

Jean-Baptiste BATTAULT  
Sébastien LEMAIRE

# Projet MASTER II SEA

## Conception d'un système Analogique de Morphologie Mathématique en technologie CMOS

Tuteur : M. BINCKZAK

*Année universitaire 2004-2005*



Laboratoire  
Electronique  
Informatique  
Image

# [ Plan de la présentation ]

---

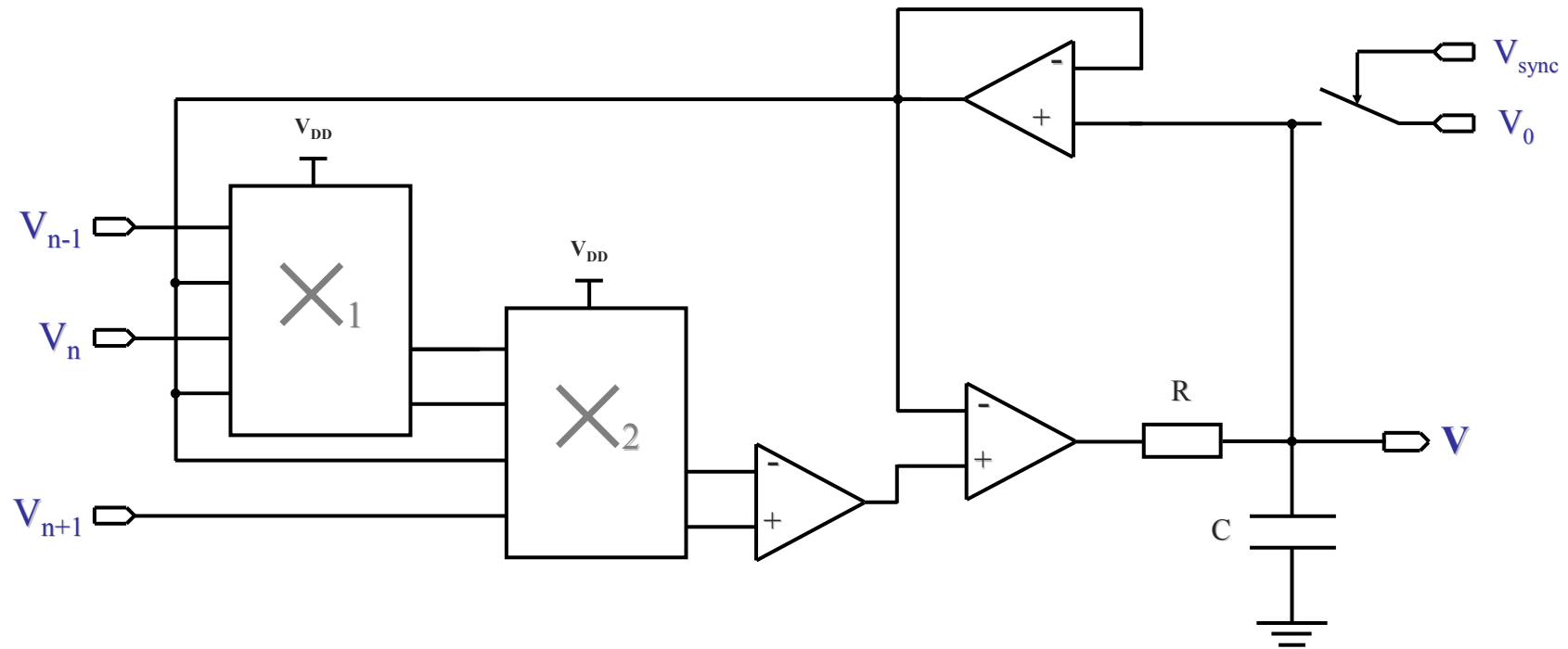
- Présentation du projet
- Système analogique
  - OTA
  - Cellule de Gilbert
  - Système global
- Conclusion

# [ Présentation du projet ]

---

- Conception d'un système analogique non-linéaire
- Technologie CMOS
- Morphologie mathématique
- Temps réel

