizing kan worden gestoken (**figuur 3**). De connector voor de gebufferde I/O's is een standaard verticale 40-pins male header (K2). De afmeting van de module is 55 x 44 mm, inclusief de busconnector K1, die over de rand van de print uitsteekt. In vergelijking met de originele print 150719-1 zijn de twee rijen met pinnen van K1 verwisseld, omdat hier een busconnector wordt gebruikt. Montage van een standaard

verticale 40-polige male pinheader voor K1 om dit bufferboard via een flatcable aan te sluiten op een Raspberry Pi 2, 3 of 4 – zoals bij de oudere versie van de buffer – zal hier niet werken. **Figuur 4** bewijst echter dat de nieuwe module nog steeds kan worden gebruikt met een Raspberry Pi 2, 3 of 4.

De uitgangconnector K2 kan worden aangesloten op externe schakelingen met behulp van een korte 40-aderige lintkabel met twee 2x20-busconnectoren, of met een enkele socket waaraan korte draden zijn gesoldeerd, of enkelvoudige jumperdraden. Maar wees voorzichtig wanneer u een 40-voudig bus op K2 wilt aansluiten of losnemen: doe dit niet terwijl het bufferboard nog in de Raspberry Pi 400 zit, omdat er behoorlijk wat kracht voor nodig is en de GPIO-header van de Raspberry Pi 400 beschadigd kan raken.

Test van het bufferboard

Twee uiterst eenvoudige Python-programma's voor het testen van het bufferboard – geleend van het eerdere project – kunnen worden gedownload van de Elektor Labs-pagina [5] van dit project. Een daarvan (*Check_all_GPIOs_as_output.py*) test alle GPIO's als uitgang; de andere (*Check_all_GPIOs_as_input.py*) is bedoeld om alle GPIO's als ingang te testen (bestand *210320-11.zip*). Dubbelklik in Raspbian op een van de bestanden; dan wordt de standaard-IDE voor Python geopend. Selecteer vervolgens RUN om de test te starten.

Bij het testen van de GPIO's als uitgang is slechts een enkele low current-LED (aangesloten tussen een pin en GND) nodig om te zien of de uitgang werkt of niet. Als serieweerstand voor de LED kan een weerstand van 1,8 kΩ worden gebruikt, maar de waarde is niet echt kritisch. Deze beperkt de stroom door de LED als deze direct aan de positieve voedingsspanning hangt. De uitgangen worden achtereenvolgens getest in vier groepen van elk maximaal acht pinnen (van IOA tot IOD). Vanwege de open drain-uitgang is de spanning over een (rode) LED plus weerstand ongeveer 2,6 V bij een voeding van 5 V voor de uitgangen (JP3). Sluit de weerstand plus LED aan op een van de geselecteerde uitgangen; deze wordt dan voor 0,2 s ingeschakeld. De herhalingssnelheid van deze puls is afhankelijk van de omvang van de groep: 1,6 s voor de groepen A tot en met C (elk met acht uitgangen) en slechts 0,4 s voor groep D (twee uitgangen). Wijzig 'IOA' in een van de andere groepen in de regel

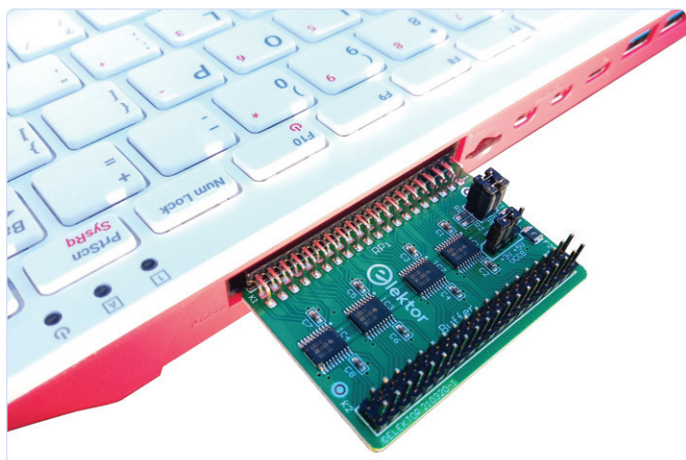
```
for i in IOA: # leds blink 0.2 s in IOx group
```

om de andere groepen uitgangen te testen. Natuurlijk kunnen GPIO0 en GPIO1 (ID_SD en ID_SC) ook aan een van de groepen worden toegevoegd.

