

# Note d'application

## *VSWITCH*

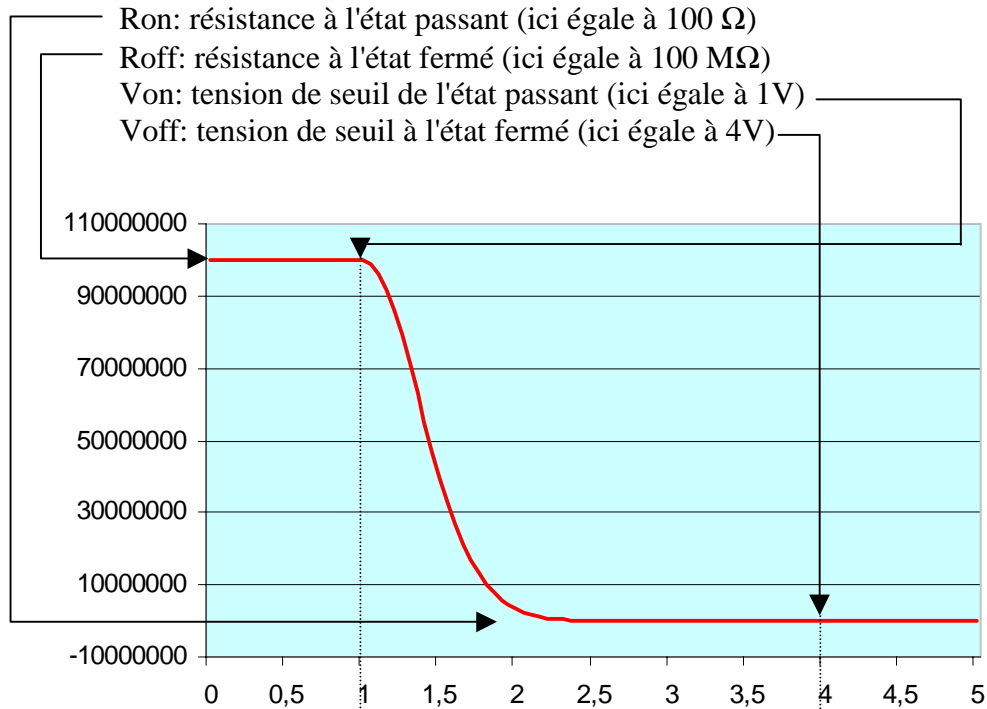
**Dolphin Integration**

8 chemin des Clos  
BP 65  
38242 MEYLAN CEDEX  
France  
Tel : (33) 4 76 41 10 96  
Fax : (33) 4 76 90 29 65  
E-mail : [solution@dolphin.fr](mailto:solution@dolphin.fr)  
Web-site : <http://www.dolphin.fr>

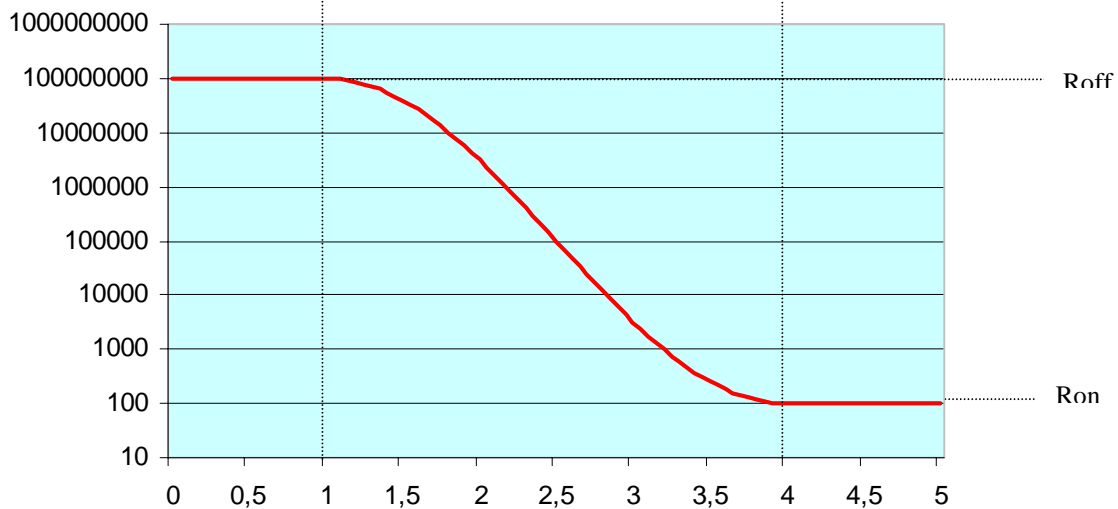
# Présentation

Etude et réalisation du modèle d'interrupteur analogique bidirectionnel VSWITCH.