# Présentation du projet



$$\frac{dV}{dt} = \frac{(V - V_{n-1})(V - V_n)(V - V_{n+1})}{R C}$$

- Système analogique original

# [ Présentation du projet ]

---

## ■ Objectifs

- Minimiser le temps de traitement
- Améliorer la stabilité

## ■ Contraintes

- Supprimer la contre-réaction
- Utiliser un OTA

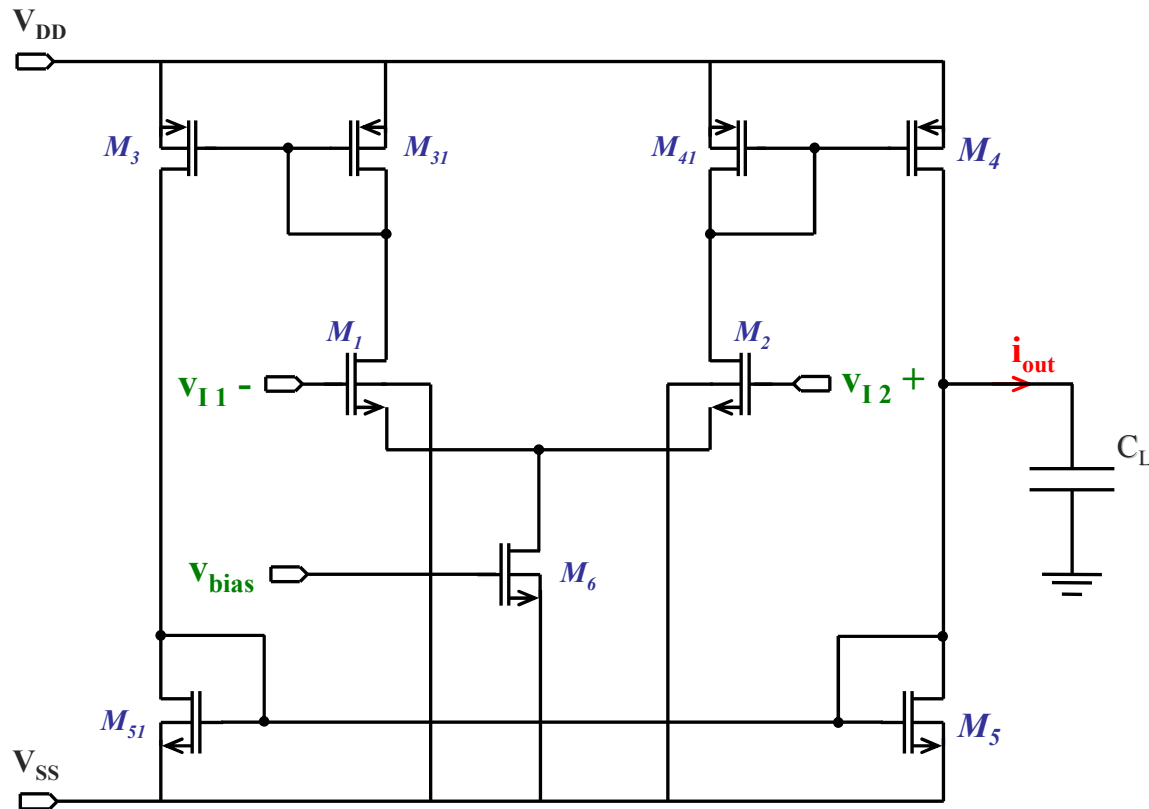
# Systeme analogique

## OTA

- Operational Transconductance Amplifier
  - Entrée en tension
  - Sortie en courant
  - Contrôle de la transconductance par un  $I_{bias}$  ou un  $V_{bias}$

# Systeme analogique

## OTA



- OTA  $\Rightarrow$  Aop sans ampli basse impédance en sortie

- $i_{out} = id_4 - id_5$

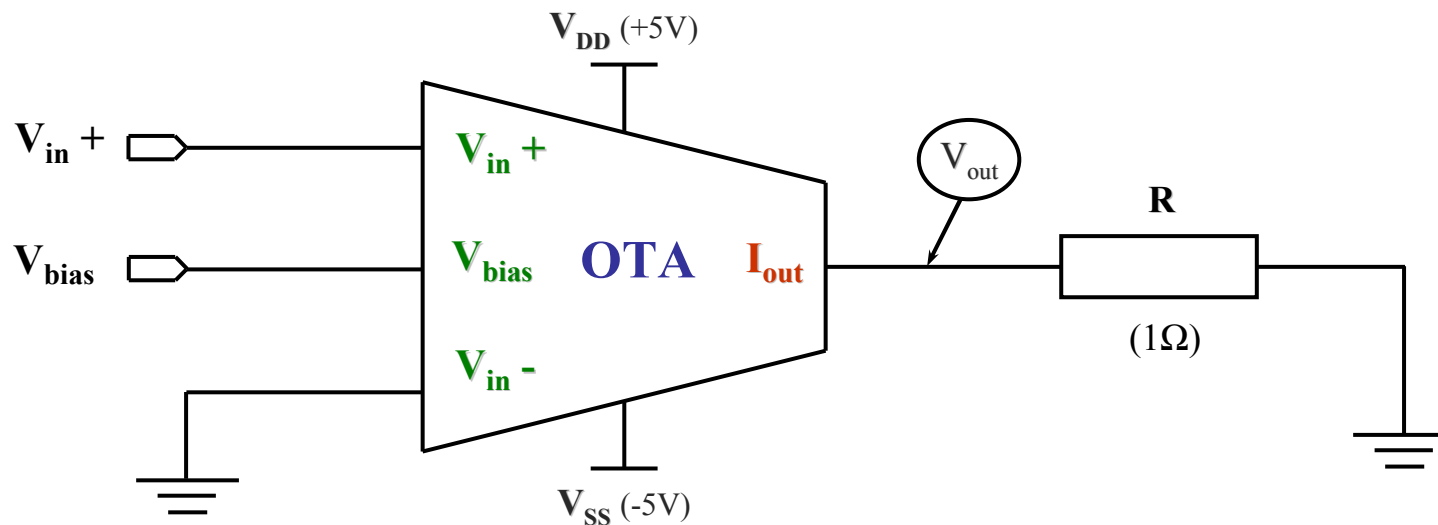
- $g_m = \frac{i_{out}}{v_{I2} - v_{I1}}$

