

Session S7

Annexe 2 du guide étudiant

ISOLATION DE PORTS

USB/JTAG/UART

**Conception de circuits électroniques
avancés**

Département de génie électrique et de génie informatique

Faculté de génie

Université de Sherbrooke

Hiver 2024

**Copyright © 2024 Département de génie électrique et de génie informatique.
Université de Sherbrooke**

Note : En vue d'alléger le texte, le masculin est utilisé pour désigner les femmes et les hommes.

Document S7CAS_APP1_Annexe- Guide Etudiant 2022.docx

Rédigé par Jonathan Bouchard, Janvier 2021.

Mis à jour par Jonathan Bouchard, Janvier 2022.

Copyright © 2024 Département de génie électrique et de génie informatique. Université de Sherbrooke

Table des matières

Table des matières.....	3
2. Annexe 2 – Isolation de ports USB/JTAG/UART	4
2.1. Utilisation d’un programmeur JTAG embarqué	4
2.2. Isolation de ports de données	5
2.3. Isolateur USB	6
2.4. Isolateurs LVCMOS.....	6
2.5. Choix d’isolation	7
2.6. Autres questions sur l’isolation électrique	7

ANNEXE 2 – ISOLATION DE PORTS USB/JTAG/UART

2.1. Utilisation d'un programmeur JTAG embarqué

Les applications de programmation de FPGA de la compagnie Xilinx, comme ISE et Vivado, ne supportent pas tous les types de programmeurs JTAG nativement. Pour cette raison, il est préférable d'utiliser les programmeurs JTAG de la compagnie Diligent qui sont bien supportés, bien que leur coût soit non négligeable. Toutefois, lorsqu'on travaille sur une plateforme de développement, il est impératif d'avoir un programmeur JTAG simple à utiliser, et le faible nombre d'unités justifie facilement le coût additionnel. Les modules de Diligent sont préassemblés sur un petit circuit imprimé se soudant avec des méthodes standard de montage de surface (*surface mount device – SMD*). Le circuit utilise un circuit USB vers port série standard de la compagnie FTDI, mais un code inaccessible et impossible à copier est placé dans sa mémoire EEPROM pour éviter les copies et les utilisations frauduleuses.

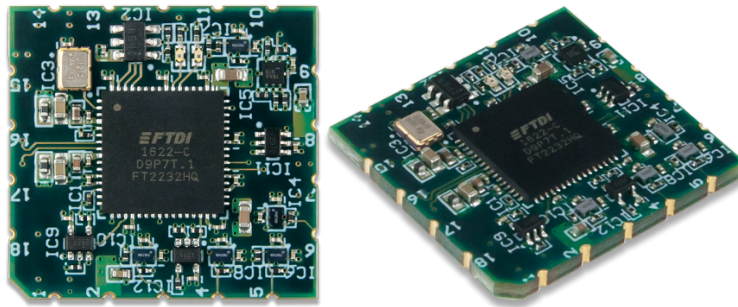


Figure 2.1 - Photographie du module Diligent JTAG-SMT3-NC

La Figure 2.2 présente une utilisation typique du programmeur JTAG. Dans ce schéma, la masse du circuit est directement branchée à celle de l'ordinateur, ce qui peut entraîner de nombreux problèmes comme les boucles de retour de courant (*ground loops*), l'injection de bruit et plusieurs autres dans certains types d'utilisation. C'est pourquoi il est monnaie courante d'isoler électriquement les ports dans les applications industrielles, médicales et militaires.