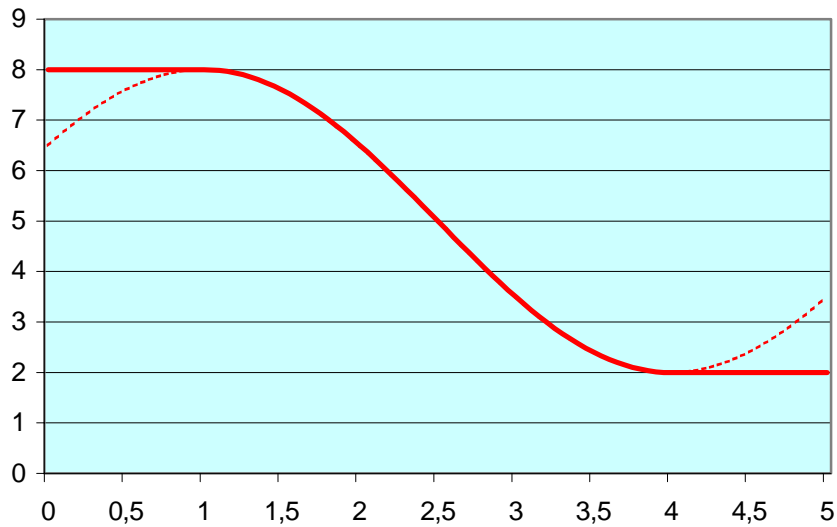
L'interrupteur analogique est utilisé par de nombreux composants mixtes, comme le CMOS4066 (4 interrupteurs), ou le CMOS4051 (démultiplexeur analogique). C'est une résistance variable commandée en tension, dont la résistance varie logarithmiquement en fonction de la tension, selon la caractéristique suivante (dont les seuils sont paramétrables) :



Soit, en échelle logarithmique :



Pour obtenir cette caractéristique, on modélise cette courbe par une arche de sinusoïde prise entre les valeurs  $\log(R_{on})$  et  $\log(R_{off})$ :



La puissance 10 de cette courbe est ensuite prise pour obtenir la caractéristique du switch. Le modèle est basé sur une résistance variable, simulée par une source de courant commandée. Une résistance de  $10^9 \Omega$  est mise en parallèle pour faciliter la convergence. De même, la tension de commande du switch est prise sur un pont de résistance.

