

carte tampon

pour le Raspberry Pi 400

Protection des entrées/sorties



Ton Giesberts (Elektor)

Sorti en novembre 2020, le Raspberry Pi 400 est en fait un Raspberry Pi 4, mais logé dans un clavier, avec le connecteur d'extension GPIO à l'arrière du boîtier. La connexion de matériel supplémentaire comporte toujours des risques, notamment lors du prototypage. La carte tampon présentée ici est spécialement conçue pour le Raspberry Pi 400. Elle permet la sélection des niveaux hauts 3,3 V et 5 V pour les 26 broches GPIO, et les tampons/décaleurs de niveau utilisés à cet effet offrent également une protection contre les décharges électrostatiques.

Est-il besoin de présenter ici les cartes Raspberry Pi ? Depuis la sortie de la première version en 2012, elles ont fait l'objet (ou fait partie) de nombreux projets dans le magazine Elektor. Nous avons présenté un certain nombre de montages différents et de circuits imprimés d'extension pour ces cartes à processeurs. Pour ce projet, disons-le tout net : le circuit dont je vais parler n'est pas nouveau, puisque sa première version a été abordée en 2015 dans la page web du labo d'Elektor [1]. En 2018, la conception a été adaptée au connecteur d'extension à 40 broches d'E/S qui a été la norme pour connecter du matériel supplémentaire aux nano-ordinateurs depuis l'introduction du Raspberry Pi B+ [2]. Et maintenant, cette dernière version est adaptée à l'un des produits les plus récents de la famille Raspberry Pi : le Raspberry Pi 400.

Pour faire simple, le 400 est un Raspberry Pi 4 logé dans un clavier. Il ressemble aux ordinateurs, autrefois célèbres dans les années 1980, tels que le Commodore 64, le Sinclair Spectrum et l'Acorn BBC.

En termes de spécifications, le Raspberry Pi est bien évidemment beaucoup plus puissant que ses prédecesseurs désormais dépassés. Mais il y a une similitude frappante : le connecteur d'extension GPIO à l'arrière du boîtier, auquel l'utilisateur peut connecter du matériel externe (conçu par lui-même). La connexion de matériel supplémentaire comporte toujours des risques, en particulier lors du prototypage, et la carte tampon présentée ici évite d'endommager le Raspberry Pi au cours du processus. En outre, la carte tampon permet l'interfaçage avec les niveaux 3,3 V et 5 V, et les tampons/décaleurs de niveau utilisés à cet effet offrent également une protection contre les décharges électrostatiques.

Matériel

Le schéma électrique du projet (**fig. 1**) est exactement le même que celui présenté dans notre magazine en 2018. Les tampons/décaleurs de niveau à 8 bits TXS0108E utilisés dans ce projet sont

bidirectionnels. Et chaque broche de port A et de port B possède une résistance de rappel au niveau haut. La résistance de rappel au niveau bas d'une broche GPIO du Raspberry Pi est généralement de l'ordre de 40 à 60 kΩ. Cette valeur est trop élevée pour mettre l'entrée/sortie au niveau bas lorsque la carte tampon est connectée. Ainsi, il faut noter qu'avec cette configuration d'entrée, le niveau logique ne sera pas bas, le rappel ne fonctionnant pas comme prévu.

Les E/S ont des broches d'alimentation séparées pour le côté Raspberry Pi et le monde extérieur, respectivement VCCA et VCCB. Chaque broche d'E/S sur le port A du TXS0108E possède une résistance de rappel vers VCCA, connectée à l'alimentation +3,3 V du Raspberry Pi 400, et chaque broche d'E/S sur le port B possède une résistance de rappel vers VCCB. La tension VCCB – pour le niveau des E/S sur K2 – peut être fixée à +3,3 V ou +5 V par le cavalier du connecteur JP3. La valeur des résistances de rappel des tampons est de 40 kΩ pour les sorties à l'état bas et 4 kΩ pour les sorties à l'état haut. Ainsi, les sorties des tampons sont en fait des drains ouverts. Par exemple, si une LED est connectée entre la sortie et la masse, un diviseur de tension est créé lorsqu'une résistance série supplémentaire est utilisée. Une charge résistive sur la sortie fera chuter le niveau logique haut. C'est quelque chose dont il faut tenir compte !

Les connexions d'alimentation entre K1 et K2 sur la carte tampon possèdent deux fusibles réarmables à coefficient de température positif de 0,5 A (F1 et F2) pour protéger les alimentations +5 V et +3,3 V du Raspberry Pi 400.

Pour l'implémentation d'un bus I²C servant à communiquer avec du matériel externe, GPIO2 correspond à la ligne de données série (SDA) et GPIO3 à la ligne d'horloge série (SCL). Les résistances de rappel supplémentaires R1 et R2 peuvent être activées avec les cavaliers JP1 et JP2.