# Systeme analogique

## OTA

### ■ Simulation

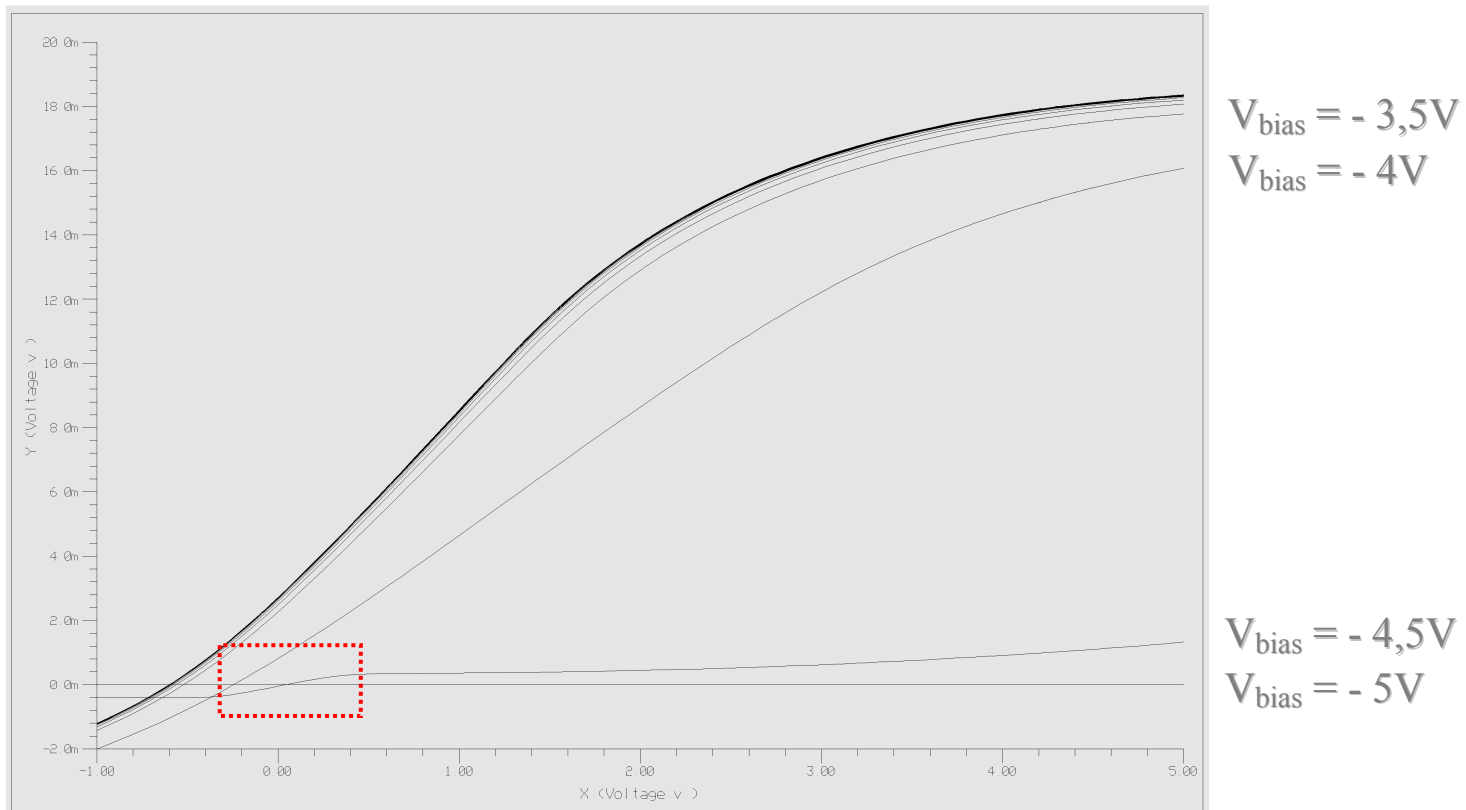
- Taille des transistors :
  - M1 = M2 = 60/3
  - M3 = M31 = M41 = M4 = 400/3
  - M5 = M51 = 30/3
  - M6 = 4000/3