Ce qui donne le modèle suivant:

```
.SUBCKT VSWITCH IN OUT CTLP CTLN PARAMS: RON=1 ROFF=100K VON=3 VOFF=1
RMIN=1m
//Déclaration du sous-circuit et passage des paramètres

RCTL LP LN 1E6
R12 CTLP LP 1E-3
R22 CTLN LN 1E-3
RIEN IN OUT 1E9
//Définition des résistances sur les entrées/sorties

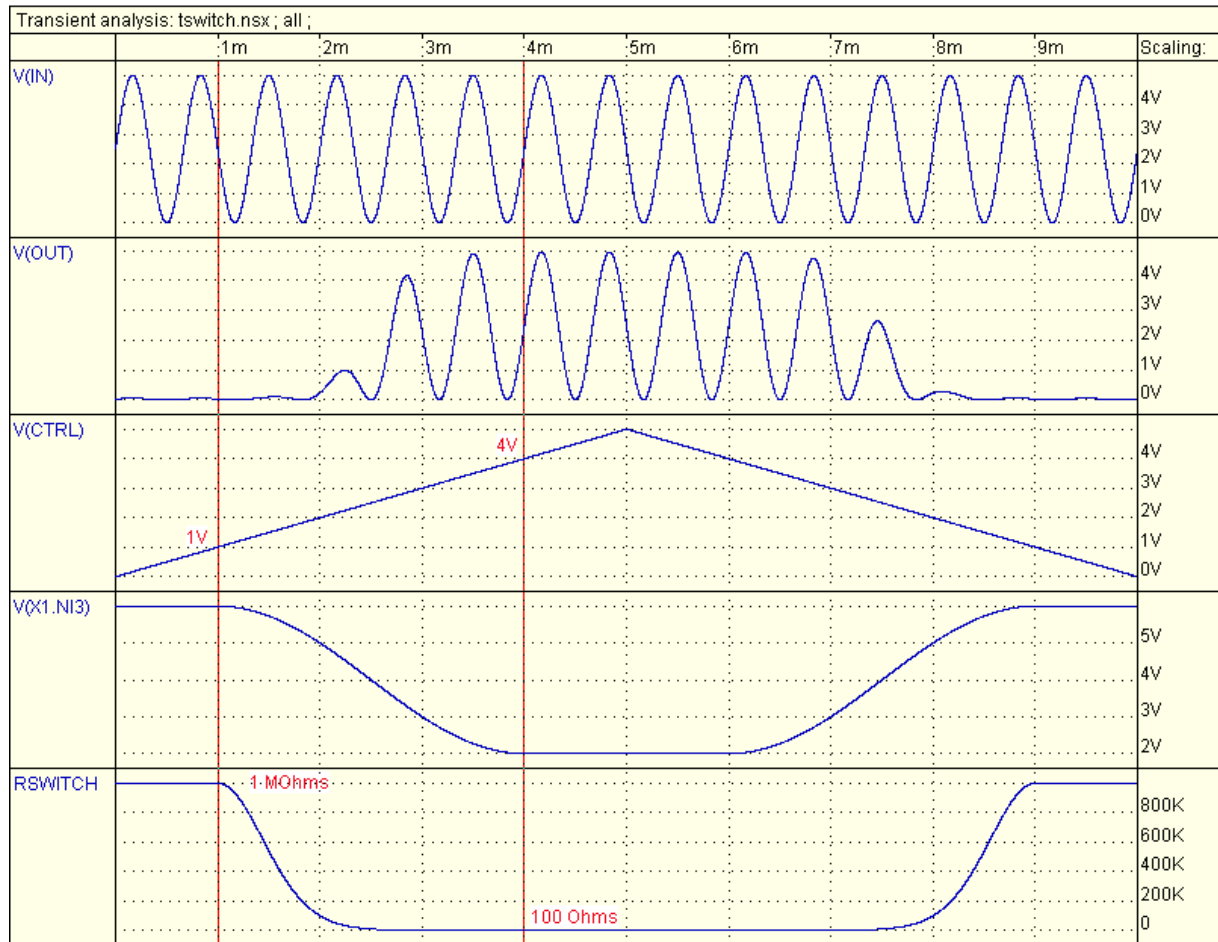
EC1 A 0 VALUE { log(RON*ROFF)/2 }
EC2 B 0 VALUE { log(ROFF/RON)/2 }
EC3 T 0 VALUE { 3.1416*(V(LP,LN)-VOFF)/(VON-VOFF) }
//Calcul des coefficients de l'arche de sinusoïde

EI2 NI2 0 IF { V(LP,LN)<VOFF } then { log(ROFF) } else {
V(A)+V(B)*cos(V(T)) }
EI3 NI3 0 IF { V(LP,LN)<VON } then {V(NI2)} else { log(RON) }
//Ajout des seuils et calcul du logarithme

GRON OUT IN VALUE { V(OUT, IN ) / (RMIN+abs(p10(V(NI3)))) }
.ENDS VSWITCH
Définition de la source de courant variable et fin du sous-circuit.
```

## Comportement en simulation:

- 1<sup>ère</sup> trace : Tension d'entrée de l'interrupteur
- 2<sup>ème</sup> trace : Tension de sortie
- 3<sup>ème</sup> trace : Tension de commande
- 4<sup>ème</sup> trace : Résistance interne en échelle logarithmique, ou arche de sinusoire
- 5<sup>ème</sup> trace : Résistance interne réelle