Pendant le démarrage du Raspberry Pi, les bornes GPIO0 (ID_SD) et GPIO1 (ID_SC) sont utilisées pour lire l'EEPROM d'un HAT (Hardware Attached on Top, ou extension matérielle) I²C. Après le démarrage, ces broches GPIO peuvent être utilisées comme les 26 autres, mais il faut s'assurer de l'absence d'incidence sur le système lorsqu'on a monté un HAT I²C. Pour empêcher la lecture de GPIO0 et GPIO1

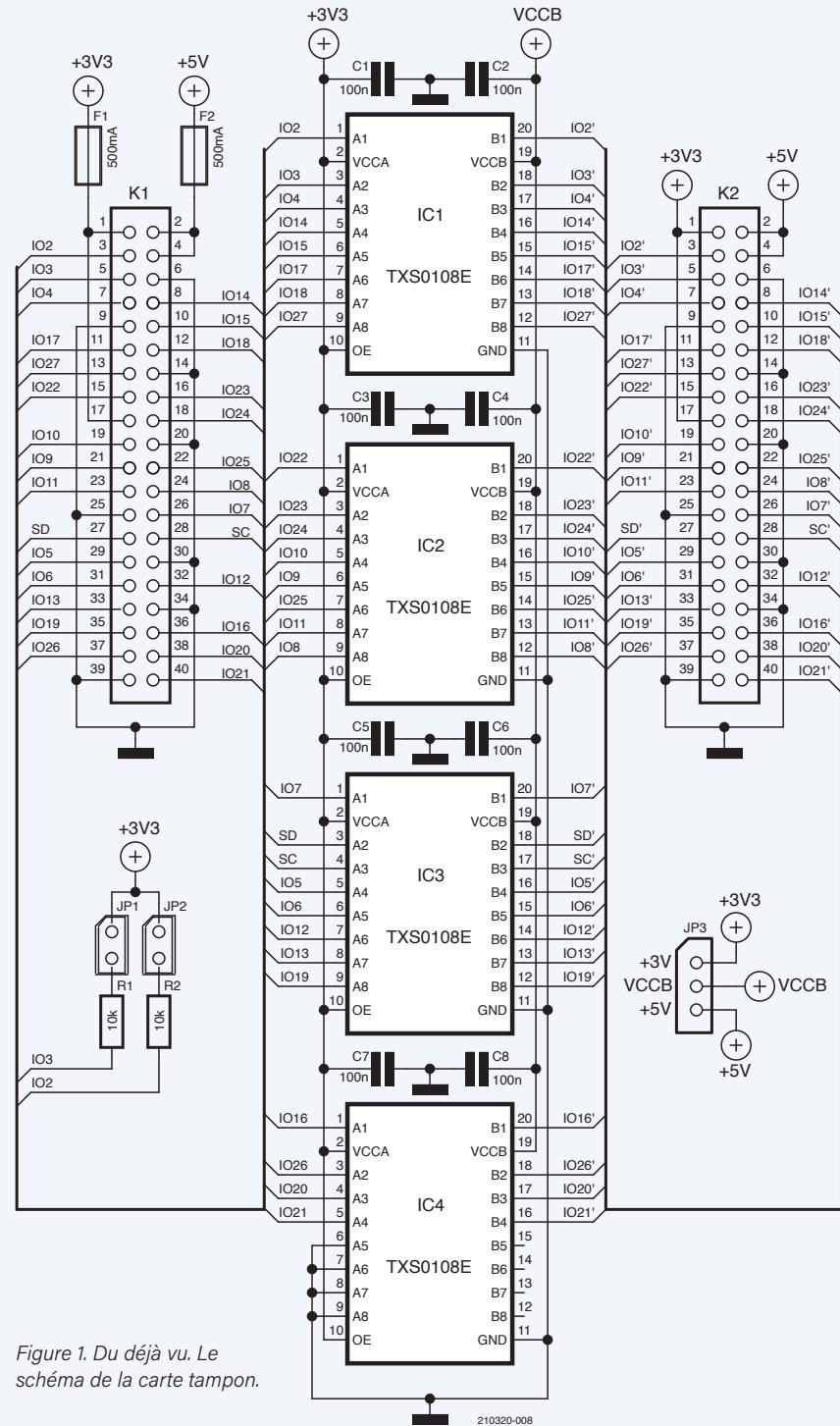


Figure 1. Du déjà vu. Le schéma de la carte tampon.

pendant le démarrage, ajoutez l'entrée suivante dans /boot/config.txt :

```
force_eeprom_read=0
```

Pour plus d'informations, consultez la documentation Raspberry Pi sur le fichier config.txt [3].

