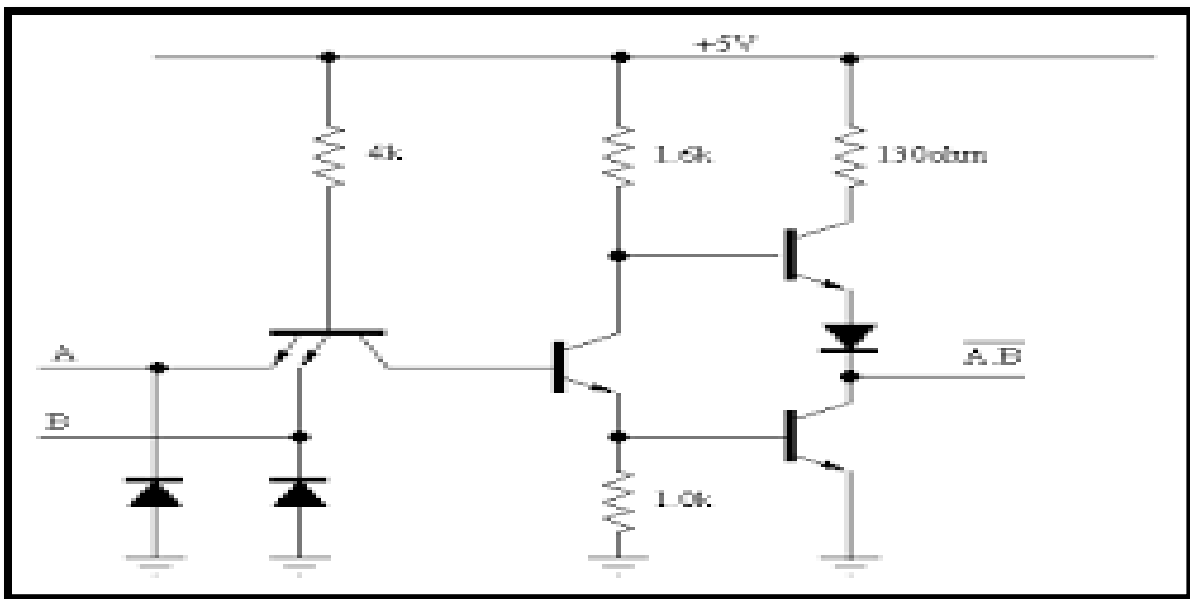


Chapitre 4. Circuits de la famille TTL

Il existe 4 technologies principales :

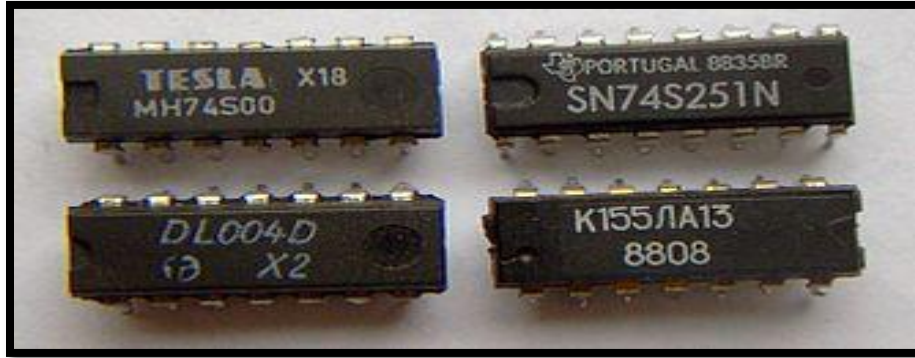
- Logique à éléments discrets (diodes et transistors)
- Technologie TTL
- Technologie CMOS
- Technologie ECL

Les technologies les plus utilisées aujourd'hui sont la technologie TTL et la technologie CMOS.



1. La technologie TTL

La technologie **TTL (Transistor Transistor Logic)**, a vu le jour en 1964. Ses circuits logiques sont réalisés avec des transistors bipolaires NPN. Cette technologie propose aujourd'hui le plus grand choix de circuits.



On appelle TTL "Transistor-Transistor Logic" parce que cette technologie repose sur l'utilisation de transistors bipolaires à chaque étape de la conception des portes logiques, au lieu de résistances ou de diodes pour réaliser les fonctions logiques.