Seuils de basculement Voff, Von

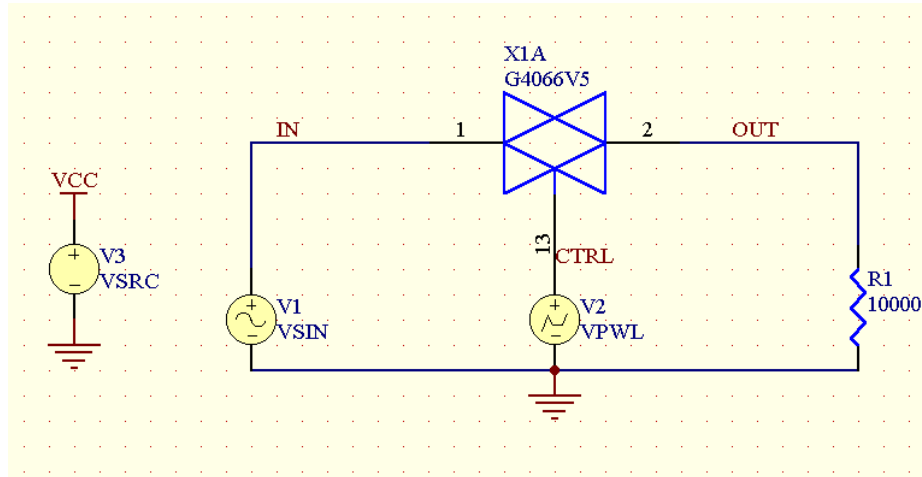
On observe bien la caractéristique logarithmique recherchée, variant entre les paramètres Ron, Roff, suivant la tension de commande et les seuils Von, Voff.

## Exemple d'utilisation : CMOS4066

Le circuit 4066 contient quatre interrupteurs indépendants, capables de contrôler des signaux analogiques ou digitaux. Ce circuit est employé comme buffer, amplificateur, adaptateur de niveaux logiques...

Il a été modélisé par quatre VSWITCH dont les caractéristiques sont communes :  
 $R_{on}=100\ \Omega$ ,  $R_{off}=10E^{11}\ \Omega$ ,  $V_{on}=2.75\ V$ ,  $F_{off}=2.25\ V$ .

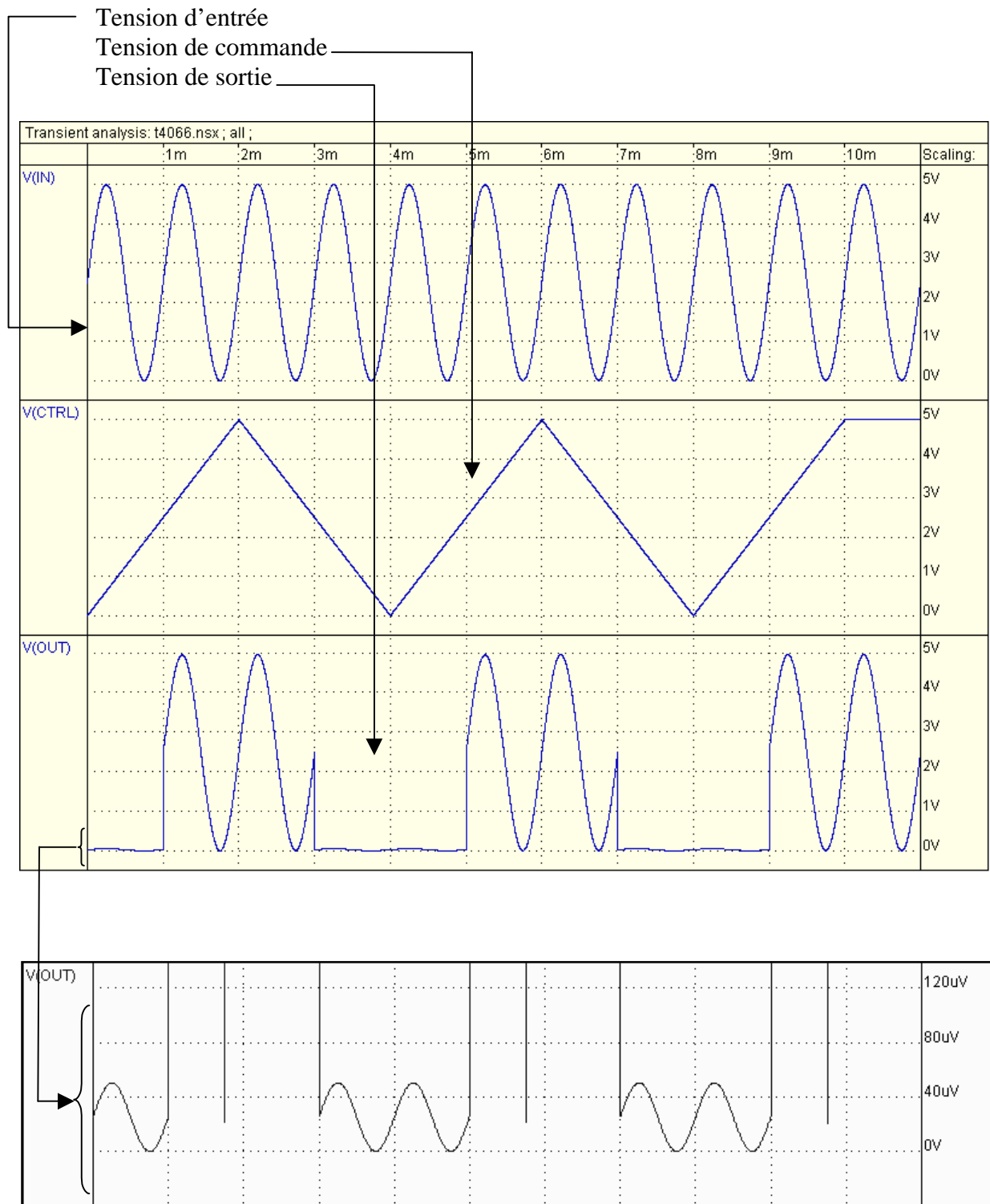
Schéma de simulation :