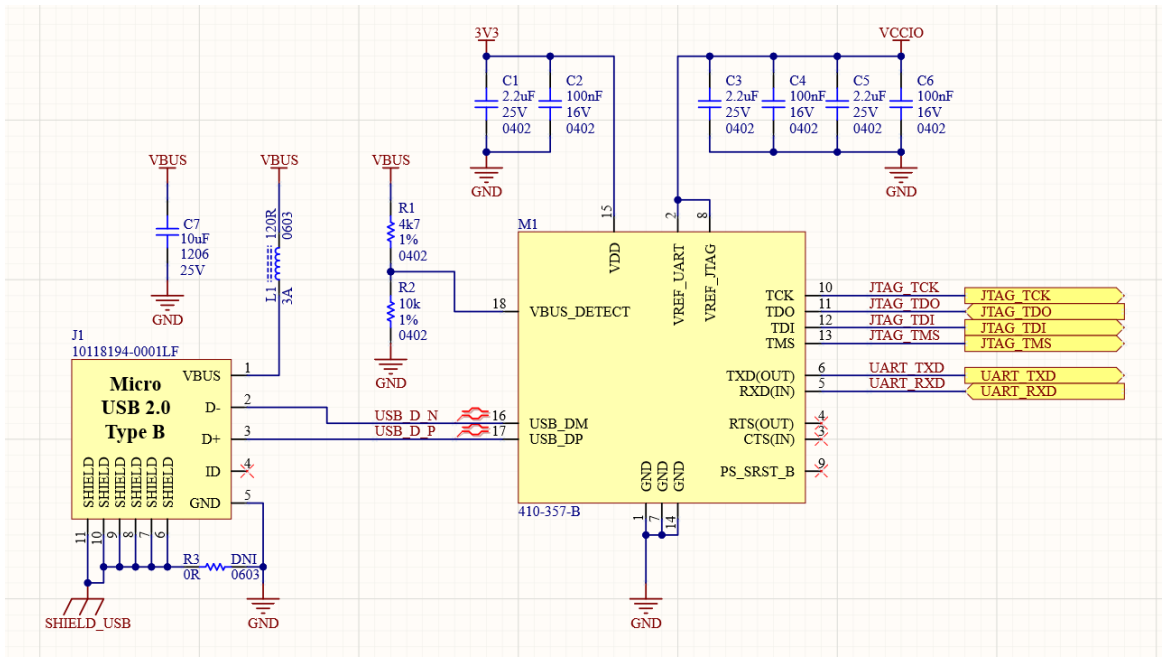


Figure 2.2 - Exemple d'implémentation du JTAG-SMT3-NC

2.2. Isolation de ports de données

Un port complètement isolé permettra d'avoir deux mises à la terre, ou masse, distinctes de chaque côté de l'isolation. Pour isoler un lien de données, il existe de nombreuses options. Les plus courants sont :

- L'opto-isolateur ou optocoupleur : typiquement une diode électroluminescente et un phototransistor encapsulé dans le même circuit. Peut aussi inclure un circuit de tampon pour fournir une sortie numérique LVCMOS ou autre.
- L'utilisation d'un transformateur : uniquement pour les signaux AC et qui ont un niveau DC nul (autant de niveaux hauts que bas).
- L'utilisation d'un isolateur galvanique : un circuit intégré incluant un modulateur, un microtransformateur ou un microcondensateur pour transmettre le signal au travers de la barrière d'isolation de même qu'un démodulateur. Ces circuits permettent de transmettre des niveaux AC et DC.

Pour isoler un programmeur USB comme le Digilent JTAG-SMT3-NC, vous avez deux options principales telles qu'illustrées à la Figure 2.3 :

- Isoler le lien entre le port USB et le programmeur JTAG
- Isoler les liens entre le programmeur et le FPGA