Dans les circuits TTL les transistors sont utilisés dans les deux étapes clés de la logique :

- D'abord pour **générer** la fonction logique à l'entrée.
- Puis pour **piloter** la sortie.

La technologie TTL se décompose en 7 familles logiques :

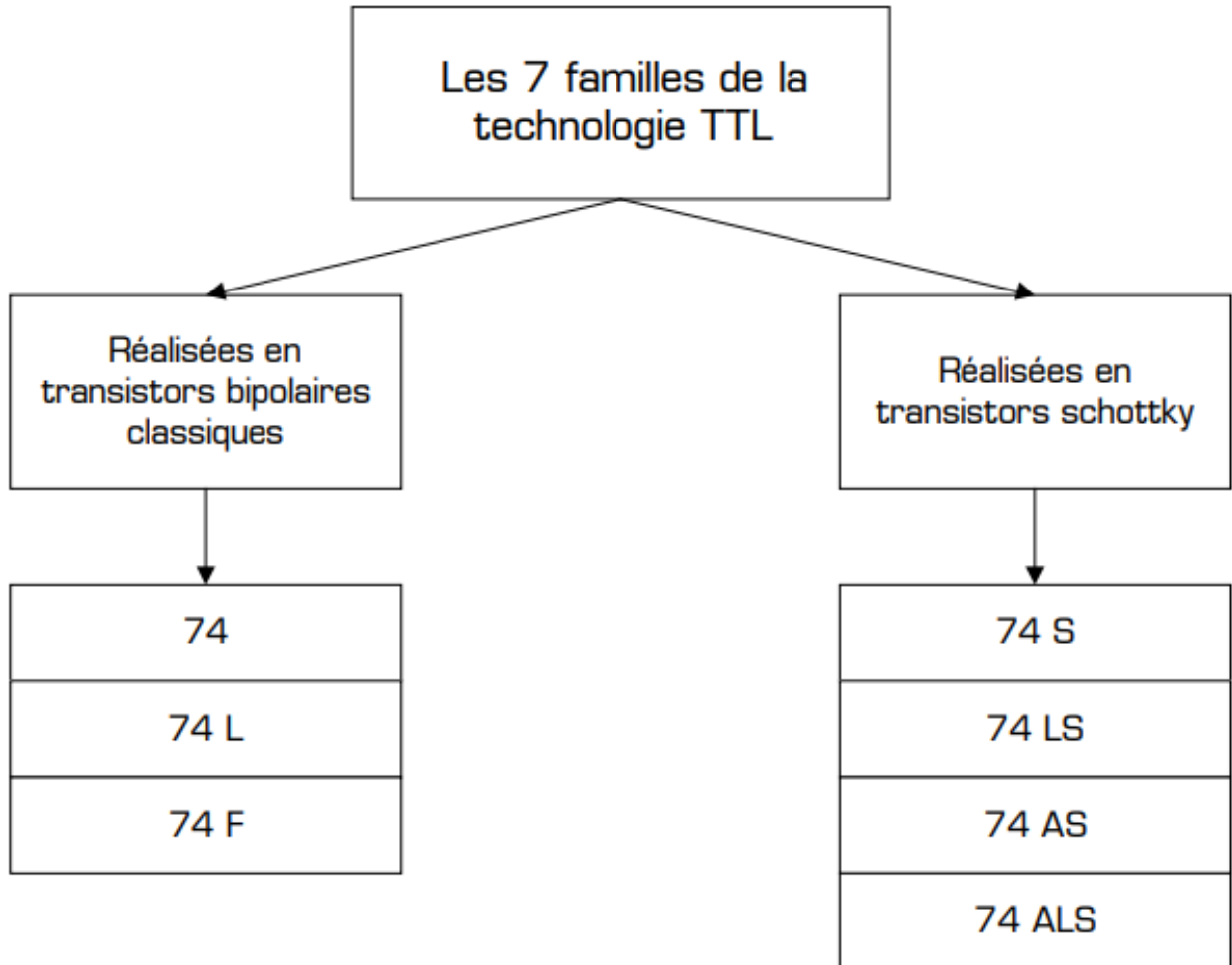
- 1- TTL standard 74xx
- 2- TTL Low power 74Lxx (faible consommation)
- 3- TTL Schottky 74Sxx (réalisé avec des transistors schottky)
- 4- TTL Low power Schottky 74LSxx (schottky faible consommation)
- 5- TTL Advanced Schottky 74ASxx (technologie schottky avancée)
- 6- TTL Advanced Low power Schottky 74ALSxx
- 7- TTL Fast 74Fxx (rapide).



