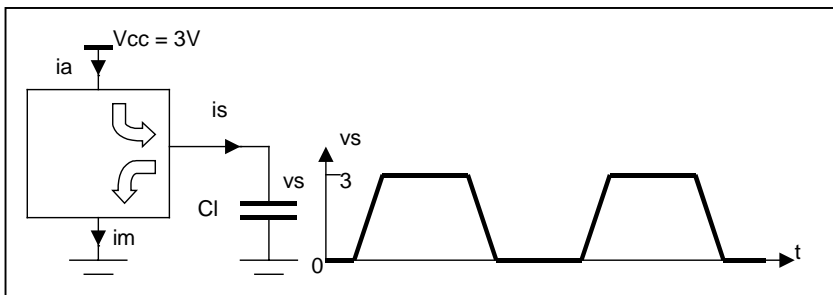


Forum aux exercices : circuits logiques

Les exercices ci-dessous ne nécessitent pas d'autre connaissance préalable que les relations élémentaires qui décrivent, dans une analyse temporelle, une capacité ($i = C dv/dt$) et quelques rudiments de logique combinatoire (opérateurs – ou portes – ET, OU, NON), même s'il y est question de circuits MOS.

Impulsions, capacités, découplage et puissance consommée.





Un opérateur logique est prévu pour fonctionner correctement avec une charge de sortie équivalente à une capacité de 50 pF. Le niveau logique haut ('1' en logique positive) est supposé égal à 3 Volts, le niveau bas ('0' en logique positive) égal à 0 V. Le circuit ne consomme

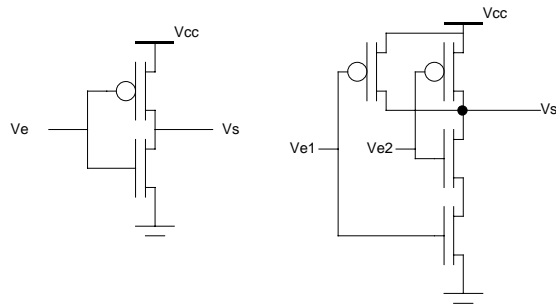
aucun courant statique, le seul courant fourni par les alimentations est celui nécessaire à modifier la tension qui apparaît aux bornes de la capacité de charge (figure ci-contre). Une impulsion de sortie est assimilée à un trapèze, conformément à la figure. Pour les applications numériques on caractérisera ce trapèze élémentaire par son temps de montée $t_r = 3$ ns, son temps de descente $t_f = 3$ ns. Les durées aux niveaux haut et bas dépendent de la fréquence du signal, lié à la fréquence d'horloge du système f_h .

- 1 Justifier et construire les allures des courants i_s , i_a et i_m en fonction du temps.
- 2 Calculer le courant moyen fourni par l'alimentation en fonction de la fréquence du système f_h .
- 3 Si un circuit intégré contient seize opérateurs identiques au précédent, chargés par les mêmes capacités, quelle est la puissance fournie par l'alimentation en fonction de la fréquence f_h . Tracer la courbe correspondante avec des valeurs numériques. Que devient cette puissance ? Que vaut-elle pour une fréquence de 100 MHz ?
- 4 On peut admettre que pour des impulsions brèves les fils d'alimentation V_{cc} se comportent comme une résistance équivalente de l'ordre d'une centaine d'Ohms (en continu leur résistance est nulle, heureusement). Que se passe-t-il qualitativement lors des commutations des seize sorties précédentes ?
- 5 Pour remédier au problème précédent on dispose entre V_{cc} et la masse une capacité de découplage C_d . Quelle valeur faut-il donner à C_d , en ordre de grandeur, pour que l'alimentation V_{cc} du circuit ne varie pas de plus de 50 mV lors d'une commutation ? Pour faire cette estimation on admettra que pendant une impulsion de courant l'alimentation du circuit est fournie par la capacité de découplage.
- 6 Quel est, à votre avis, l'intérêt de câbler les circuits sur des cartes imprimées qui comportent un plan de masse ?

Des interrupteurs aux portes logiques.

En première approximation on peut assimiler un transistor Mos à un interrupteur commandé. Dans les circuits Cmos interviennent deux types de transistors : les transistors de type n  , qui conduisent si leur tension de commande est au niveau haut, et les transistors de type p  , qui conduisent si leur tension de commande est au niveau bas.

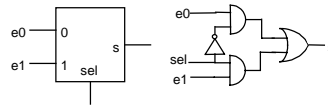
- 1 Pour les schémas ci-dessous, construire une table de vérité qui donne les états des transistors (conducteur ou bloqué) en fonction de la tension d'entrée (niveau haut ou niveau bas).
- 2 En déduire la nature de l'opérateur représenté par chaque schéma.



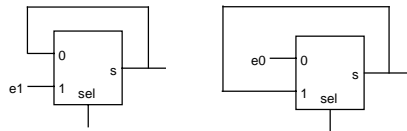
3 Comment pourrait-on réaliser, avec les mêmes types de structure un opérateur OU à deux entrées (plusieurs solutions possibles) ?

Des portes logiques aux bascules.

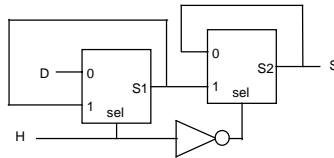
1 Quel est l'opérateur logique représenté ci-dessous ?



2 Quels sont les opérateurs logiques représentés ci-dessous, qui utilisent l'opérateur précédent ?



- 3 Donner de ces opérateurs une description sous forme d'un algorithme (dans un langage comme le C ou comme VHDL, on ne demande pas de syntaxe précise).
- 4 Montrer que l'opérateur ci-dessous réalise une bascule dont on précisera la nature. Pour ce faire on utilisera évidemment les résultats de la question 3.



Rudiments de VHDL

Expliquer en une dizaine de lignes quelles sont les différences fondamentales entre les langages VHDL et C, outre que le premier décrit des circuits et le second des algorithmes dans un programme informatique !