

Comment migrer efficacement vers l'USB Type-C

Bien que le coût d'implémentation d'un port USB augmente avec la spécification dite Type-C, des systèmes économiques restent possibles. Microchip donne ici quelques conseils pratiques pour ceux qui souhaitent effectuer la transition de systèmes USB 2.0 et 3.0 vers du câblage Type-C.

La spécification USB Type-C, publiée en août 2014, vise à augmenter les possibilités du standard USB. Avec à la clé une réversibilité totale (les plots de contact sont symétriques, des deux côtés de la prise) et la possibilité de transporter à la fois des données, de la vidéo et l'alimentation électrique. Néanmoins, pour bénéficier de ces fonctionnalités étendues, le coût d'implémentation par port USB peut être relativement élevé. Des systèmes économiques restent toutefois possibles. Par exemple, un port ascendant USB Type-C basique peut être mis en œuvre grâce à quelques composants discrets qui faciliteront la migration des systèmes Type-B, Mini-B et Micro-B existants, en rendant l'opération simple et peu onéreuse.

Qu'est-ce que l'USB Type-C ?

Le câble USB Type-C est une interconnexion réversible à 24 broches créée par le groupe de travail USB-IF (USB Implementers Forum). Le câble est un câble universel qui répond aux besoins d'un large éventail d'applications informatiques, de connexions d'écrans et de recharge électrique (photo). L'objectif à long terme du câble Type-C est donc de remplacer toutes les précédentes versions des câbles USB tout en étendant leurs possibilités. Notamment avec l'arrivée de la fonction USB Power Delivery (pour une alimentation jusqu'à 100W à travers le câble USB) et des capacités dites de mode « alternatif » (Alternate Mode), qui

- Le câble universel USB Type-C est une interconnexion réversible à 24 broches créée par le groupe de travail USB-IF (USB Implementers Forum).

AUTEUR



Andrew Rogers, ingénieur d'application, Microchip Technology.

permettent de réattribuer l'affectation de certaines broches d'un connecteur pour établir toutes sortes de liaisons.

Sur un connecteur de réception USB Type-C (figure 1), les deux lignes de paires différentielles USB 2.0 sur le brochage du connecteur (D+ et D-) se connectent soit à une seule paire différentielle classique avec le standard USB 2.0 soit avec des câbles USB Type-C. Sur un système typique, ces broches D+ et D- sont simplement raccordées à la carte électronique, de sorte qu'aucun multiplexeur ou commutateur n'est requis. Un deuxième groupe de broches (B6 et B7) peut être réaffecté à un autre usage uniquement sur les applications de type station d'accueil (dock), pour lesquelles une seule orientation du connecteur est possible.

Par défaut, un seul groupe de paires différentielles TX et RX est utilisé

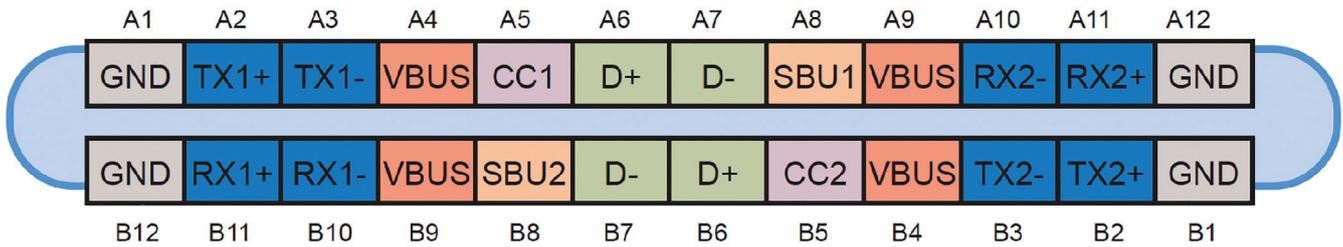
pour les communications USB 3.0 et 3.1, selon l'orientation de l'insertion du câble. Comme ce sont des câbles réversibles, les canaux des connecteurs USB 3.0 et 3.1 doivent être reroutés en fonction de l'orientation du connecteur. Typiquement, on utilisera dans ce but un multiplexeur 2:1.