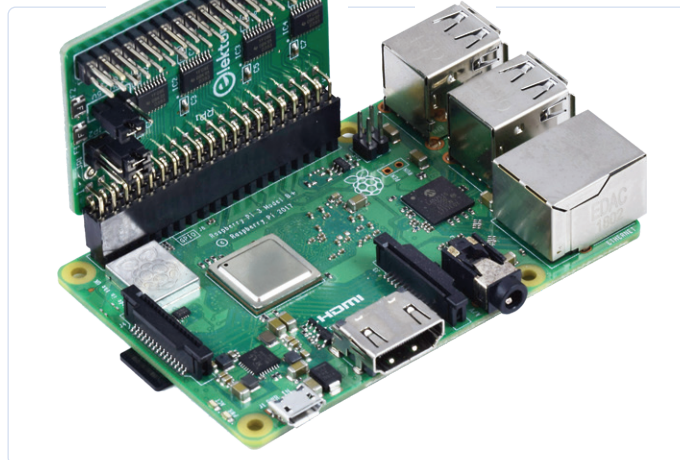
Het programma om de GPIO's als ingang te testen, gebruikt één I/O als uitgang om aan te geven dat de te testen invoer werkt; standaard is dat GPIO3. Sluit een weerstand van 1,8 kΩ en een LED aan tussen pin 5 (IO3') van K2 en GND. Er wordt slechts één invoer tegelijk getest in de broncode, om er zeker van te zijn dat alleen deze als invoer werkt. Wijzig het nummer in de onderstaande regel om een andere GPIO als ingang te testen:

```
IN1 = 2 #selected GPIO to test as input
```

Het programma toont ook de geselecteerde GPIO en het



Figuur 3. Het bufferboard is aangesloten op de Raspberry Pi 400.



Figuur 4. Het board kan ook worden gecombineerd met 'klassieke' Raspberry Pi-boards.

ingangsniveau. De ingangen hebben hun pull-ups ingeschakeld. Om de aangesloten LED te laten oplichten, moet daarom de actuele ingangspin met massa worden verbonden. Als u dat doet, verandert de weergave. Kies tot slot een andere GPIO voor de uitgang zodat u ook GPIO3 als ingang kunt testen. Natuurlijk zijn er talloze andere manieren om de GPIO's te testen; we horen graag of iemand een efficiëntere en/of snellere manier kent.

Dankzij dit bufferboard kunt u met een gerust hart nieuwe hardware op de Raspberry Pi 400 aansluiten; de kans dat deze beschadigd raakt tijdens experimenten beschadigd raakt wordt daardoor gereduceerd. Desondanks houdt het gebruik van dit bufferboard niet automatisch in dat er niets mis kan gaan. Een portie gezond verstand kan in elk geval geen kwaad. ◀

210320-03

Een bijdrage van

Ontwerp, tekst en illustraties: Ton Giesberts

Redactie: Luc Lemmens

Vertaling: Hans Adams

Layout: Giel Dols

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



GERELATEERDE PRODUCTEN

- **Raspberry Pi 400 Buffer Board (SKU 19884)**
www.elektor.nl/19884
- **Raspberry Pi 400 Kit – Raspberry Pi 4-based PC Kit (EU) + Free GPIO Header (SKU 19431)**
www.elektor.nl/19431
- **Raspberry Pi 400 – Raspberry Pi 4-based PC Kit (US) + Free GPIO Header (SKU 19429)**
www.elektor.nl/19429

WEBLINKS

- [1] Raspi Buffer Board op Elektor Labs: <https://www.elektormagazine.com/labs/raspi-buffer-board>
- [2] Guy Weiler: "Raspberry Pi Buffer Board," Elektor november/december 2018:
<https://www.elektormagazine.nl/magazine/elektor-54/42043>
- [3] Info over config.txt: https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/config_txt.html
- [4] Raspberry Pi 400 Buffer Board in de Elektor-shop: <https://www.elektor.nl/raspberry-pi-400-buffer-board>
- [5] Projectpagina op Elektor Labs: <https://bit.ly/3GdRJ4G>