# Systeme analogique

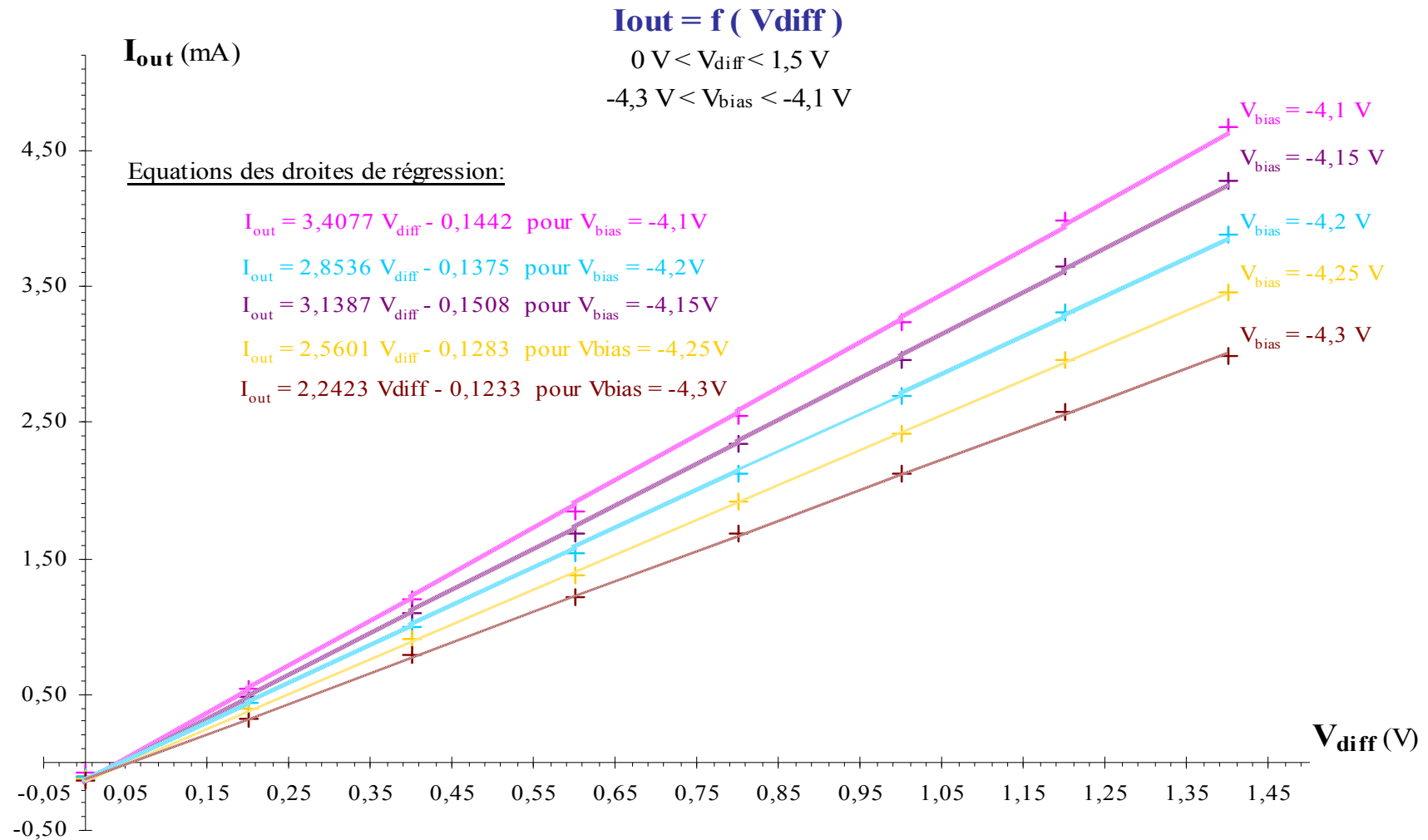
## OTA

- $I_{out} = f(V_{in+})$  pour  $-5V < V_{bias} < +5V$  et  $-1V < V_{in+} < +5V$



