

Laboratoire de systèmes logiques semestre automne 2023 - 2024

Laboratoire bras automatique de triage

Informations générales

Le rendu pour ce laboratoire se fera **par groupe de deux**, chaque groupe devra rendre son travail.

Ce laboratoire sera évalué de la façon suivante :

- Evaluation du rendu du laboratoire

Il n'y aura donc **pas** de quiz

 **N'oubliez pas de sauvegarder et d'archiver votre projet à chaque séance de laboratoire**

NOTE 1 : Afin de ne pas avoir de pénalité pensez à respecter les points suivants

- Toutes les entrées d'un composant doivent être connectées. (-0.1 sur la note par entrée non-connectée)
- Lors de l'ouverture de Logisim, bien préciser votre nom en tant que User
- Ne pas modifier (enlever/ajouter/renommer) les entrées/sorties déjà placées
- Ne pas modifier le nom des composants déjà présents


NOTE 2 : Lors de la création de votre circuit, tenez compte des points suivants afin d'éviter des erreurs pendant la programmation de la carte FPGA :

- Nom d'un circuit \neq Label d'un circuit
- Nom d'un signal (Pin) \neq Label et/ou Nom d'un circuit, toutes les entrées/sorties doivent être nommées
- Les composants doivent avoir des labels différents

NOTE 3 : Nous vous rappelons que si vous utilisez les machines de laboratoire situées au niveau A, il ne faut pas considérer les données qui sont dessus comme sauvegardées. Si les machines ont un problème, nous les remettons dans leur état d'origine et toutes les données présentes sont effacées.

Outils

Pour ce laboratoire, vous devez utiliser les outils disponibles sur les machines de laboratoire (A07 / A09) ou votre ordinateur personnel avec Logisim installé.

 **La partie programmation d'une FPGA ne peut se faire que sur les ordinateurs présents dans les salles (A07/A09).**

Fichiers

Vous devez télécharger à partir du site Cyberlearn le projet Logisim dédié à ce laboratoire.

Logisim fourni

Vous allez recevoir un projet Logisim qui contient la plupart des entités que vous allez réaliser dans le cadre de ce laboratoire. Vous devrez compléter ces entités afin de réaliser les fonctions demandées. De plus, ne modifiez surtout pas les noms des entrées/sorties déjà placées dans ces entités et n'ajoutez pas d'entrée/sortie supplémentaires.

Conseil sur l'organisation du laboratoire

Pour permettre un suivi de ce laboratoire, vous devez remplir le fichier Excel mis à disposition sous Teams.

Ce laboratoire se déroule sur **3 séances**. vous pouvez suivre l'organisation suivante pour gérer votre travail sur ce laboratoire :

séance	Étape à terminer
1	Conception de la MSS
2	Réalisation
3	Simulation et adaptation

1 Bras automatique de triage

L'objectif principal de ce laboratoire est la réalisation d'un bras autonome de triage contrôlé par une machine d'état séquentielle synchrone.

Le bras de triage que vous allez réaliser, doit être capable de trier des boîtes de couleurs différentes dans un compartiment associé à celle-ci.