Dans la désignation d'une famille TTL, la signification des lettres L, S, F, et A est donc la suivante :

- **L** = Low power = faible consommation
- **S** = réalisée avec des transistors Schottky = rapidité
- **F** = Fast = rapide
- **A** = technologie Avancée
- Les 7 familles de la technologie TTL fonctionnent avec une tension d'alimentation de +5V.
- Les familles logiques les plus utilisées aujourd'hui en technologie TTL sont les familles LS et ALS.
- Les jonctions d'un transistor schottky sont réalisées à partir d'un semiconducteur de type N ou P et d'un métal ; la conséquence est qu'un transistor schottky est bien plus rapide qu'un transistor bipolaire classique, du fait de la jonction Métal / Semi-conducteur.

- Parmi les 7 familles de la technologie TTL, 3 sont réalisées avec des transistors bipolaires classiques, et 4 avec des transistors shottky :



2. Caractéristiques des portes logiques de la famille TTL standard

- **Principe de fonctionnement** : La technologie TTL utilise des transistors bipolaires pour réaliser des fonctions logiques. Chaque porte TTL standard est constituée de plusieurs transistors, résistances, et diodes pour générer les sorties logiques.
- **Niveaux de tension et courants** : La logique TTL opère généralement avec une alimentation de 5V. Les niveaux de tension pour les entrées et les sorties

sont standardisés, avec un niveau logique bas (Low) autour de 0V - 0.8V et un niveau logique haut (High) autour de 2V - 5V.

3. Portes à collecteur ouvert

Quelle que soit la porte logique considérée (ET, OU, NAND, etc), le schéma électrique de l'étage de sortie est toujours le même : un étage comportant essentiellement deux transistors qui ne sont jamais passant en même temps. Le signal de sortie est à prendre sur le collecteur de ce transistor, d'où l'appellation de collecteur ouvert pour un tel montage.

- Ce type de porte TTL est conçu avec une sortie à collecteur ouvert, ce qui permet d'avoir des sorties flottantes qui peuvent être connectées ensemble pour réaliser des fonctions logiques comme des *OU câblé*.
- Utilisé dans les applications où plusieurs circuits doivent partager la même ligne de sortie, ce qui est courant pour la communication entre circuits intégrés.

4. Les autres familles TTL

- **LS (Low Power Schottky)** : Réduit la consommation d'énergie en utilisant des diodes Schottky, qui améliorent la vitesse de commutation.
- **ALS (Advanced Low Power Schottky)** : Une version avancée de LS avec encore moins de consommation de puissance.
- **HCT (High-speed CMOS TTL)** : Combine des caractéristiques de la logique CMOS (faible consommation) avec les niveaux de tension de TTL.

Chaque famille a ses propres caractéristiques électriques et de performance qui les rendent adaptées à différents types d'applications.

5. Caractéristiques électriques des familles TTL

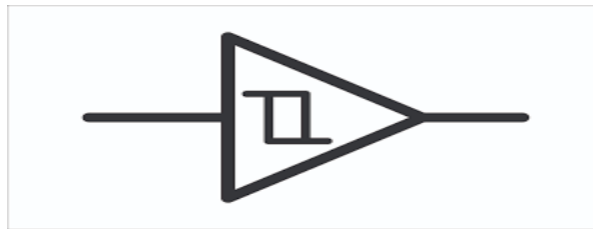
- **Tensions d'alimentation** : Typiquement 5V pour toutes les familles TTL.
- **Tensions et courants d'entrée et de sortie** : La famille TTL est généralement conçue pour être utilisée avec des courants faibles à l'entrée, mais des sorties capables de fournir un courant suffisant pour alimenter plusieurs autres portes.
- **Niveaux Haut et Bas** : Les spécifications des niveaux de tension sont établies pour chaque famille, mais suivent généralement les standards TTL.
- **Immunité aux bruits** : Les circuits TTL ont une immunité modérée aux bruits, ce qui les rend robustes mais avec certaines limitations par rapport à d'autres logiques.
- **Sortance (fan-out)** : Capacité d'une sortie TTL à alimenter plusieurs entrées sans dégradation du signal, souvent limité en fonction de la famille.
- **Consommation d'énergie** : La famille LS consomme moins d'énergie que la TTL standard, tandis que les circuits Schottky améliorent les performances de commutation.