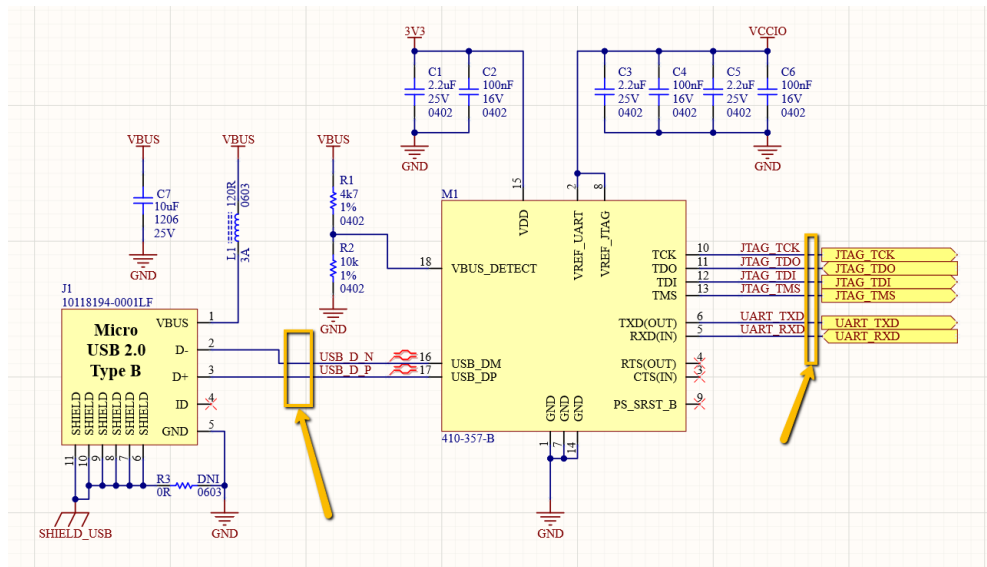


Figure 2.3 - Liens à isoler (un ou l'autre)

Il faut toutefois porter attention à certains éléments :

- Comme les masses (GND) seront complètement différentes des deux côtés de l'isolation à ajouter, les alimentations ne peuvent aussi pas être transférée directement d'un côté à l'autre sans utiliser une alimentation isolée ou un régulateur DC/DC isolé.
- Si on isole directement au connecteur, il faudra aussi isoler l'entrée VBUS_DETECT qui sert à détecter si un ordinateur est branché dans le port USB, peu importe l'isolation.
- La tension VBUS du standard USB est de 5 V, et ne peut donc pas servir à alimenter le VDD de 3,3 V du programmeur.

2.3. Isolateur USB

Le protocole USB est bidirectionnel avec une impédance caractéristique différentielle de 90 ohms. Il faut, pour isoler ce lien, utiliser un isolateur particulier qui prend en charge ce type de signal. Le [ADuM3160](#) et [ADuM4160](#) sont parmi les plus performants disponibles sur le marché.