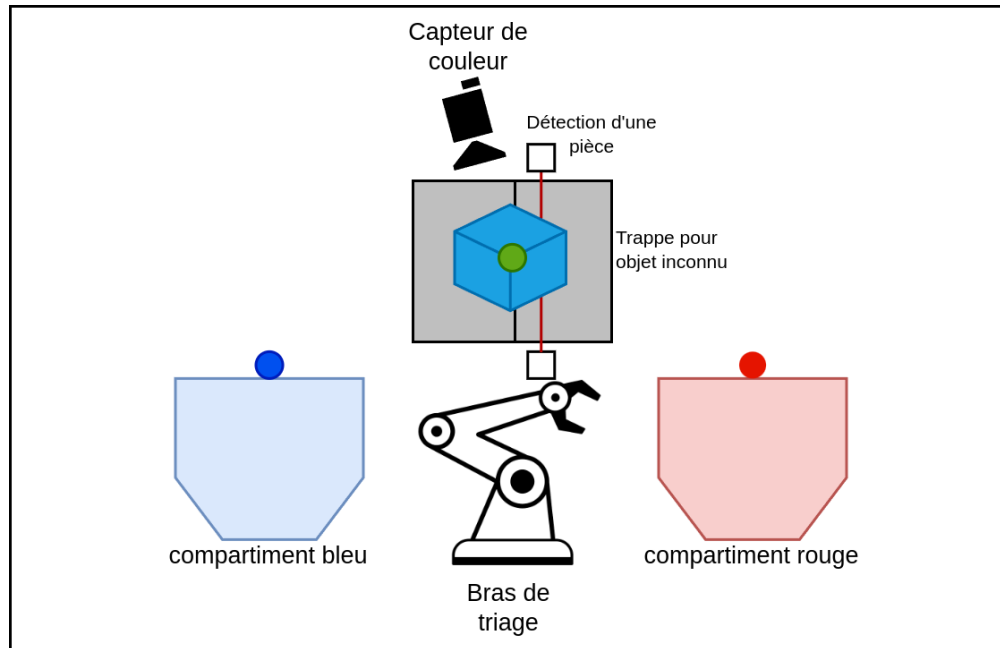


FIGURE 1 – Représentation global du système

1.1 Déplacement du bras

Le bras peut se déplacer sur trois positions différentes :

- Position Initiale, capable d'attraper une boîte venant d'être scannée, représentée par le rond vert centrale sur la figure ci-dessus.
- Position Bleu, juste au-dessus du compartiment devant contenir les boîtes bleues, représentée par le rond bleu à gauche du bras.
- Position Rouge, juste au-dessus du compartiment devant contenir les boîtes rouges, représentée par le rond rouge à droite du bras.

Le bras met au total **trois** cycles d'horloge pour passer d'une position à une autre. De plus, le bras ne peut pas passer de la position Rouge à la position Bleu (ou inversement) sans d'abord passer par la position Initiale.

1.2 Capteur de couleur

Le système dispose d'un capteur étant capable de détecter si une boîte est présente devant le bras pouvant alors être scannée afin de déterminer sa couleur.

Le capteur de couleur est capable de faire la différence entre 2 couleurs. Il retourne une valeur sur 2 bits :

- 00 : couleur inconnue
- 01 : couleur rouge
- 10 : couleur bleu

- 11 : erreur de scan

Pour commencer le scan, il est nécessaire d'activer le signal *scan_o*. Le temps du scan afin de déterminer la couleur d'un paquet n'est que de 1 coup de clock.

1.3 Comportement

- Lorsqu'une pièce arrive devant le bras, le capteur de détection (*ready_i*) monte son signal à '1'.
- Pour permettre la détection d'une couleur, le signal *scan_o* doit être mis à '1'.
- Le scan effectué par le capteur de couleur se fait en un seul coup de clock du système.
- Si la couleur est inconnue, alors le signal *throw_o* doit être mis à '1' pendant un cycle.
- Si une des couleurs est connue alors le bras doit se diriger au dessus du compartiment correspondant.
- Tant qu'il y a une erreur de scan, le système doit continuer à scanner jusqu'à obtenir l'un des trois résultats attendus.
- Pour déplacer le bras, le signal *move_o* ainsi que l'un des signaux *dest_red_o*, *dest_blue_o* ou *dest_init_o* doivent être mis à '1' afin d'indiquer la direction du mouvement. Ceci pendant toute la durée du déplacement.
- Le bras met du temps à se déplacer. Il est nécessaire d'attendre la fin du déplacement du bras.
- Une fois au dessus de l'un des compartiments, le signal *drop_o* doit être mis à '1' durant un cycle d'horloge avant de replacer le bras dans sa position initiale (en prenant à nouveau en compte le temps de déplacement du bras).

