

mini-projet : Machine de Distribution Automatique de Boisson

On veut construire un distributeur automatique de boisson. La machine serait capable de préparer 4 boissons différentes; Thé à 20 DA, Café à 30 DA, Chocolat à 40 DA et Lait à 50 DA. La machine est capable de reconnaître et comptabiliser avec 3 pièces de monnaie différentes; 10 DA, 20 DA et 50 DA, elle serait capable de déduire la différence et rendre la monnaie s'il y a de la monnaie à retourner. Pour construire ce type de machine, on aurait besoin de construire 3 circuits numériques différents chacun dédié à une tâche bien précise. Le premier serait dédié à comptabiliser la somme d'argent entrée par l'utilisateur, le deuxième aurait la tâche de capturer le choix de boisson de l'utilisateur, vérifier si la somme d'argent entrée est suffisante et lancer la préparation de la boisson. Le troisième est dédié à retourner la monnaie s'il y en a. Les trois circuits échangent de l'information entre eux, et contrôlent des dispositifs mécanique pour les opérations d'entrer une pièce, préparer une boisson et rendre la monnaie.

Le premier circuit interagit principalement avec le dispositif mécanique qui fait entrer les pièces de monnaie. Le dispositif n'accepte que les 3 types de pièce 10 DA, 20 DA, 50 DA, si l'une d'entre elles est entrée, le mécanisme la retient dans une chambre le temps que le circuit décide de l'accepter ou de la rejeter, 3 signaux binaires sont envoyés au circuit pour indiquer quel type de pièce est retenu dans la chambre, un court instant après ces signaux le mécanisme envoie un signal front montant au circuit pour l'inciter à mémoriser la valeur de la pièce entrée, et en même temps attend la réponse du circuit pour accepter ou rejeter la pièce. Le circuit de son côté dispose de 4 FlipFlops sous forme de Registre lui permettant de sauvegarder la somme entrée par l'utilisateur. L'unité de calcul est le 10 DA, donc si le Registre mémorise la valeur binaire 0011 = 3 sa indique 30 DA. Le circuit aussi utilise un Additionneur 4 bits pour additionner la somme des pièces, il dispose aussi d'un Encodeur 4-2 et d'un Multiplexeur 4-1 4bits (ou 4 Multiplexeurs 1bit) pour choisir entre les valeurs des 3 pièces. La valeur maximale positif retenue par le Registre est de 0111 = 7, la machine n'accepte pas plus que 70 DA en raison que la valeur est encodée en Complément-à-2, le Complément-à-2 est indispensable parce que on aura après à faire la soustraction et la possibilité de traiter des valeurs négatives. Ainsi le circuit aurait besoin d'un deuxième Additionneur 4 bits pour faire l'opération de comparaison et s'assurer que la valeur entrée par l'utilisateur ne dépasse pas les 70 DA, c'est à cause de ça que le circuit peut rejeter les pièces qui lui font dépasser cette Limite. Le circuit aussi dispose de 2 Afficheur 7 segments et d'un unique Contrôleur d'afficheur 7 segments pour afficher la somme entrée à l'utilisateur.

Le deuxième circuit est responsable de procurer le choix de l'utilisateur, cette opération est assurée par 4 boutons mécaniques, ils fonctionnent de tel-sort qu'un seul bouton est appuyé à la fois, si l'utilisateur appuie sur un autre bouton le premier se désactive, de cette façon un seul choix est actif. L'utilisateur peut annuler son choix en appuyant une deuxième fois sur le même bouton. Le circuit comporte un Additionneur 4 bits pour calculer la différence entre la somme entrée récupérée du premier circuit et la valeur du choix de l'utilisateur, cette valeur est procurée par un Encodeur 4-2 et d'un Multiplexeur 4-1 4bits. La soustraction de ces 2 valeurs entraîne le circuit sur 2 cas de figure; la différence est négative, le circuit indique à l'utilisateur par une LED que la somme est insuffisante et qu'il peut rajouter de la monnaie ou choisir une autre boisson, à cette instant l'utilisateur a encore la possibilité d'ajouter de l'argent. Le deuxième cas de figure c'est que la différence est positive, dans ce cas l'utilisateur peut appuyer sur le cinquième bouton de confirmation, qui va enclencher un signal vers le dispositif de préparation des boissons avec en plus 4 autres signaux portant le choix de l'utilisateur. La validation par le bouton de confirmation permet aussi de sauvegarder la différence calculée par l'Additionneur sur son propre Registre de 4 FlipFlops, la différence ainsi représente la monnaie à retourner pour l'utilisateur. Lorsque le dispositif de préparation est entrain de préparer une boisson il émet un signal en retour vers les circuits, ça permet au premier circuit de rejeter les nouvelles pièces entrées jusqu'à ce que l'opération ce termine.