# Systeme analogique

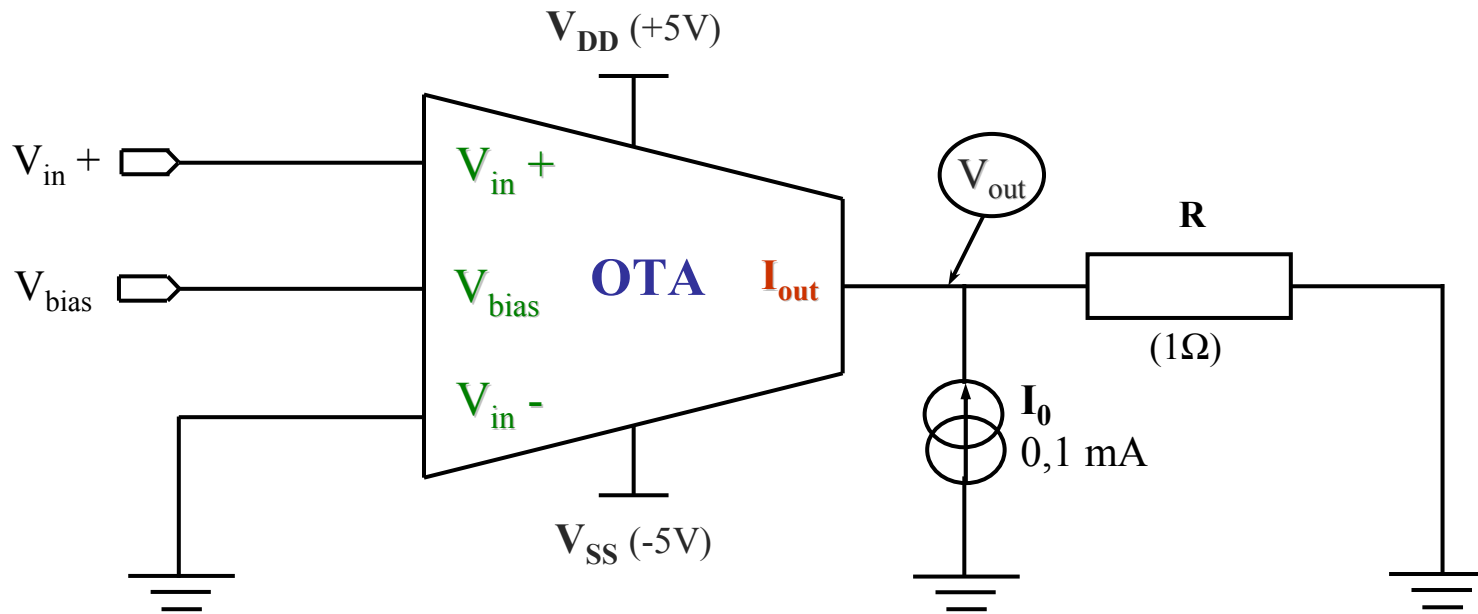
## OTA



# Systeme analogique

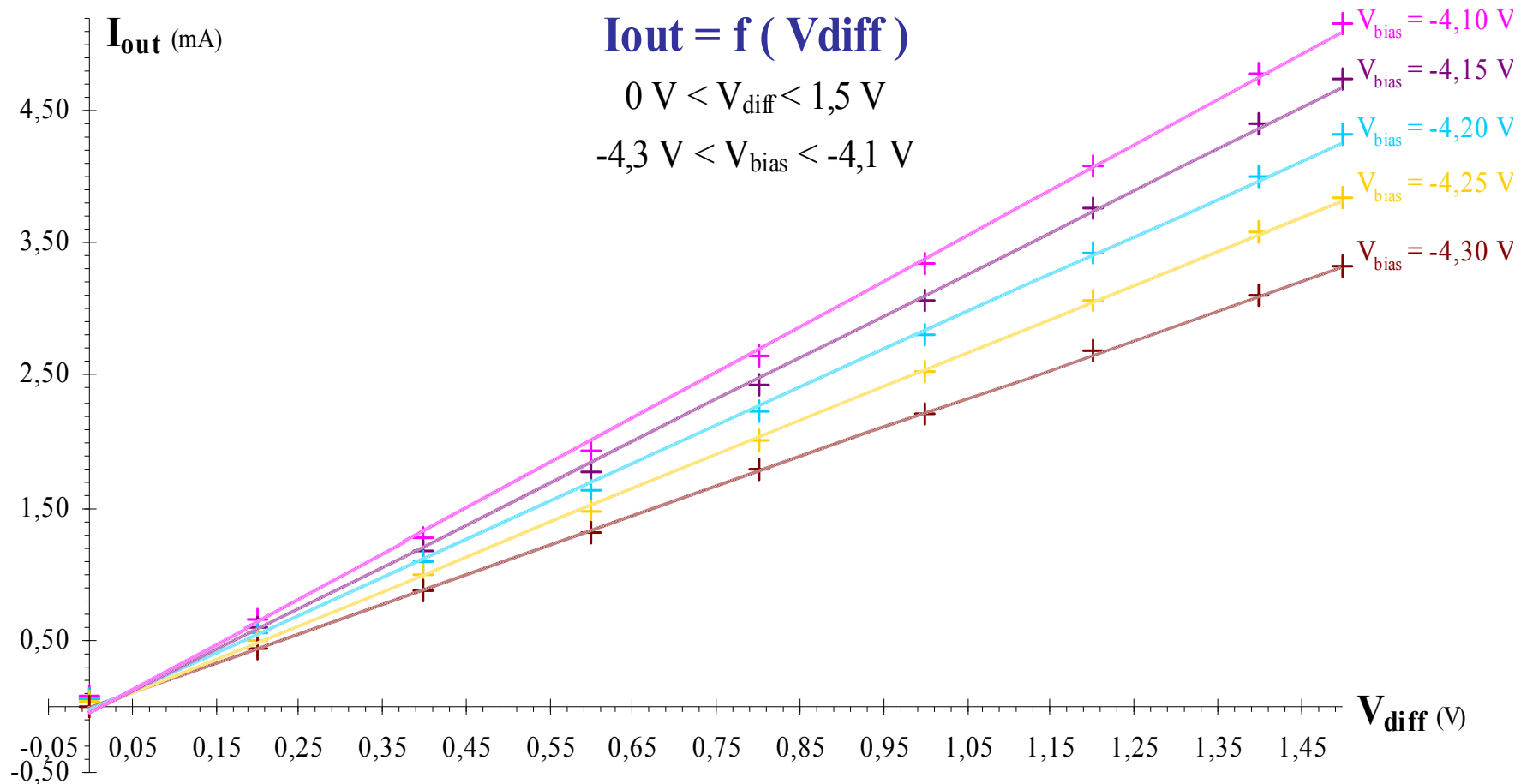
## OTA

### ■ Correction de $I_{out}$



# Systeme analogique

## OTA



# [ Système analogique ]

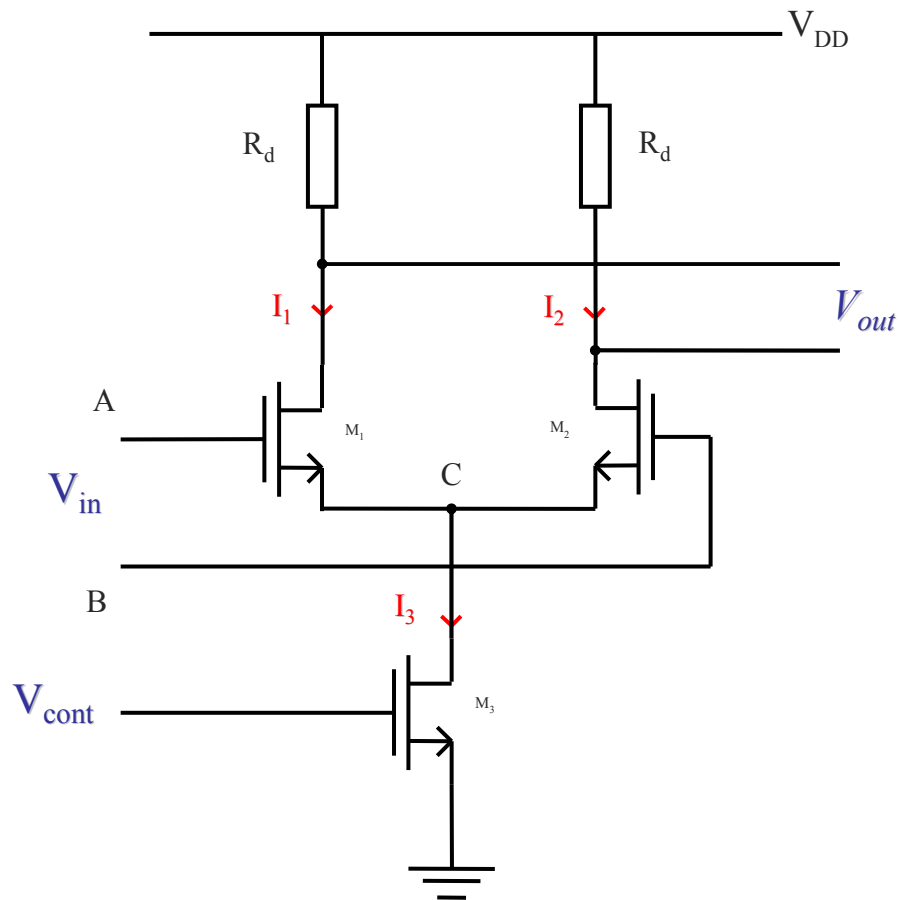
