

# Del Rouge : Modèle Spice

I.U.T. de Nîmes  
[giamarchi@iut-nimes.fr](mailto:giamarchi@iut-nimes.fr)

Ce document se propose de vous détailler la procédure pour écrire le modèle mathématique simple d'une diode électroluminescente rouge standard. Nous en déduisons son modèle Spice et son symbole permettant une simulation sous Orcad Pspice.

## I. Introduction

Certains composants électroniques ne sont pas évidents à simuler de par leurs propriétés physiques. Ces composants se caractérisent par un comportement électrique qui dépend de paramètres physiques comme la température ou la lumière. D'autres, au contraire, vont générer une action physique sur leur entourage, comme les moteurs et les Dels.

Les Dels (Diodes Electroluminescentes) font partie de ces composants annexes qu'il n'est pas évident d'étudier en simulation.

## II. Caractéristique

Nous allons étudier le cas d'une Del rouge standard en polarisation directe avec et sans puissance d'émission. La caractéristique courant/tension devrait être obtenue à partir d'une source de courant variable.

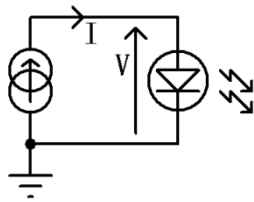


Figure 1 : schéma de test théorique

Mais en pratique, on utilisera une source de tension et une résistance variable en série avec la Del.

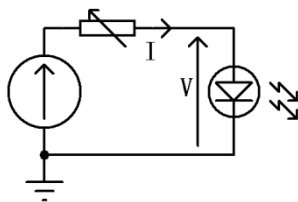


Figure 2 : schéma de test en pratique

La caractéristique I(V) permet de déduire la tension de seuil Vs, de l'ordre de 1,7Volt.

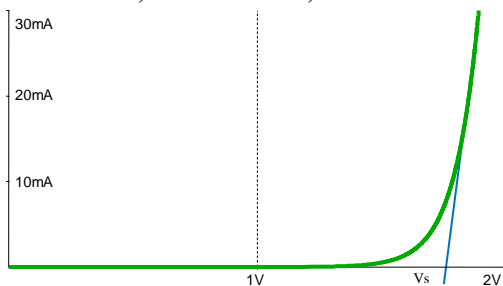


Figure 3 : caractéristique I(V) d'une Del rouge

## III. Modèle mathématique

A partir de la caractéristique  $I = f(V)$  obtenue, nous pouvons considérer qu'il suffit d'adapter l'équation de Shockley, d'une diode classique au silicium, au niveau de la tension de seuil :

$$I_D = I_S \left[ \exp\left(\frac{e \cdot V_D}{n \cdot k \cdot T}\right) - 1 \right] \quad -1-$$

Is est le courant de saturation (courant inverse de la jonction), e est la charge de l'électron, n est un facteur d'idéalité ou coefficient d'émission, k est la constante de Boltzmann et T est la température (en °K).

## IV. Schéma équivalent simplifié

Ce modèle simplifié est obtenu en ajoutant une résistance série Rs pour tenir compte des chutes de tension dans les zones P et N [1].

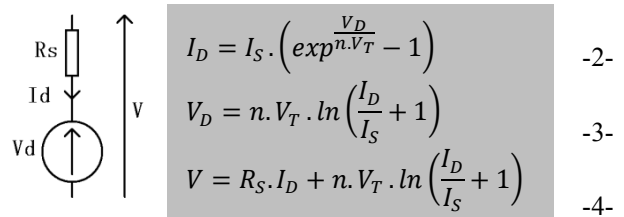


Figure 4 : schéma équivalent simplifié

Le potentiel thermodynamique vaut :

$$V_T = \frac{k \cdot T}{e} \approx 25,9mV \quad \text{à } 300^\circ K \quad -5-$$

## V. Modèle Spice

Le logiciel de simulation permet d'associer un symbole à chaque modèle déclaré dans un fichier \*.lib.