Voici un chronogramme du comportement attendu :

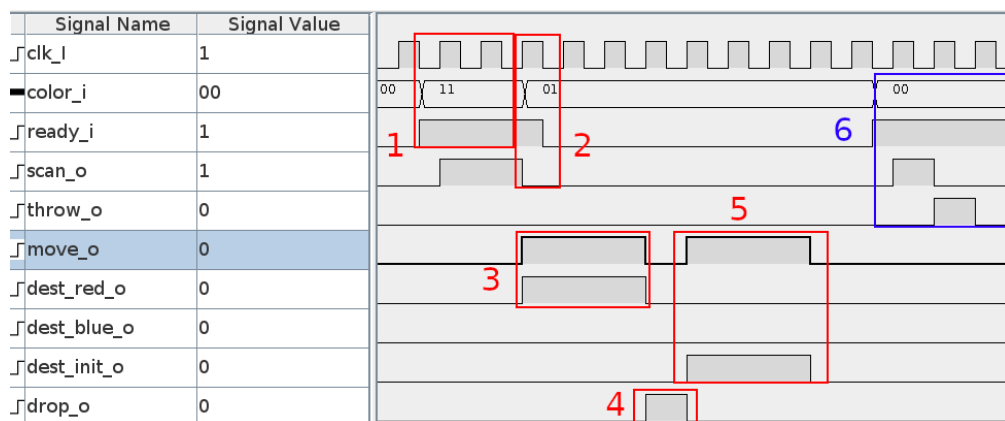
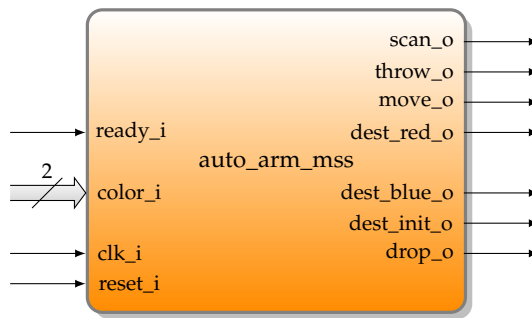


FIGURE 2 – Comportement attendu

1. Lorsqu'une pièce est disponible le signal *scan_o* doit être mis à '1' et doit rester dans cet état tant que le code couleur correspond à une erreur de scan.
2. Une fois que la couleur est définie et que le signal *ready_i* est à '1' alors le scan doit s'arrêter.
3. Le bras se met en mouvement en direction de la position correspondant à la couleur scannée plus tôt, pendant 3 cycles d'horloge.
4. Une fois le bras en position, la sortie *drop_o* doit être mis à '1' afin de lâcher la pièce.
5. Finalement, le bras doit revenir à sa position et être capable de recommencer ce cycle.
6. Si la couleur lue est une couleur inconnue alors la sortie *throw_o* doit être mise à '1' pendant un coup de clock, puis le bras doit être capable de commencer un nouveau cycle.

1.4 Composant



Dans le projet logisim donné, vous disposez du circuit *auto_arm_top* contenant les entrées/sorties listées ci-dessous. A partir de ce circuit, il vous faudra y intégrer votre MSS qui devra être capable de gérer toutes les sorties existantes.

Nom I/O	Description
<code>ready_i</code>	Est égal à '1' lorsqu'une nouvelle pièce est arrivée et doit être scannée
<code>color_i</code>	Code correspondant à une couleur connue, inconnue ou à une erreur
<code>scan_o</code>	Doit être mis à '1' afin de demander un scan de couleur au capteur
<code>throw_o</code>	Si le code couleur est inconnu alors cette sortie doit être mis à '1' afin de jeter la pièce.
<code>move_o</code>	Permet d'activer le moteur du bras
<code>dest_red_o</code>	Ordonne au bras d'aller dans la direction du compartiment devant contenir les pièce rouge
<code>dest_blue_o</code>	Ordonne au bras d'aller dans la direction du compartiment devant contenir les pièce bleue
<code>dest_init_o</code>	Ordonne au bras d'aller dans la direction de sa position Initiale
<code>drop_o</code>	Ordonne au bras de lacher la pièce là où il se trouve

Réalisation du laboratoire

Une grande partie de ce laboratoire concerne la création du désign de votre machine d'état. Il est donc important de prendre le temps d'analyser le cahier des charges fournit. En plus que de votre projet logisim, vous devrez rendre tout le développement de votre machine d'état dans un fichier PDF.

