

# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| <b>Avant-propos</b> . . . . .   | 9  |
| <b>Chapitre 1. Machines synchrones à états finis</b> . . . . .            | 11 |
| 1.1. Introduction . . . . .   | 11 |
| 1.2. Diagramme d'états . . . . .  | 12 |
| 1.3. Conception des machines à états finis synchrones . . . . .           | 16 |
| 1.4. Exemples . . . . .   | 18 |
| 1.4.1. Bascules . . . . .   | 18 |
| 1.4.2. Détecteur de séquence binaire . . . . .                            | 20 |
| 1.4.2.1. Modèle de Mealy . . . . .  | 21 |
| 1.4.2.2. Modèle de Moore . . . . .  | 23 |
| 1.4.3. Mise en œuvre d'une machine à partir de la table d'états . . . . . | 28 |
| 1.4.3.1. Bascule D . . . . .  | 29 |
| 1.4.3.2. Bascule JK . . . . .   | 29 |
| 1.4.4. Générateur d'impulsion de largeur variable . . . . .               | 32 |
| 1.5. Minimisation du nombre d'états . . . . .                             | 34 |
| 1.5.1. Méthode des tables d'implication . . . . .                         | 35 |
| 1.5.1.1. Exemple 1 . . . . .  | 37 |
| 1.5.1.2. Exemple 2 . . . . .  | 38 |
| 1.5.1.3. Exemple 3 . . . . .  | 39 |
| 1.5.2. Méthode des partitions . . . . .                                   | 41 |
| 1.5.2.1. Exemple 1 . . . . .  | 42 |
| 1.5.2.2. Exemple 2 . . . . .  | 44 |
| 1.5.2.3. Exemple 3 . . . . .  | 46 |
| 1.5.3. Simplification des machines incomplètement spécifiées . . . . .    | 47 |
| 1.5.3.1. Définition et principe . . . . .                                 | 48 |
| 1.5.3.2. Exemple 1 . . . . .  | 52 |

- 1.5.3.3. Exemple 2 . . . . . 54
- 1.5.3.4. Exemple 3 . . . . . 55
- 1.6. Codage des états . . . . . 58
- 1.7. Transformations de modèles . . . . . 64
- 1.8. Scission des machines à états finis . . . . . 65
  - 1.8.1. Règles de scission . . . . . 65
  - 1.8.2. Exemple 1 . . . . . 67
  - 1.8.3. Exemple 2 . . . . . 70
- 1.9. Mise en œuvre d'un détecteur de séquence  
à partir d'un circuit programmable . . . . . 71
- 1.10. Considérations pratiques . . . . . 73
  - 1.10.1. Retards de propagation et conditions de course . . . . . 73
  - 1.10.2. Spécifications temporelles . . . . . 75
- 1.11. Exercices . . . . . 80
- 1.12. Solutions . . . . . 97

**Chapitre 2. Machines algorithmiques . . . . . 155**

- 2.1. Introduction . . . . . 155
- 2.2. Structure d'une machine algorithmique . . . . . 155
- 2.3. Organigramme . . . . . 156
- 2.4. Applications . . . . . 161
  - 2.4.1. Additionneur/soustracteur série . . . . . 161
  - 2.4.2. Multiplieur basé sur les opérations d'addition et de décalage . . . . . 170
  - 2.4.3. Diviseur basé sur les opérations de soustraction et décalage . . . . . 174
  - 2.4.4. Contrôleur pour distributeur automatique de produits . . . . . 178
  - 2.4.5. Contrôleur de feux tricolores . . . . . 181
- 2.5. Exercices . . . . . 188
- 2.6. Solutions . . . . . 193

**Chapitre 3. Machines asynchrones à états finis . . . . . 201**

- 3.1. Introduction . . . . . 201
- 3.2. Généralités . . . . . 202
- 3.3. Bascule D asynchrone . . . . . 202
- 3.4. Porte C . . . . . 206
- 3.5. Circuit autosynchronisé . . . . . 209
- 3.6. Codage des états d'une machine asynchrone . . . . . 213
- 3.7. Synthèse des circuits asynchrones . . . . . 216
  - 3.7.1. Cycle oscillatoire . . . . . 216
  - 3.7.2. Aléas essentiel et d-trio . . . . . 218
    - 3.7.2.1. Aléa essentiel . . . . . 218
    - 3.7.2.2. Aléa d-trio . . . . . 225
    - 3.7.2.3. Détection des aléas essentiel et d-trio . . . . . 227

---

|   |            |
|---|------------|
| 3.7.3. Conception des machines asynchrones . . . . .  | 228        |
| 3.8. Exemples d'applications . . . . .  | 228        |
| 3.8.1. Synchroniseur d'impulsion . . . . .  | 229        |
| 3.8.2. Compteur asynchrone . . . . .  | 233        |
| 3.9. Réalisation des machines asynchrones<br>à l'aide de bascules SR ou de la porte C . . . . . | 236        |
| 3.10. Machine fonctionnant en mode d'impulsion . . . . .  | 241        |
| 3.11. Machine fonctionnant en mode rafale . . . . .   | 247        |
| 3.12. Exercices . . . . .   | 248        |
| 3.13. Solutions . . . . .   | 255        |
| <b>Annexe. Résumé du langage VHDL . . . . .</b>   | <b>277</b> |
| <b>Bibliographie . . . . .</b>  | <b>301</b> |
| <b>Index . . . . .</b>  | <b>303</b> |