

# **Simulation Electrique et Analyse temporelle**

**Analyse Temporelle**  
MASTER ACSI M2

**Habib MEHREZ**



# Objectifs de la simulation électrique

---

## ↳ Caractérisation statique

- Transistors  $I_{DS}=f(V_{DS},V_{GS})$
- tensions de seuil
- Dispositifs
- Régimes de fonctionnement inverseur
- Réseaux combinatoires et séquentiels
- dimensions des transistors
- température
- puissance statique



# Objectifs de la simulation électrique

---

## ☞ Caractérisation dynamique

- Transistors

- Inverseurs temps de montée, descente et propagation

- puissance dynamique

- Contraintes de stabilité (tsu, thold, taccess, tcycle, skew horloge etc.)

## ☞ Modèles de simulation:

- Best case, worst case, typical

## ☞ Outils de simulation: Eldo, Spice



## Objectifs de l'analyse temporelle

---

- Circuit complet (Netlist)
- Analyse temporelle entre les entrées et sorties
- contraintes de stabilités
- chemins critiques (plus long, plus court, temps de cycle etc.

☞ Ex. Outil TAS



## Introduction rapide à SPICE

---

Structure générale d'une description Spice:

-première ligne: titre

-dernière: .END

-les autres commencent:

\* :commentaire

. :commande

+ : ligne suivante

Lettre: caractéristique d'un élément



## Introduction rapide à SPICE

---

### Eléments typiques:

- R: résistance
- C: Capa
- L: inductance
- D: Diode
- M: transistor MOS
- V: Source de tension
- I: Source de courant
- X: Invocation d'un sous\_circuit



## Introduction rapide à SPICE

---

### Description des interconnexions:

- Dessiner le schéma électrique complet y compris les substrats.
- Numéroter les noeuds
- le noeud « 0 » représente la masse
- dresser la liste des éléments entre les noeuds et indiquer les valeurs associées.

NB: Valeurs prefixées:

F,P,N,U,M,K,MEG,G,T ( $10^{-15}$ ,  $10^{-12}$ , ...,  $10^{12}$ )

---



## Introduction rapide à SPICE

---

Ex:

C1 2 5 1PF

R2 3 4 2K

\* transistor NMOS de modèle MODN1

M1 2 1 0 0 MODN1 W=4U L=2U

(D G S B ), W, L, AD, AS, PD,PS

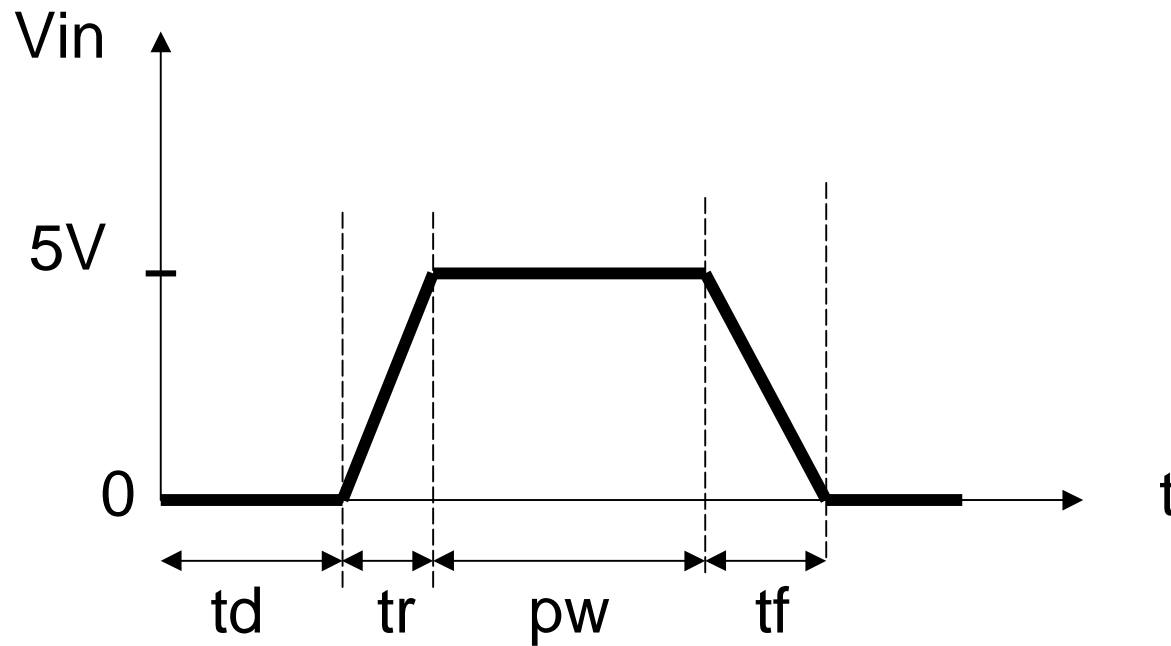
\* Source de tension

Valim 3 0 DC 5V





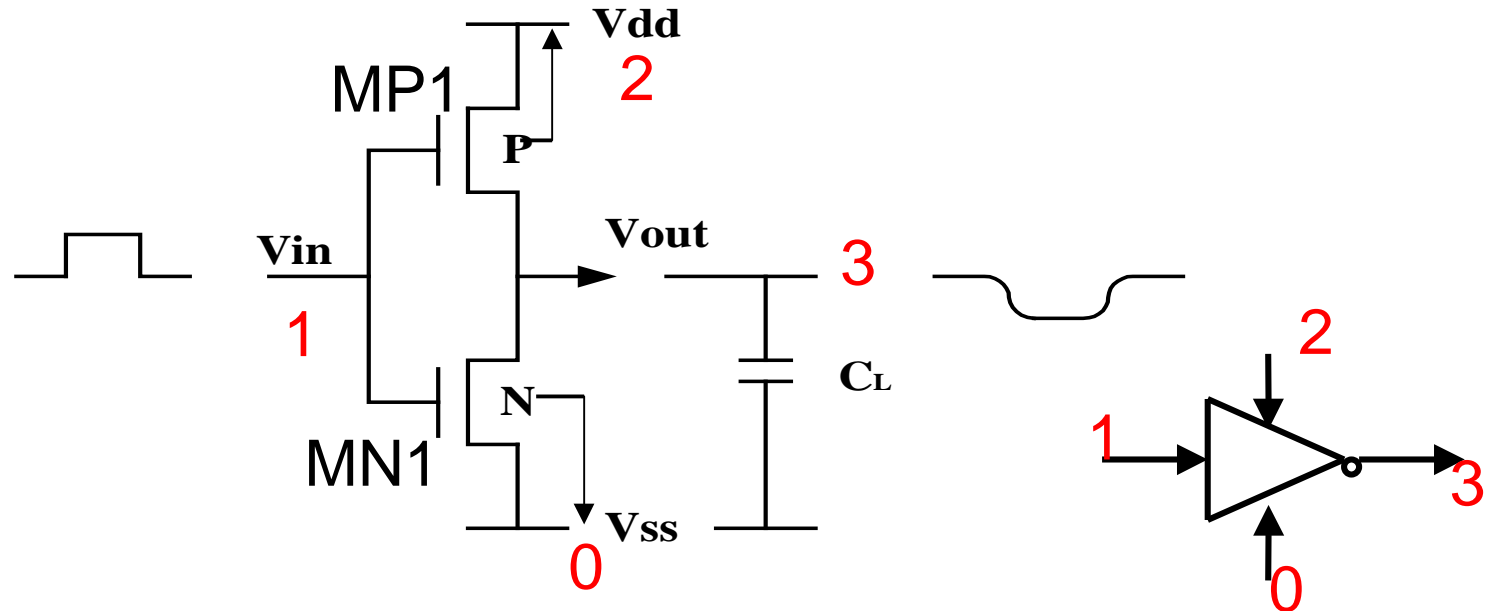
## Introduction rapide à SPICE



$V_{in}$  N1 N2 PULSE 0 VDD  $t_d$   $t_r$   $t_f$   $p_w$  per  
Ex:  $V_{in}$  1 0 PULSE 0 5V 2N 0.5N 0.5N 1.5N 5N



# Introduction rapide à SPICE



```

MN1 3 1 0 0 MODN1 W=4U L=2U
MP1 3 1 2 2 MODP1 W=8U L=2U
CL 3 0 0.1p
Vdd 2 0 DC 5V
Vin 1 0 PULSE 0 5V 2N 1N 1N 2N 8N
    
```



# Introduction rapide à SPICE

---

## Types d'analyse:

-statique: .DC

ex: .DC VGS 0 5V 0.1V

-Dynamique: .TRAN

ex: .TRAN 1N 40N

## Affichage Résultats:

.PLOT DC V(2) V(3)

.PRINT TRAN V(3) I(VALIM)

**Convergence:** Améliorée par initialisation des états

.NODSET V(1)=0 V(3)=5



## Introduction rapide à SPICE

---

\*MODELS

.MODEL MODP1 PMOS

(LEVEL=2,KP=1.00E-05,VTO=-0.35,LAMBDA=0.01,RD=0)

.MODEL MODN1 NMOS

(LEVEL=2,KN=1.00E-05,VTO=+0.35,LAMBDA=0.01,RD=0 )

Modèles Best case, worst case, typical



# Introduction rapide à SPICE

## Description Hiérarchique:

```
.SUBCKT INV1 1 2 3 0
MN1 3 1 0 0 MODN1 W=4U L=2U
MP1 3 1 2 2 MODP1 W=8U L=2U
CL 3 0 0.1p
.ENDS
```

```
****Deux inv
X1 1 2 3 0 INV1
X2 3 2 4 0 INV1
```

