

# Circuits séquentiels

Année universitaire 2024–2025

## 1 Retour sur la bascule D

1. Rappelez le schéma du circuit d'un verrou D construit à partir de portes NAND.
2. Expliquez le fonctionnement de ce circuit quand le signal de contrôle  $C$  vaut 0, puis quand il vaut 1.
3. Expliquez pourquoi un verrou D ne permet pas de résoudre le problème de stabilité d'un circuit séquentiel.
4. Rappelez le schéma du circuit d'une bascule D et expliquez comment le problème de stabilité est résolu.

## 2 La bascule JK

La bascule JK est une bascule à 3 entrées :  $J$ ,  $K$ , et  $h$  ; et une sortie :  $Q$ . La bascule JK change sa sortie sur un front d'horloge ( $h$  est le signal d'horloge) ; pour aller dans la continuité des exemples présentés en cours, on considérera que c'est sur un front descendant. La bascule JK fonctionne comme suit :

- Quand  $J = 1$  et  $K = 0$ , la sortie est mise à 1 (opération set).
  - Quand  $J = 0$  et  $K = 1$ , la sortie est mise à 0 (opération reset).
  - Quand  $J = 1$  et  $K = 1$ , la sortie est inversée (opération toggle).
  - Enfin, quand  $J = 0$  et  $K = 0$ , la sortie est maintenue (opération hold).
1. Donnez une table de vérité pour la bascule JK en considérant la sortie  $Q(t+1)$  en fonction de  $Q(t)$ ,  $J$  et  $K$  (mettez les entrées dans cet ordre).
  2. Dans votre table de vérité, permutuez les lignes 5 et 8. Extrayez de cette nouvelle table une équation caractéristique pour  $Q(t+1)$ .
  3. Proposez un circuit qui réalise une bascule JK. Ce circuit pourra utiliser une bascule D. Simulez votre circuit « à la main » pour vérifier votre réponse.

### 3 Registre à décalage

Un registre à décalage est un registre qui supporte 4 opérations :

- maintenir la valeur courante ;
- charger une nouvelle valeur (tous les bits étant chargés en parallèle) ;
- décaler la valeur contenue dans le registre d'un bit vers la gauche (le bit de poids fort sort et le bit de poids faible devient égal à 0)
- décaler la valeur contenue dans le registre d'un bit vers la droite (le bit de poids faible sort et le bit de poids fort devient égal à 0)

Dans la suite, on s'intéresse à un registre à décalage de 4 bits.

1. Identifiez les entrées et les sorties.
2. À l'image du registre présenté en cours, le registre à décalage utilise des bascules D pour mémoriser les bits. Pour chaque opération possible et pour chaque bit, identifiez la valeur à utiliser pour l'entrée D de la bascule associée au bit considéré.
3. Quel composant peut-on utiliser pour sélectionner l'entrée à utiliser en fonction de l'opération à réaliser ? En déduire un circuit pour le registre à décalage.
4. Question subsidiaire : si on suppose que la valeur mémorisée dans le registre est un nombre binaire positif, à quelle opération arithmétique peut correspondre le décalage à gauche ? sous quelle condition le résultat est-il correct ? Mêmes questions pour le décalage à droite.