

Les circuits Logiques

Nicolas Le Guerroué

28 octobre 2020

Table des matières

1	Les familles des circuits logiques	2
1.1	Présentation	2
1.1.1	Principe TTL	2
1.1.2	Principe CMOS	2
1.2	Comment les distinguer ?	3
1.3	Avantages et inconvénients	3
2	Les condensateurs de découplage	4
2.1	Présentation	4
2.1.1	Objectif	4
2.1.2	En régime transitoire	6
2.1.3	En régime stationnaire	6
2.1.4	Le modèle réel	6
2.1.5	Mise en oeuvre du condensateur de découplage	7

Section 1

Les familles des circuits logiques

1.1 Présentation

Les circuits logiques sont des éléments permettant de réaliser des opérations avec l'algèbre de Boole (uniquement des '0' et des '1'). Pour réaliser ces opérations (ET, NON, OU, NON-OU, NON-ET...), des circuits ont vu le jour dans les années 60 avec deux grandes familles de circuits :

- La famille TTL
- La famille CMOS

De nouvelles technologies arrivent à maturité mais nous ne les évoquerons pas ici.

1.1.1 Principe TTL

Les circuits TTL sont composées de transistors bipolaires NPN ou PNP. Les transistors bipolaires sont commandés en courant.

1.1.2 Principe CMOS

La famille CMOS, quant à elle, repose sur l'utilisation en interne de transistors MOS complémentaires (C). Les transistors MOS, du fait de leur structure, sont commandés en tension.

1.2 Comment les distinguer ?

La famille des CMOS est rapidement identifiable car le nom du composant contient un numéro commençant par 40 et se termine avec un nombre à 2 ou 3 chiffres (40XX ou 40XXX).

Par exemple, CD4001, CD4017 sont des composants CMOS.

La famille des TTL contient en général le chiffre 74¹ encadré par des lettres et des chiffres.

1.3 Avantages et inconvénients

- Les TTL consomment plus de courant que les CMOS²
- Les CMOS ont des fréquences de fonctionnement plus faibles que les TTL.

1. La série militaire des TTL possède le numéro 54 et possède de meilleures caractéristiques : plage de température de fonctionnement plus élevée, fréquence plus élevée...

2. Ces derniers consomment uniquement lors des phases de commutation

Section 2

Les condensateurs de découplage

2.1 Présentation

Certains circuits nécessitent une alimentation très stable (aucune fluctuation de la tension d'entrée). Cependant, lors de l'utilisation du circuit, des courants importants peuvent être demandés par le circuit.

Nous allons montrer un cas en exemple où, pour améliorer les performances du circuit, il conviendra de mettre de fameux condensateur de découplage.

2.1.1 Objectif

Nous souhaitons cascader deux portes logiques CMOS¹ de type inverseur, comme le montre la figure suivante.

1. Complementary MOS : MOS complémentaires, mise en cascade d'un MOS canal P et d'un MOS canal N

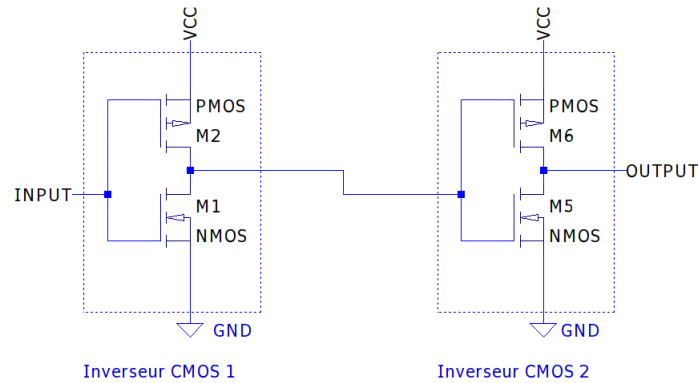


FIGURE 2.1 – Schéma d'exploitation

A première vue, ce modèle peut sembler satisfaisant. Cependant, nous souhaitons faire fonctionner ce circuit dans des fréquences assez élevée².

En prenant un modèle réel, on peut déjà prendre en compte les capacités parasites des transistors MOSFETs. Ces derniers possèdent une capacité entre la broche de commande (Gate) et la masse.

Le modèle réel des entrées de chaque porte logique est le suivant.