Le circuit imprimé

Le schéma n'a peut-être rien de nouveau, mais le circuit imprimé (**fig. 2**) est spécialement adapté au Raspberry Pi 400. Il est un



LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

R1,R2 = 10 kΩ, 100 mW, 1%, CMS 0603

Condensateurs

C1 à C8 = 100 nF, 50 V, 10%, X7R, CMS 0603

Semi-conducteurs

IC1 à IC4 = TXS0108EPWR, CMS TSSOP-20

Divers

K1 = réceptacle 2 × 20, angle droit, au pas de 2,54 mm

K2 = connecteur mâle à 2 × 20 broches , vertical, au pas de 2,54 mm

JP1,JP2 = connecteur mâle à 2 broches, vertical, au pas de 2,54 mm

JP3 = connecteur mâle à 3 broches, vertical, au pas de 2,54 mm

JP1,JP2,JP3 = cavalier, au pas de 2,54 mm

F1,F2 = fusible réarmable CTP, CMS, polyfuse, 1210L050YR Littelfuse

Circuit imprimé 210320-1

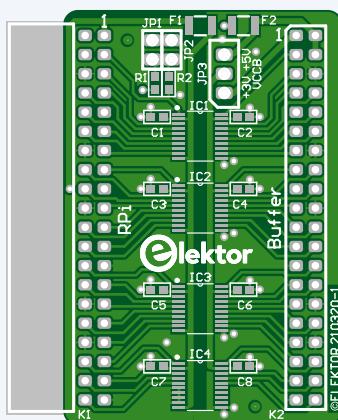


Figure 2. L'implantation du nouveau circuit imprimé de la carte tampon.

peu plus petit que la carte tampon originale présentée en 2018. Les fichiers Gerber de cette nouvelle carte sont disponibles en téléchargement, vous pouvez donc la commander chez le fabricant de circuits imprimés de votre choix. Mais il est, bien sûr, beaucoup plus pratique d'acheter la carte tampon entièrement assemblée dans l'e-choppe d'Elektor [4].

Un réceptacle à angle droit est utilisé pour le connecteur du côté du Raspberry Pi 400 de la carte tampon (K1) afin qu'il puisse être inséré dans le connecteur GPIO à l'arrière du clavier (**fig. 3**). Le connecteur pour les E/S tamponnées est un connecteur droit mâle standard à 40 broches (K2). La taille de la carte tampon est de 55×44 mm, y compris le connecteur K1 qui dépasse du bord du circuit imprimé. Par rapport au circuit imprimé original (réf. 150719-1), les deux rangées de broches de K1 sont interverties, car un réceptacle est utilisé ici. Placer un connecteur droit mâle standard à 40 broches pour K1 afin de connecter cette carte tampon à un Raspberry Pi 2, 3 ou 4 via un câble plat – comme avec l'ancienne version du carte tampon – ne fonctionnera pas ici. Pour autant, la **figure 4** montre

que cette carte peut toujours être utilisée avec un Raspberry Pi 2, 3 ou 4.

Le connecteur de sortie K2 peut être connecté à des circuits externes à l'aide d'un câble en nappe, court, à 40 conducteurs, avec deux connecteurs 2×20 reliés, ou simplement un connecteur à réceptacle unique sur lequel sont soudés des fils courts, ou des supports simples pour fils. Cependant, faites attention en enfonçant un réceptacle à 40 conducteurs sur K2 ou en le débranchant de la carte. Ne le faites pas pendant que la carte tampon est encore insérée dans le Raspberry Pi 400, car une certaine force est nécessaire et le connecteur GPIO du Raspberry Pi 400 pourrait être endommagé.

Test de la carte tampon

Deux programmes Python très simples pour tester la carte tampon – empruntés à l'ancien projet – sont disponibles en téléchargement sur la page Elektor Labs de ce projet [5]. L'un sert à tester toutes les broches GPIO configurées en sortie, *Check_all_GPIOs_as_output.py*, et l'autre à tester toutes les broches GPIO configurées en entrée, *Check_all_GPIOs_as_input.py* (210320-11.zip). Sous Raspbian, il suffit de double-cliquer sur l'un des fichiers pour lancer l'EDI par défaut de Python, puis de sélectionner RUN pour lancer le test.