### □ Le modèle simple d'une diode

On peut réduire le nombre de paramètres en fonction de ce que l'on vient de voir, le comportement dynamique n'étant pas notre priorité.

\* modèle spice d'une diode simplifiée

.model Del\_Rouge D (Is=10p n=1.0 Rs=1.0)

Dans un fichier texte, une ligne est écrite qui décrit la structure du modèle, suivi du nom du modèle et du type, ici une diode.

Entre parenthèse, sont indiqués les différents paramètres de l'équation de Shockley qui caractérisent la diode modélisée. Le courant de saturation, le facteur d'idéalité et la résistance série.

**Le symbole de la Del**

Dans le cas de l'étude d'une Del en statique, ou à très faible fréquence, seul les paramètres électriques nous intéressent. On utilisera le symbole d'une diode électroluminescente avec ou sans puissance de sortie.



Figure 5 : Del simple ou avec puissance de sortie

**VI. Calcul des paramètres du modèle**

Le calcul de la résistance série ne pose pas de problème, mais cela est beaucoup moins évident pour les deux autres paramètres [1]

**Le facteur d'idéalité et courant de saturation**

Le facteur d'idéalité, aussi appelé coefficient d'émission, est obtenu en même temps que le courant de saturation  $I_s$ .

On commence par négliger le terme résistif dans l'équation-2-, Puis on va linéariser la caractéristique  $I(V)$  de la diode en écrivant le logarithme népérien de l'équation.

$$\ln(I_D) = \frac{1}{n \cdot V_T} \cdot V_D + \ln(I_S) \quad -6-$$

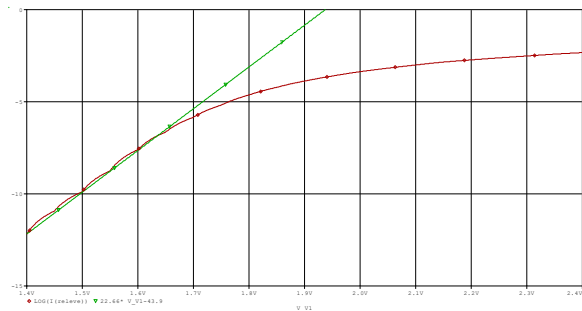


Figure 6 : Relevé pratique et modélisée d'une Del rouge

On obtient l'équation d'une droite dont la pente permet de déduire le facteur d'idéalité et l'ordonnée à l'origine, la courant de saturation.

**La résistance série**

La résistance série est calculée à partir de la pente de la caractéristique  $I(V)$  dans sa partie linéaire à forte valeur d'intensité.

La figure 7 montre le résultat entre les points relevés lors d'une mesure et la modélisation. On observe que le calcul de la résistance série a été choisi pour 20mA et 2V.

Le résultat pourrait encore être affiné, mais il est déjà suffisant pour une simulation.

**VII. Résultats**

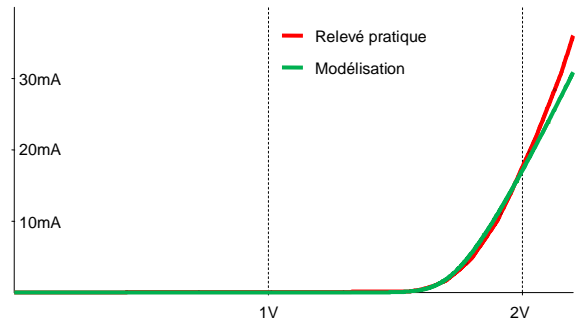


Figure 7 : Relevé pratique et modélisé d'une Del rouge

**VIII. Conclusion**

On constate, encore une fois, les performances de cet outil qu'est la modélisation Spice pour une diode électroluminescente simple.

Il serait intéressant de poursuivre la modélisation avec une indication de la puissance lumineuse émise.

On peut aussi pousser l'étude à d'autres Dels, comme les Dels Blanches très puissantes et les diodes laser.

**Références**

[1] Analyse LED Characteristics with PSpice  
Sam Mollet [www.ednmag.com](http://www.ednmag.com)