Le troisième circuit est responsable de retourner la monnaie. Pour se faire le circuit se base sur une horloge, pour chaque front montant de l'horloge il retourne une pièce de monnaie, la fréquence doit être faible sachant que l'opération mécanique pour retourner une pièce peut prendre entre 2 à 5 secondes. Le circuit détient la valeur de la monnaie dans son propre Registre, le Registre est raccordé à l'entrer d'un Additionneur 4bits pour faire un calcul de différence, l'opération de soustraction est faite sur une boucle en commençant par la pièce la plus grande, donc la valeur 5 (50 DA), elle est tout d'abord soustraite du registre, si le résultat est positif le circuit ordonne au mécanisme de retourner une pièce de 50 DA, et le circuit soustrait une deuxième fois et retourne 50 DA si le résultat est positif, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le résultat devient négatif, là la prochaine valeur soustraite est 2 (20 DA), la valeur juste au dessous de 50 DA, et ça boucle et retourne des pièces de 20 DA jusqu'à ce que le résultat aussi devient négatif, ça continue de descendre jusqu'à la valeur 0 sur laquelle la boucle s'arrête. Le dispositif qui permet de descendre une à une 50 DA, 20 DA, 10 DA, 0 DA est à base de Multiplexeur 4-1 4bits commandé par un Compteur 2bits. La boucle est réalisée physiquement par une boucle de la sortie de l'Additionneur en retournant vers le Registre, la cadence est gérer par l'horloge. Le mécanisme de retour de monnaie pour fonctionner doit recevoir un signal "*retournez la monnaie*" en plus du signal d'horloge pour sa synchronisation, en plus des 3 signaux indiquant quelle pièce à retourner. Pour indiquer la pièce à retourner le circuit utilise un Décodeur 2-4 avec comme entrée le Compteur qui pointe sur cette dernière. Mais avant que la boucle pour retourner la monnaie commence la valeur dans le Registre du deuxième circuit doit être transmise vers le troisième circuit, c'est un Multiplexeur 2-1 4bits se trouvant sur l'entrée du Registre qui choisit entre la boucle ou le Registre du deuxième circuit. Le transfère du deuxième Registre vers le troisième Registre est enclenché par le bouton de confirmation par l'utilisateur, sachant que le temps d'appuis d'un bouton par l'utilisateur est variable et que le transfert correct en analysant le circuit

nécessite au moins deux front montant, un tampon (un Timer) à base de 2 JK-FlipFlop est utilisé pour garantir le maintien du signal du bouton pour 2 fronts montants d'horloge successifs. Il est bon de noter que l'opération de retour de monnaie se termine avant la fin de la préparation de boisson, ainsi il n'est plus nécessaire d'entamer l'opération d'arrêter d'insertion de pièces par l'utilisateur dans cette opération puisque c'est assuré par l'opération préparation de boisson.

Question 1 : Réalisez la construction du circuit décrit dans l'énoncé en utilisant les composants et en suivant la manière avec laquelle il a été décrit. Il est possible en addition d'avoir besoin d'utiliser de ce qu'on appelle *Glue Logic* (logique à colle), ce sont des portes logiques singulières pour raccorder les différents composants du circuit.

Question 2 : Quelle modification faut il faire au circuit pour augmenter la limite maximale de la somme d'argent entrée.

Question 3 : Quelle modification faut il faire pour que la machine puisse gérer plus de pièces de monnaie.

Question 4 : Quelle modification faut il faire pour que la machine puisse offrir plus de choix pour les boissons.

Question 5 : Améliorez la machine, sans faire aucun changement de composant, pour quelle puisse retourner l'agent d'un utilisateur qui ne veut plus consommer, ou qu'il n'a pas assez d'agent pour acheter un boisson.

Question 6 : Remplacez les 4 boutons mécaniques du choix de boisson par un Circuit Séquentiel avec 4 boutons et 4 indicateurs en LED.