Lors du test des broches GPIO configurées en sortie, une seule LED basse consommation connectée entre une broche et GND est nécessaire pour vérifier le fonctionnement d'une sortie. Une résistance de 1,8 kΩ peut être utilisée comme résistance en série pour la LED, mais sa valeur n'est pas vraiment critique. Elle limitera le courant traversant la LED si elle est directement connectée à la tension d'alimentation positive. Les sorties sont testées séquentiellement en quatre groupes de huit broches maximum chacun, nommés IOA à IOD. Du fait de la sortie à drain ouvert, la tension aux bornes d'une LED (rouge) plus une résistance est d'environ 2,6 V, lorsque l'alimentation sélectionnée pour les sorties (JP3) est de 5 V. Connectez la résistance et la LED à l'une des sorties sélectionnées et elle s'allumera pendant 0,2 s. La fréquence de répétition de cette impulsion dépend de la taille du groupe : 1,6 s pour les groupes A à C (chacun de huit sorties) et seulement 0,4 s pour le groupe D (deux sorties). Modifiez la valeur « IOA » avec un autre groupe de la ligne :

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

afin de tester les autres groupes de sorties. Bien sûr, GPIO0 et GPIO1 (ID_SD et ID_SC) peuvent aussi être ajoutés à l'un des groupes.

Le programme de test des broches GPIO configurées en entrée utilise une E/S comme sortie pour indiquer que l'entrée testée fonctionne ; c'est GPIO3 par défaut. Connectez une résistance de 1,8 kΩ et une LED entre la broche 5 (IO3') de K2 et GND. Une seule entrée à la fois est testée dans le code source, pour s'assurer que seule celle-ci fonctionne comme entrée. Changez le numéro dans la ligne suivante pour tester une autre broche GPIO comme entrée :

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

Le programme affiche également la broche GPIO sélectionnée et son niveau d'entrée. Les résistances de rappel des entrées sont

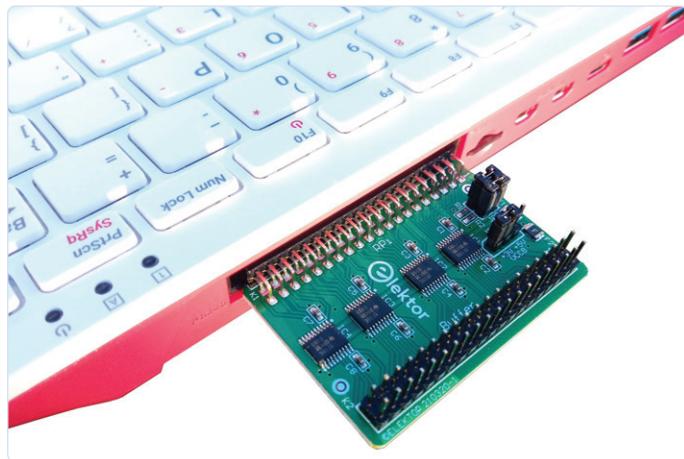


Figure 3. La carte tampon branchée sur le Raspberry Pi 400.



Figure 4. La carte peut également être utilisée avec des cartes Raspberry Pi « classiques ».

activées. Ainsi, pour que la LED connectée s'allume, la broche d'entrée actuelle doit être reliée à la masse. Ceci étant fait, la sortie change. Enfin, sélectionnez une autre broche GPIO pour la sortie afin de pouvoir également tester GPIO3 comme entrée. Bien entendu, il existe de nombreuses façons de tester les GPIO. Si vous avez une méthode plus efficace et/ou plus rapide, merci de nous en faire part.

Cette carte tampon vous permet de connecter en toute tranquillité un matériel nouveau au Raspberry Pi 400, en réduisant considérablement le risque qu'il soit endommagé en cours d'expérimentation. Mais réduire les risques grâce à cette carte tampon ne constitue pas une garantie. Bien souvent, le bon sens pourra aussi être très utile. ↗

210320-04

Contributeurs

Conception, texte et illustration : Ton Giesberts
Rédaction : Luc Lemmens
Mise en page : Giel Dols
Traduction : Asma Adhimi

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



PRODUITS

- **Carte tampon pour Raspberry Pi 400**
www.elektor.fr/19884
- **Kit Raspberry Pi 400 - Raspberry Pi 4-based PC Kit (EU) + Free GPIO Header**
www.elektor.fr/19431
- **Raspberry Pi 400 - Raspberry Pi 4-based PC Kit (US) + Free GPIO Header**
www.elektor.fr/19429

LIENS

- [1] Carte tampon pour Raspberry Pi, Elektor Labs : www.elektormagazine.fr/labs/raspi-buffer-board
- [2] « Carte tampon pour Raspberry Pi », Guy Weiler, Elektor 11-12/2018 : www.elektormagazine.fr/180430-04
- [3] Documentation Raspberry Pi sur le fichier *config.txt* : www.raspberrypi.com/documentation/computers/config_txt.html
- [4] Carte tampon pour Raspberry Pi 400 dans la boutique Elektor : www.elektor.fr/raspberry-pi-400-buffer-board
- [5] Page Elektor Labs de ce projet : <https://bit.ly/3GdRJ4G>