## [ Cellule de Gilbert ]

---

- Amplificateur différentiel
- Multiplieur 4 quadrants
- Mixeur de signaux

# Systeme analogique

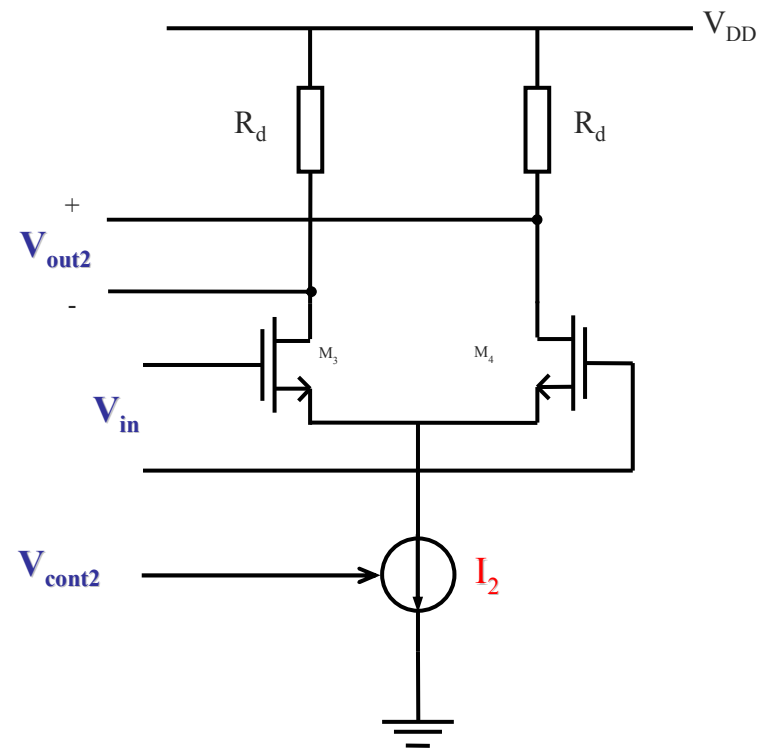
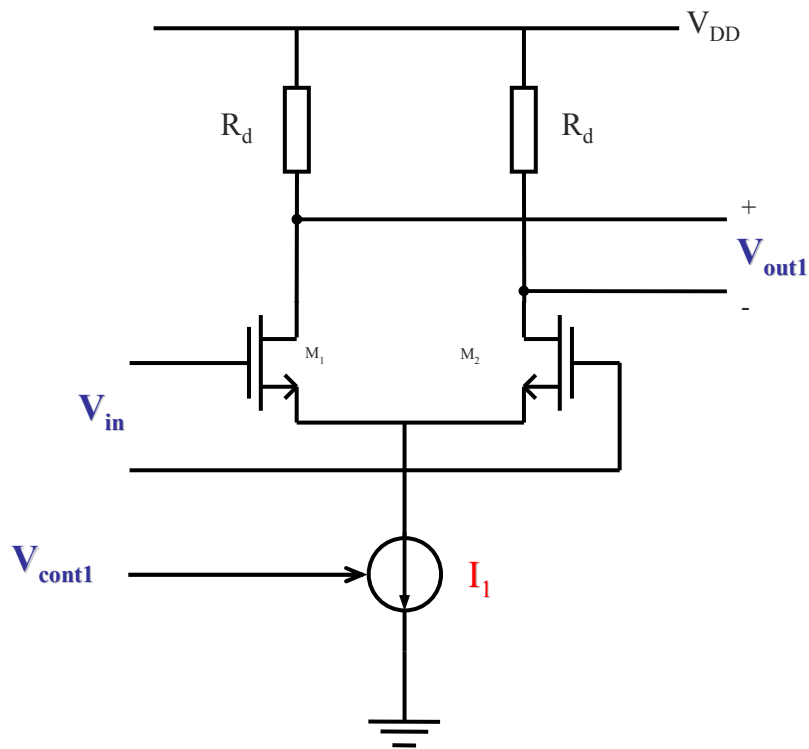
## Cellule de Gilbert