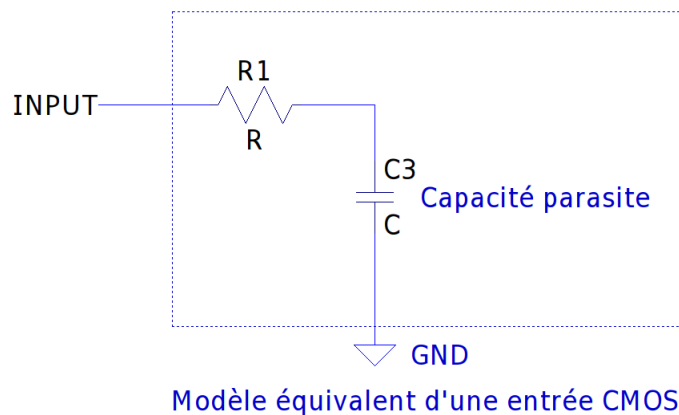


FIGURE 2.2 – Modèle équivalent des entrées CMOS

2. Toutefois inférieures à la fréquence maximale du circuit

2.1.2 En régime transitoire

Intéressons nous au régime transitoire.

On constate que dans notre cas d'exemple, les grilles des MOSFETS consomment du courant pendant les phases de commutation, du fait qu'il faut charger ou décharger les condensateurs. Cet appel de courant peut faire réduire la tension d'alimentation si cette dernière n'est pas très puissante.

2.1.3 En régime stationnaire

Lorsque la tension d'entrée (INPUT) est constante et que le condensateur est chargé (ou déchargé), les grilles des MOSFETs ne sont parcourus par aucun courant

2.1.4 Le modèle réel

L'alimentation étant rarement en liaison directe avec le circuit logique (piste de circuit imprimé, fils d'alimentation), on constate l'apparition d'une inductance parasite entre la borne d'alimentation du circuit et l'alimentation en elle-même. Le modèle équivalent final du circuit peut être modélisé par la figure suivante.

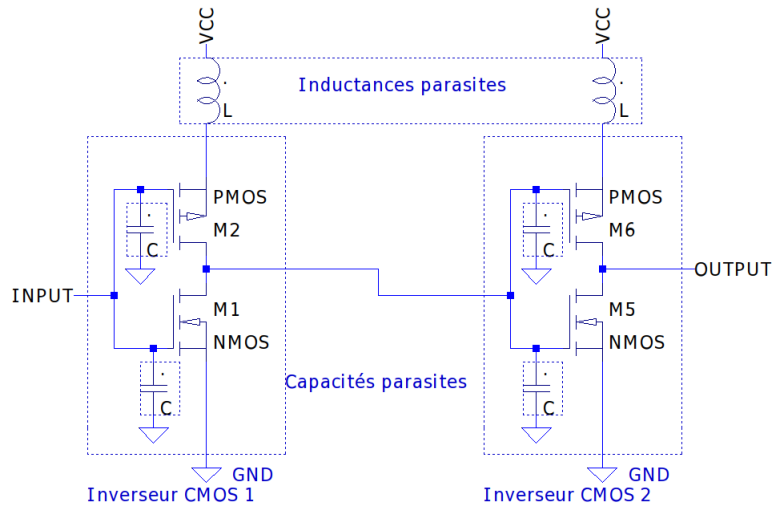


FIGURE 2.3 – Modèle équivalent du circuit

L'inductance parasite s'oppose aux variations de tensions. Ainsi, lors des phases de commutation (régime transitoire), une partie de la tension d'alimentation va au bornes des inductances parasites. De ce fait, le circuit est de moins en moins efficace à mesure que l'on augmente la fréquence du signal d'entrée. Pour pallier à ce problème, nous allons ajouter un condensateur de découplage.

2.1.5 Mise en oeuvre du condensateur de découplage

Le condensateur de découplage doit être placé au plus près du circuit à alimenter. Une de ses bornes est reliée à la broche d'alimentation du circuit et la seconde à la masse.