Sur une application UFP Type-C basique, les broches CC sont utilisées pour détecter l'orientation du câble et la détection des possibilités en courant du Type-C. Les fils étiquetés SBU sont des câbles de signal à vitesse inférieure qui sont présents uniquement pour la fonction « Alternate Mode ». Rappelons ici qu'un port UFP (Upstream Facing Port) est un port sur le côté d'un appareil qui peut être alimenté par la tension Vbus. Au minimum, un UFP doit avoir une connexion USB 2.0 et offrir des résistances de rappel à l'état bas



1 CONNECTEUR DE RÉCEPTION USB TYPE-C

Sur ce connecteur de réception USB Type-C, les deux lignes de paires différentielles USB 2.0 se connectent uniquement à une seule paire différentielle. Sur un système typique, les broches D+ et D- sont raccordées à la carte électronique de sorte qu'aucun multiplexeur ou commutateur n'est requis.



(pull-down) Rd sur les broches CC. En option, le port UFP peut également détecter le branchement d'un câble et son sens de branchement si l'USB 3.0 ou 3.1 n'est pas mis en œuvre, et détecter les possibilités en courant du DFP (Descendant Facing Port) si le port UFP ne tire la charge de courant que de l'ancien port USB.

Comment mettre en œuvre à moindre coût un port UFP

La mise en œuvre la plus simple et la plus économique d'un UFP USB Type-C nécessite trois composants :

un circuit USB 2.0 ou un port ascendant de concentrateur USB, un connecteur de réception USB Type-C et des résistances de rappel à l'état bas (pull-down) Rd sur les broches CC.

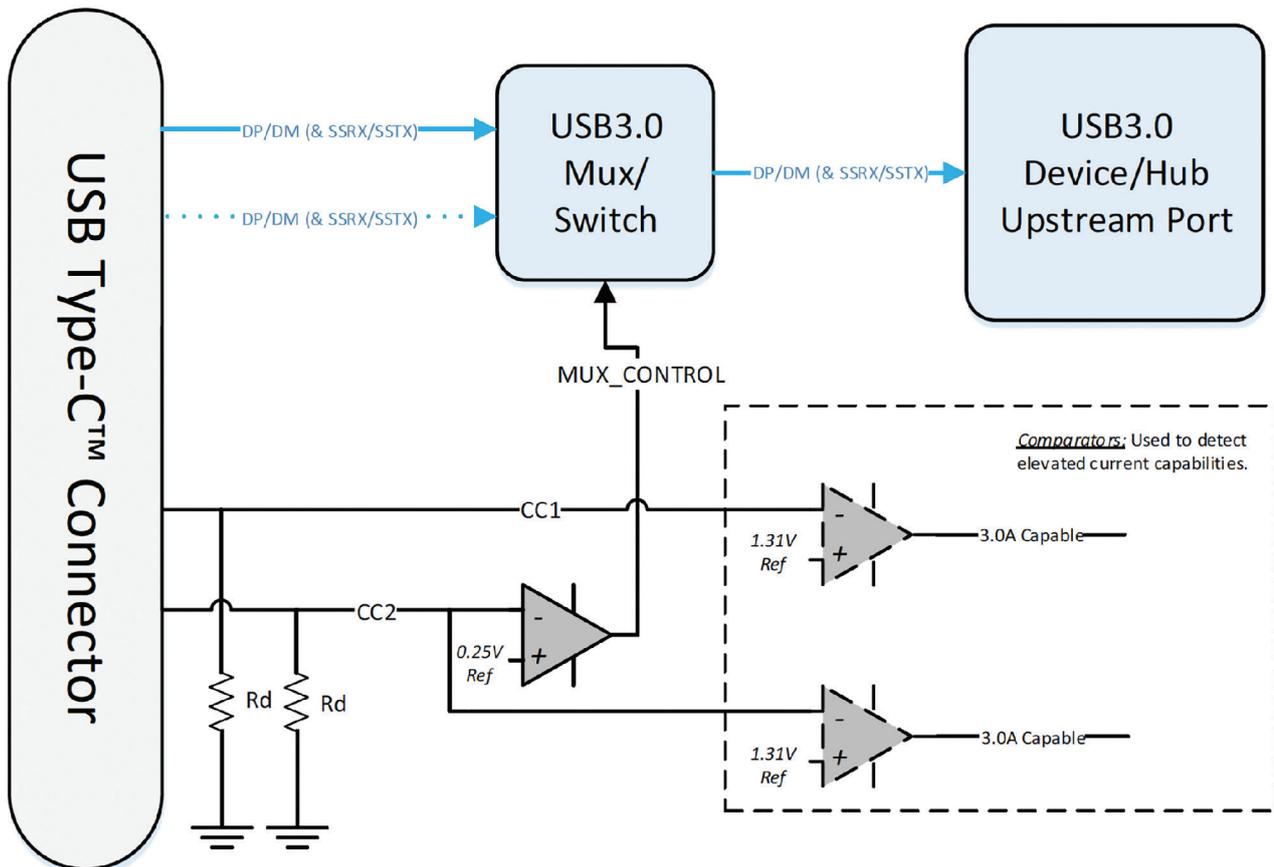
Pour mettre en œuvre un composant USB 3.0 ou 3.1 et un concentrateur avec détection des possibilités de courant USB Type-C, les composants suivants sont nécessaires : un circuit USB 3.0 ou 3.1 ou un port ascendant de concentrateur USB, un connecteur de réception USB Type-C, des résistances de rappel à l'état bas