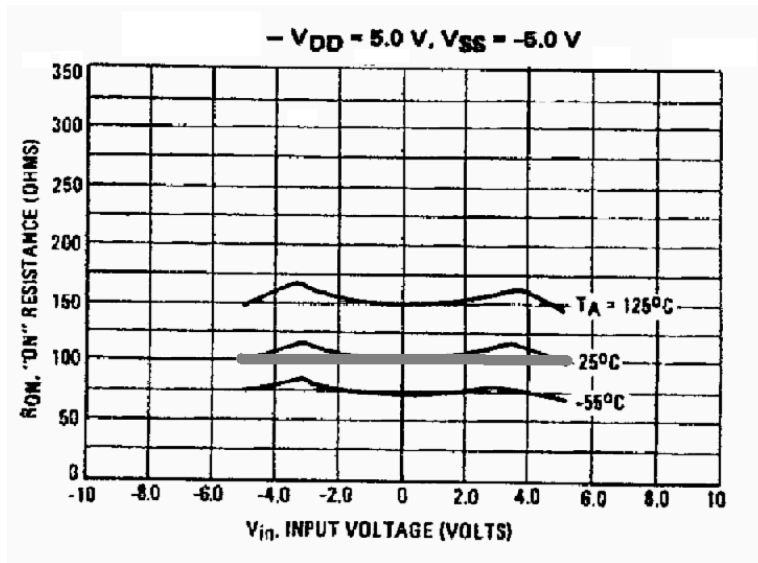
Le 4066 est bidirectionnel. VCC vaut ici 5V.

La simulation correspondante, page suivante fait apparaître les chutes de tensions dues aux résistances  $R_{on}$  et  $R_{off}$ . Les transitions entre l'état passant et l'état bloqué sont instantanées car l'interrupteur est commandé en numérique. La simulation de ce composant est plus aisée avec la méthode BDF.

Simulation correspondante :