2 Travail à effectuer

Machine d'état

Dans ce laboratoire, nous vous demandons de réaliser une machine d'état séquentielle de **MOORE**. Ce qui signifie que vos sorties ne dépendent pas de vos entrées directement mais uniquement de l'état dans lequel se trouve votre MSS.

En plus de ça, étant donné le nombre d'entrées conséquent, le codage choisi pour vos états doit être de type "**1 parmi M**".

Note : Afin de créer votre machine d'état vous devrez réaliser et rendre dans un **PDF** les points suivants :

- Analyse des entrées.
- Analyse des sorties.
- Graphe des états.
- Table des états. Cette table peut être grandement simplifiée en ne prenant comme colonne uniquement les combinaisons d'entrées faisant changer d'état.
- Création des équations pour chacun des bits d'états futur.

Simulation

Pour tester et valider votre laboratoire, une petite console de simulation a été développée. Pour utiliser cette console, ouvrez le circuit *auto_arm_simulation*, dans l'onglet *simulate*, assurez-vous que l'option *Simulation Enable* soit coché puis cliquez sur *Reset Simulation* pour faire apparaître la console.

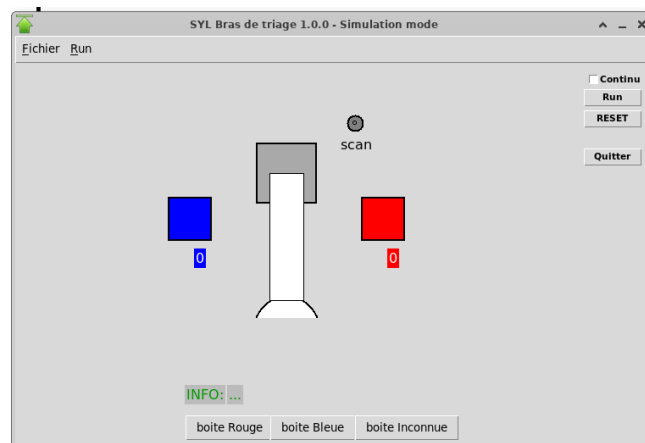


FIGURE 3 – Console de simulation

Cette console est composée du bras de triage au centre placé au-dessus d'une trappe ainsi que deux compartiments bleu et rouge de chaque côté.

Pour lancer la simulation en continu, vous pouvez cocher la case *continu* et presser sur *run*. La console générera des coups de clocks pour votre circuit logisim.

Pour effectuer des coups de clock manuellement, il suffit que la case *continu* ne soit pas cochée puis de cliquer sur le bouton *run* pour changer l'état actuel de la clock.

NOTE 1 : La console demande certains drivers et ne peut donc être lancée que sur la VM Reds ou les machines de laboratoire mises à votre disposition. Pour lancer la console, il faut aller dans **Simulate**,

puis cliquer sur **Reset Simulation**.

NOTE 2 : ATTENTION, avant d'effectuer un test, il est important de cliquer une fois sur le bouton *RESET* pour s'assurer que tout vos registres soient bien dans leur état initial.

NOTE 3 : Si la simulation ne se lance pas ou provoque une erreur, cliquez sur le composant *TCL REDS console* et vérifiez que le chemin dans la propriété *TCL content file* soit bien sur le bon fichier **.tcl**

Rendu

Pour ce laboratoire, vous devez rendre :

- votre fichier *.circ*
- un rapport au format *pdf* contenant les différentes étapes demandées vous ayant permis de réaliser votre MSS.

Vous devez déposer les rendus sur Cyberlearn jusqu'à la date indiquée dans l'espace de rendu consacré à votre classe. Ainsi, vous recevrez un feedback dans le courant de semaine suivante.