(pull-down) Rd sur les broches CC, un multiplexeur 2:1 USB 3.0 ou 3.1 et des comparateurs CC.

Pour la détection de l'orientation, il faut au moins un comparateur pour déterminer l'orientation du connecteur USB Type-C et contrôler le multiplexeur 2:1 USB 3.0 ou 3.1. Pour la détection du sens de courant du type C, deux comparateurs sont nécessaires pour la détection 1,5A, deux comparateurs pour la détection 3,0A (figure 2) ou quatre comparateurs pour détecter les deux possibilités. Un UFP est nécessaire pour connec-

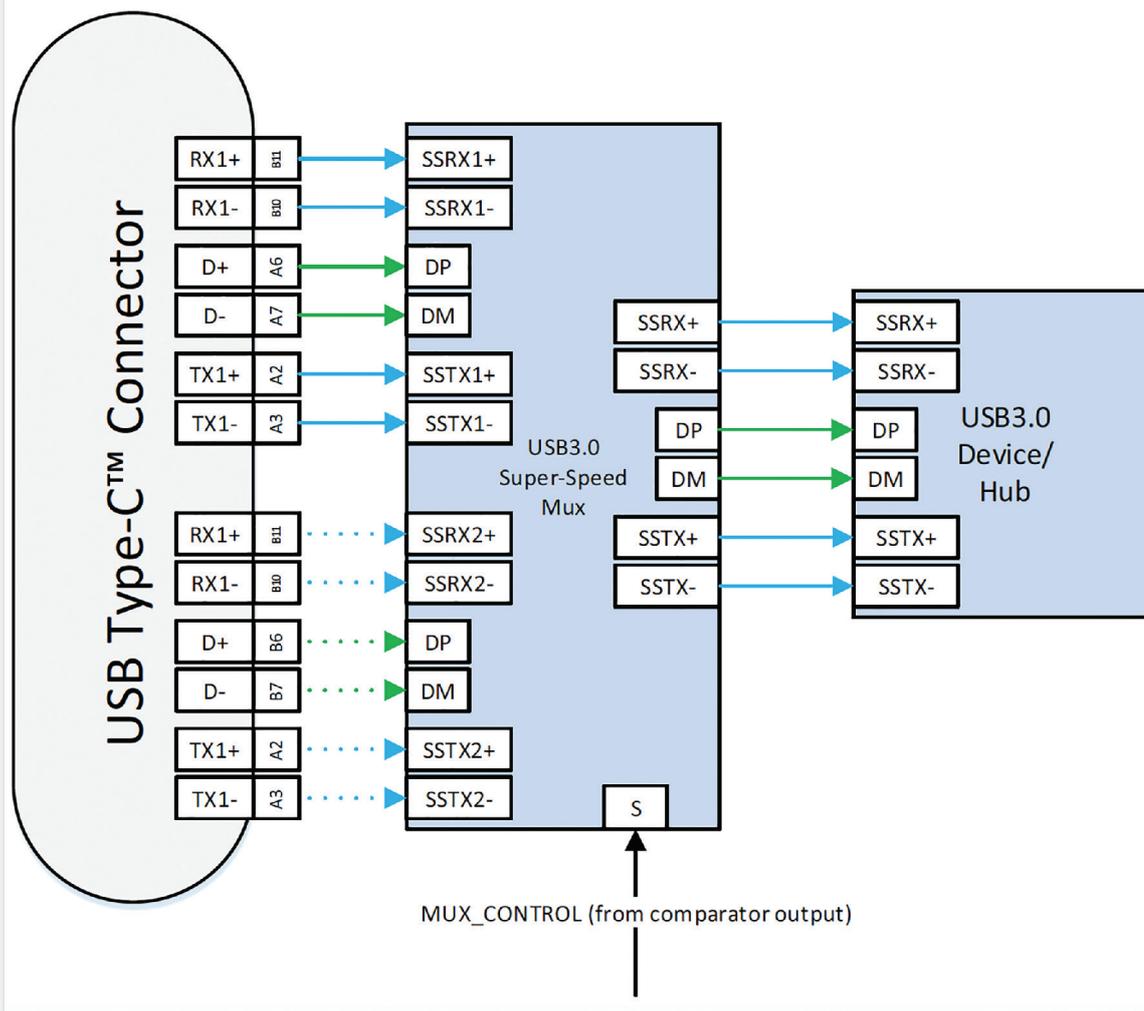
2 SYSTÈME UFP USB 3.0 OU 3.1 TYPE-C BASIQUE

Sur ce schéma d'un UFP Type-C est intégrée une détection de courant de 3,0A.



3 SYSTÈME UFP USB 3.0 OU 3.1 UTILISANT UN MULTIPLEXEUR SUPERSPEED

Comme on peut le voir sur ce schéma, la seule option possible avec un UFP USB 3.0 ou 3.1 de contrôler le routage des signaux USB consiste à mettre en œuvre un commutateur USB SuperSpeed USB 3.0 ou 3.1.



spécification Type-C définit les plages de tension sur la broche CC. La mesure pour la détection du courant de charge doit être confirmée avant que l'avertissement concernant le courant DFP ne puisse être qualifié. Une fois cette détection qualifiée, l'UFP doit ajuster sa charge.

Il existe plusieurs options pour connecter les signaux USB aux connecteurs de réception Type-C, qui diffèrent légèrement suivant qu'il s'agit d'une application USB 2.0 ou 3.0/3.1.

La méthode la plus efficace pour les applications USB 2.0 consiste à utiliser un commutateur USB High-Speed pour contrôler le routage des signaux USB. Le commutateur USB3740 de Microchip est un composant adapté à cet usage. Il offre plusieurs avantages,

ter les deux broches CC au GND via une résistance R_d . Un DFP doit mettre en œuvre une résistance de rappel à l'état haut R_p (pull-up) de 5,0 à 3,3V. Quand une connexion est établie entre un DFP et un UFP, un diviseur de résistance se forme, et la tension à la broche CC peut être mesurée pour interpréter le type de connexion. Un verrouillage de tension peut être mis en œuvre au lieu d'une résistance de rappel à l'état bas, mais dans ce cas, la détection des possibilités en courant ne pourra se faire.