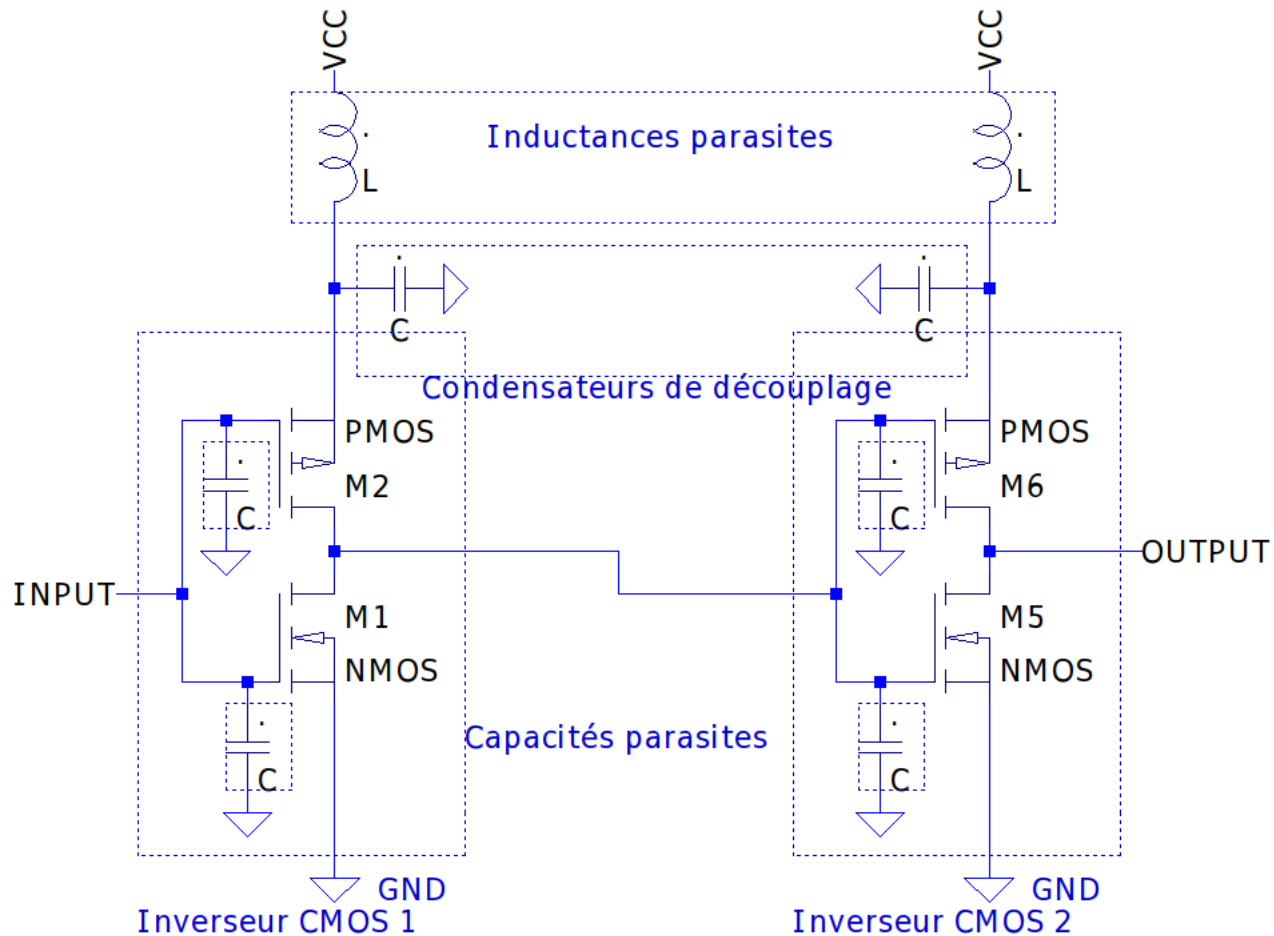


FIGURE 2.4 – Le placement du condensateur de découplage

Lorsque le circuit en aval va demander du courant lors des commutations, le condensateur, qui va se charger pendant le régime permanent du circuit, va pouvoir fournir un apport de courant qui évitera à la tension d'alimentation de s'écrouler. Le circuit sera plus efficace et les temps de communication seront plus faibles.

D'un point de vue des filtres, ces condensateurs peuvent être considérés comme des filtres passe-bas. En effet, la tension d'alimentation qui varie est vue comme un signal haute fréquence. Il faut donc éviter l'oscillation haute

fréquence.