- Paire différentielle
- Gain variable
- Commandable par tension
- $V_{out} = K \cdot f(V_{cont}) \cdot V_{in}$

# Systeme analogique

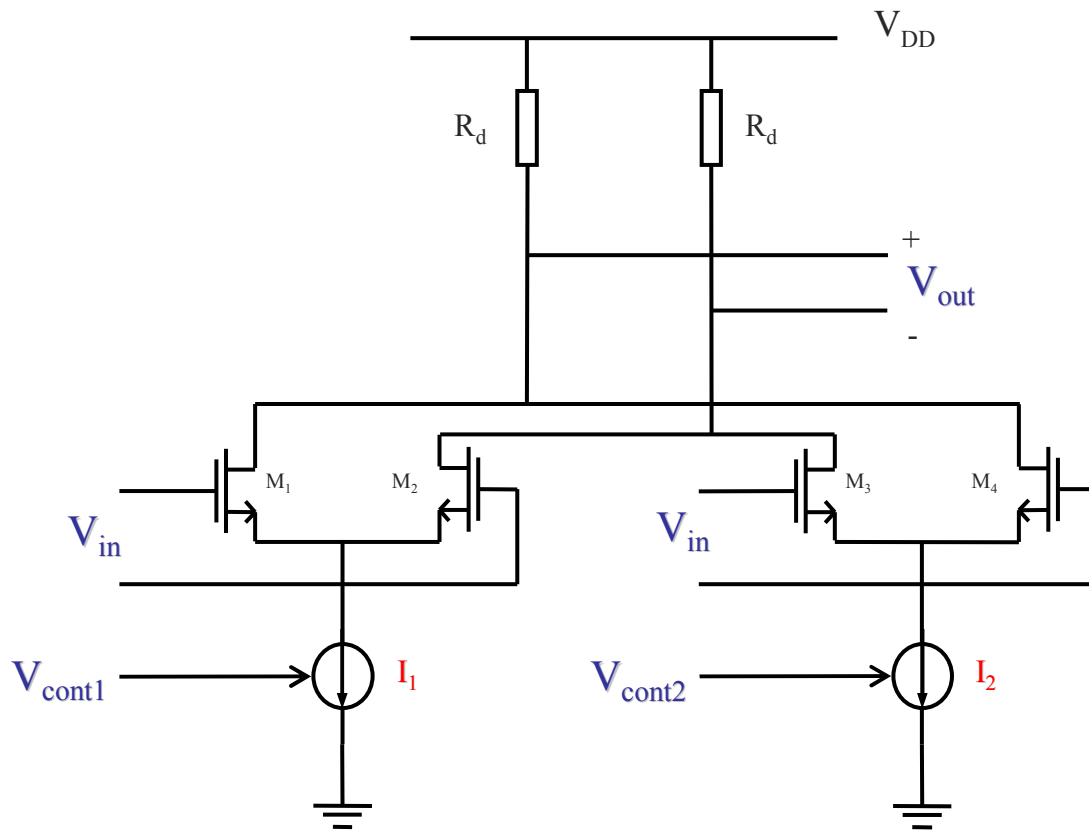
## Cellule de Gilbert



$$\frac{V_{out1}}{V_{in}} = -g_m \cdot R_d \quad \text{et} \quad \frac{V_{out2}}{V_{in}} = +g_m \cdot R_d$$