6. Caractéristiques de commutation

- **Vitesse de commutation** : Les portes TTL sont reconnues pour leur vitesse relativement rapide par rapport aux logiques à transistors à jonction. La vitesse de commutation dépend du type de famille (standard, LS, ALS, etc.).
- **Retard de propagation** : Délai entre le moment où l'entrée change d'état et le moment où la sortie atteint l'état correspondant. Ce retard est un facteur critique dans les applications nécessitant des hautes vitesses.
- **Circuits trois états (tri-state)** : Ces circuits permettent de mettre les sorties en haute impédance, les isolant ainsi du reste du circuit et permettant la création de bus partagés entre plusieurs composants.

7. Portes logiques à entrées spécifiques

- **Trigger de Schmitt** : Permet d'améliorer la stabilité des signaux en ajoutant une hystérésis, utile pour filtrer les signaux bruyants ou instables. Ce type d'entrée permet de convertir des signaux analogiques ou des formes d'onde lentes en un signal TTL clair et rapide.



- **Sorties bufférisées** : Augmentent la capacité de la porte TTL à piloter une charge élevée sans affecter la logique interne.

8. Précautions d'utilisation des circuits TTL

- **Isolation des entrées non utilisées** : Il est important de ne pas laisser les entrées des circuits TTL en état flottant pour éviter des comportements imprévisibles. Les entrées inutilisées devraient être connectées soit à une logique haute (V_{cc}) ou basse (masse).
- **Dérivation et filtrage** : Il est souvent conseillé d'ajouter des condensateurs de dérivation près des alimentations pour réduire les interférences et améliorer la stabilité.
- **Protection contre les décharges électrostatiques (ESD)** : Bien que les circuits TTL soient généralement robustes, des précautions contre les décharges électrostatiques sont nécessaires pour éviter d'endommager les composants.

9. Avantages

- Cette famille de composants allie une bonne vitesse de commutation à un faible temps de transfert.
- L'immunité aux parasites est bonne à condition de découpler l'alimentation au plus près de chaque circuit par un condensateur de filtrage.
- Par défaut, une entrée en l'air (sans niveau de tension fixé extérieurement) est à l'état logique « 1 » (elle ne débite un courant notable que lorsqu'on la force à l'état logique « 0 », où elle se comporte de façon équivalente à une résistance de rappel à $V_{CC}=5\text{ V}$). Néanmoins, les constructeurs préconisent de toujours connecter une entrée restant à l'état logique « 1 » à un potentiel fixe supérieur à 2,5 V, afin notamment de ne pas dégrader les performances dynamiques des autres entrées de la porte logique TTL.

10. Inconvénients

- L'alimentation des circuits TTL doit être précise : +5 V, en comparaison aux circuits CMOS qui ont, eux, une plage de tension d'alimentation bien plus vaste (de +3 à +18 V). En cas de non-respect de cet impératif, on risque, au mieux, un fonctionnement erratique du circuit, et au pire, une destruction partielle ou complète du circuit.
- La technique bipolaire est grande consommatrice de courant électrique ; les mémoires en TTL sont certes rapides, mais ne peuvent guère être sauvegardées bien longtemps en cas de coupure d'alimentation.
- On ne peut transmettre les signaux émis par les circuits TTL sans circuits de transmission additionnels sur de grandes distances sans pertes : longueur maximum environ 15 m.

11. Conclusion

La famille TTL est reconnue pour sa vitesse de commutation rapide, sa robustesse et son faible coût, ce qui en fait un choix privilégié pour de nombreux circuits intégrés en électronique. Les circuits TTL utilisent des transistors bipolaires pour réaliser des opérations logiques, et on distingue plusieurs sous-familles (comme les TTL standard, LS, et Schottky), chacune ayant des spécificités en termes de consommation d'énergie et de vitesse. Ce chapitre permet de comprendre comment ces circuits fonctionnent, comment les utiliser efficacement dans divers contextes, et quels sont leurs avantages et inconvénients comparés à d'autres technologies logiques, comme la famille CMOS.