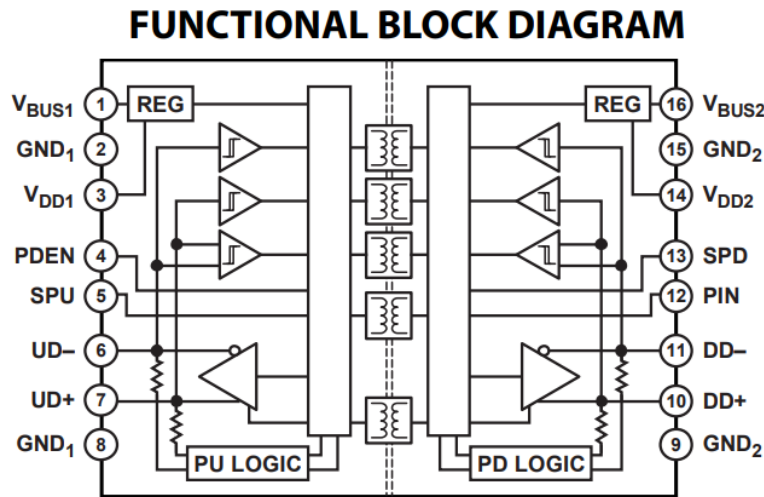


Figure 2.4 - Schéma fonctionnel du ADuM4160

2.4. Isolateurs LVCMOS

Les ports JTAG et UART à la sortie du programmeur Digilent utilisent un standard LVCMOS typique et peuvent donc être isolés en utilisant de l'opto-isolation ou de l'isolation galvanique pour niveau logique standard. Ces isolateurs sont disponibles en multiple version et marques qui contiennent entre 1 et 6 entrées/sorties. Plusieurs combinaisons de direction sont disponibles (1:1, 2:0, 0:2, 4:0, 2:2, 3:1, 0:4, 6:0, 3:3, 4:2, etc.). Vous pouvez utiliser le modèle sur la page web de l'APP. **Notez bien que ces isolateurs nécessitent une alimentation de chaque côté de la barrière d'isolation.**

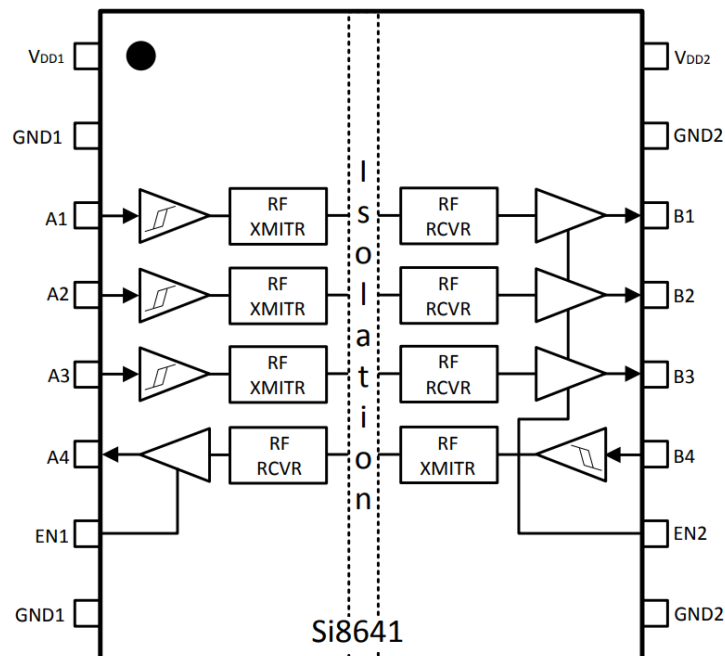


Figure 2.5 - Schéma fonctionnel du Si8641

2.5. *Choix d'isolation*

Dans la problématique de l'APP, vous devez choisir l'endroit où vous allez isoler le signal et le type d'isolateur en respectant toutes les conditions d'opération de ces circuits intégrés. Voici quelques pistes de question à vous poser pour faire votre sélection.

- Quels sont les avantages/inconvénients d'utiliser un isolateur du côté du port USB?
- Quels sont les avantages/inconvénients d'utiliser un isolateur du côté des ports JTAG?
- Quelle est la différence de coût entre les deux solutions?
- Est-ce qu'il y a une différence de performance entre les deux solutions? Si oui, est-ce que cette différence a un impact significatif sur le fonctionnement de votre circuit?
- Avez-vous les alimentations requises et disponibles directement ou il vous faut ajouter des régulateurs?

Vous devez utiliser ces questions pour justifier votre choix.

2.6. *Autres questions sur l'isolation électrique*

Voici une série de questions de réflexion nécessitant une attention lors de la conception de circuits électroniques.

- À quoi sert d'isoler le port de programmation/console?
- Quels problèmes pourraient subvenir si ce port n'était pas isolé convenablement?
- Dans quelle condition pourrait-on se permettre de ne pas isoler le port de programmation?
- Dans quelle condition serait-il absolument essentiel d'isoler un port de données?
- Peut-on isoler une alimentation à haute puissance?
- Comment isoler un signal qui transporte une bande passante extrêmement élevée ($> 1 \text{ Gb/s}$)?
- Est-ce que l'isolation électrique protège contre les décharges électrostatiques?