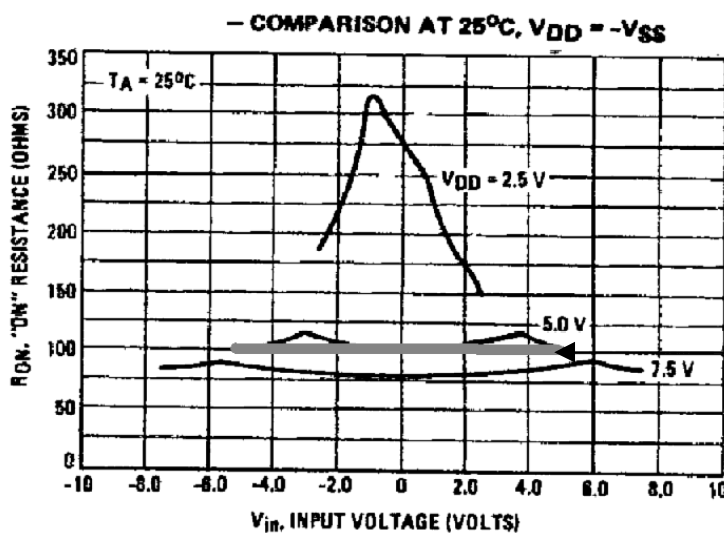
La résistance de 4066 à l'état passant ( $R_{on}$ ) a été modélisée par une résistance de  $100\ \Omega$ . En réalité, cette résistance varie en fonction de la température et de la tension d'alimentation.



Influence de la température sur  $R_{on}$ .

Le simulateur ne prend pas en compte l'influence de la température pour ce modèle.

(documentation Motorola)



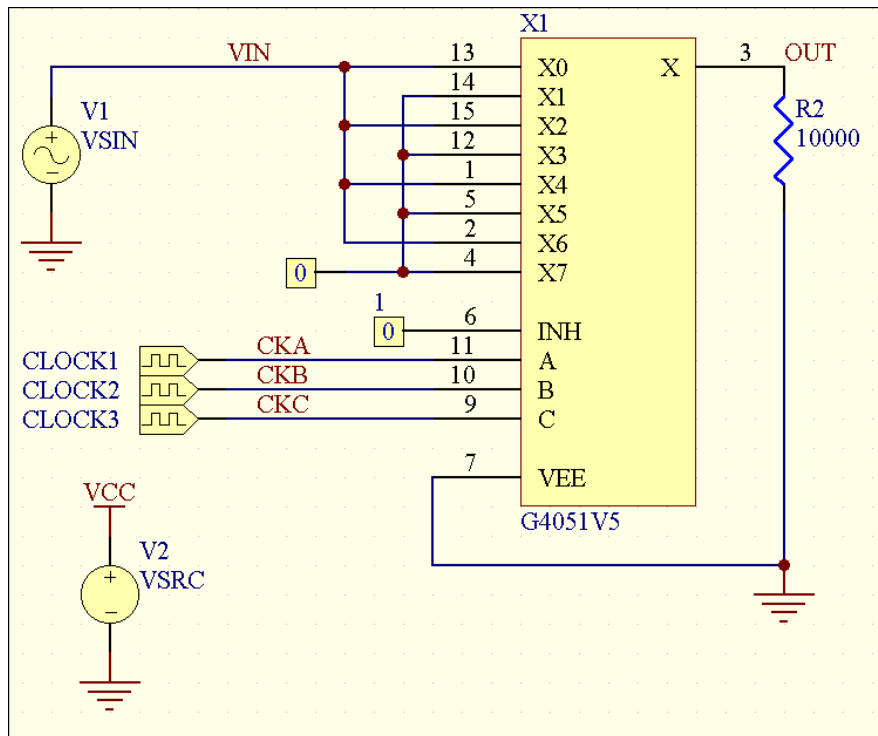
Influence de la tension d'alimentation.

Ce circuit étant le plus souvent utilisé avec une tension d'alimentation de  $5\text{V}$ , nous avons choisi de fixer  $R_{on}$  à  $100\ \Omega$ .

Ce modèle contient donc une approximation. Autour de  $V_{in}=4\text{V}$ ,  $R_{on}$  vaut  $120\ \Omega$  donc à cette valeur, l'erreur maximum est de  $20\%$ .

## Exemple d'utilisation : CMOS4051

Ce circuit est un démultiplexeur analogique, contrôlé numériquement. Les mêmes caractéristiques que le 4066 sont utilisées.



Une sinusoïde est injectée sur une entrée sur deux. Sur l'autre entrée, un niveau logique bas est appliqué, pour vérifier la validité du composant en fonctionnement mixte, numérique et analogique. Trois horloges sélectionnent les entrées une à une. (VEE est la masse analogique.) La sortie fait donc apparaître alternativement la sinusoïde et le niveau logique bas. On observe aussi les chutes de tensions provoquées par les résistances  $R_{on}$  et  $R_{off}$ .

Simulation correspondante :