Comparateurs et multiplexeurs de signal à la rescousse

Aucun microcontrôleur n'est requis sur un UFP mais les tensions sur les broches CC doivent être surveillées pour pouvoir détecter l'orientation du connecteur et les possibilités d'alimentation en courant du DFP (surtout si l'on désire un courant

supérieur aux niveaux de l'ancien connecteur USB). On peut réaliser cette détection simplement à l'aide de comparateurs. Un seul comparateur sur la broche CC1 ou CC2 avec une tension de référence de 0,25V peut ainsi être utilisé pour détecter l'orientation du câble. Par exemple, si la tension VBUS est fournie et que le câble CC est connecté à la broche CC1, alors la sortie du comparateur ne sera pas garantie et l'UFP pourra en conclure qu'un câble a été inséré dans le sens non inversé. Si la tension VBUS est fournie, que le câble CC est connecté à la broche CC2, et que la tension sur CC2 est supérieure à 0,25V, alors la sortie du comparateur sera garantie et l'UFP pourra en conclure qu'un câble a été inséré dans le sens retourné.

Si un courant supérieur à celui de l'ancien connecteur USB est requis, des comparateurs supplémentaires peuvent être utilisés pour détecter les possibilités en courant du DFP. La

comme une excellente protection contre les surtensions de ± 15 kV (CEI), une faible consommation de 5 μ A (allumé) et 1 μ A (éteint), une isolation hors tension inférieure à -40dB, une bande passante élevée jusqu'à 1 GHz, une bonne préservation de l'intégrité du signal et un boîtier DFN miniature de 1,3 x 1,8 mm, doté de 10 broches avec un écartement de 0,4 mm.

La méthode la plus simple consiste à relier ensemble les broches DP et DM au niveau du connecteur de réception. Une seule paire DP-DM peut être activée sur le connecteur à la fois. Cependant, cette mise en œuvre a un impact négatif sur les signaux USB, car elle engendre la création de perturbations sur les pistes USB. La seule option possible pour un UFP USB 3.0 ou 3.1 consiste alors à mettre en œuvre un commutateur USB SuperSpeed USB 3.0 ou 3.1 pour contrôler le routage des signaux USB (voir figure 3).

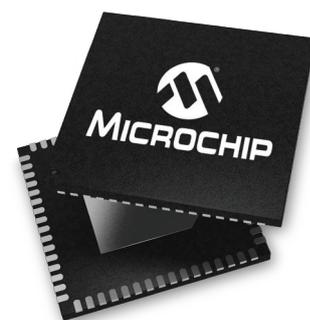
Les microcontrôleurs PIC18F "K40" intègrent un convertisseur A/N intelligent avec des fonctions de filtrage et d'analyse de signal

Les microcontrôleurs PIC® 8 bits sont idéaux pour le tactile et le traitement de signal



Les périphériques indépendants du cœur, ou périphériques CIP (pour Core Independent Peripherals) disponibles sur la famille PIC18F « K40 » de microcontrôleurs PIC® 8 bits permettent le filtrage et l'analyse de signal pour les applications tactiles avancées et le traitement de signal.

Parmi les périphériques CIP analogiques intelligents, on compte un convertisseur A/N avec capacités de calcul (ADC2) permettant des fonctions de moyenne, filtrage, sur-échantillonnage et comparaison automatique de seuils. Les microcontrôleurs intègrent également des CIP de sécurisation et des PWM matériels avec de nombreuses interfaces de communication ainsi que de grandes capacités de mémoire Flash et EEPROM sur puce. Ces caractéristiques, associées à une tension de fonctionnement de 5 V, permettent à la famille PIC18F « K40 » d'améliorer la flexibilité d'un système tout en minimisant son coût.



microchip
DIRECT
www.microchipdirect.com

 **MICROCHIP**

www.microchip.com/EUPIC18FK40