# Systeme analogique

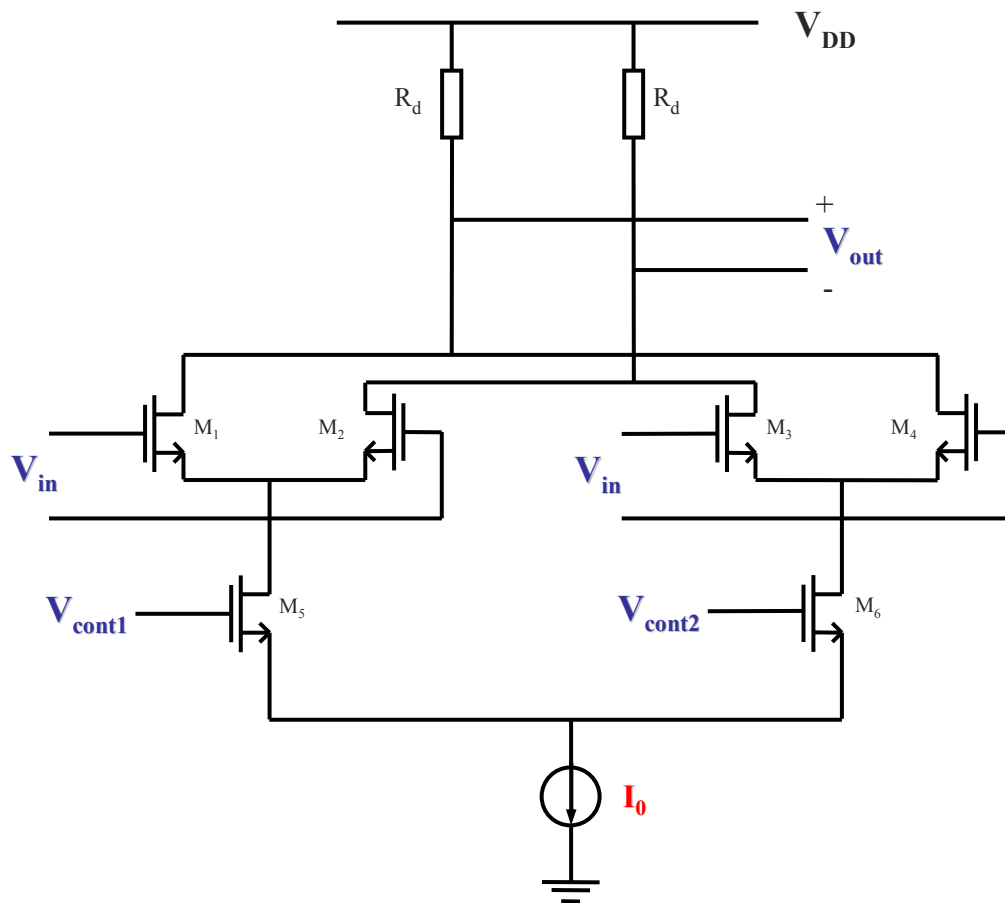
## Cellule de Gilbert



- Correspondance des drains
- Sommation des courants

# Systeme analogique

## Cellule de Gilbert



- $I_1$  et  $I_2$  varient de façon opposée
- Nouvelle paire différentielle

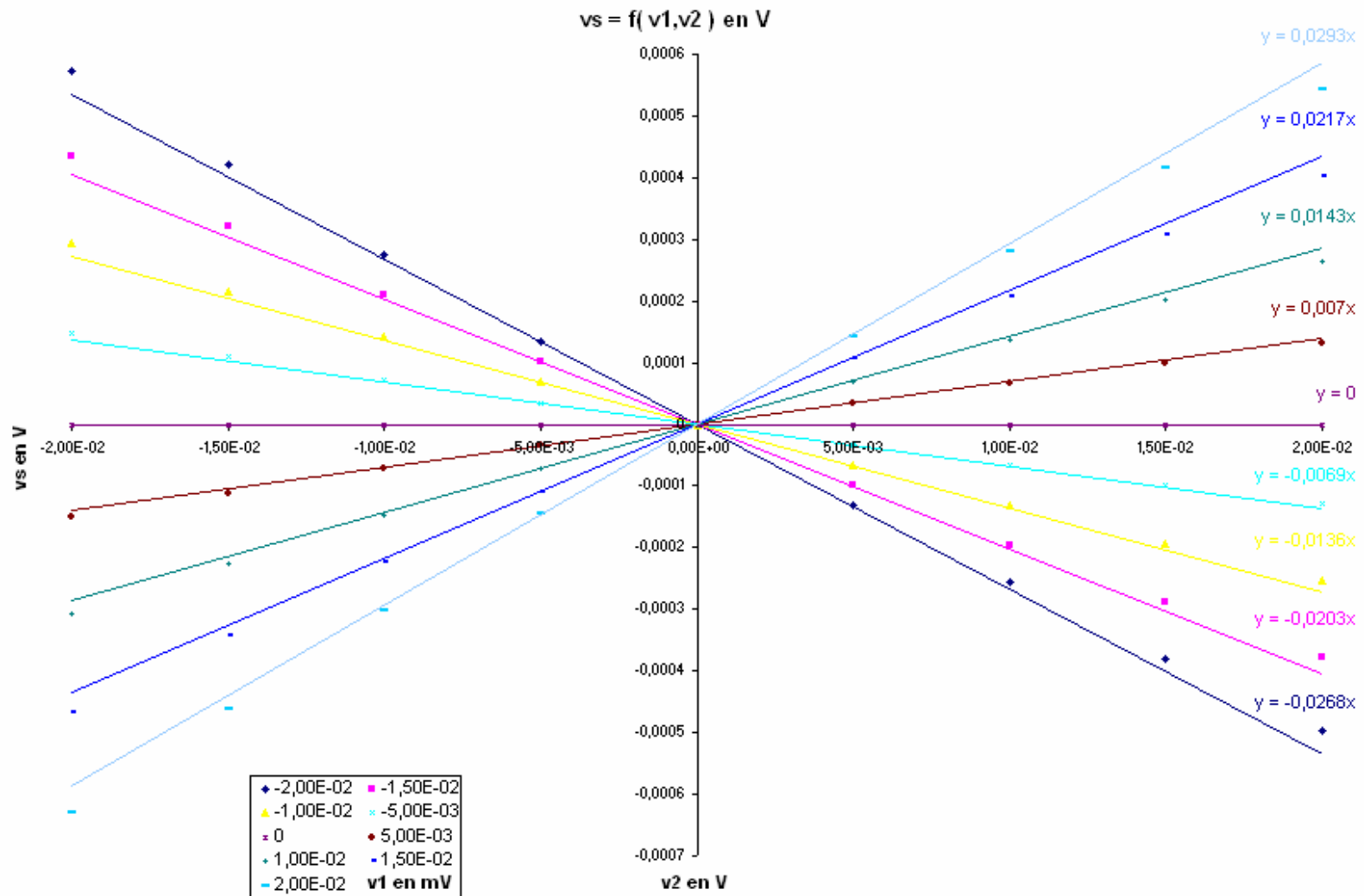
$$V_{cont} = V_{cont1} - V_{cont2}$$





# Systeme analogique

## Cellule de Gilbert



# Systeme analogique

## Cellule de Gilbert

### ■ Résultats

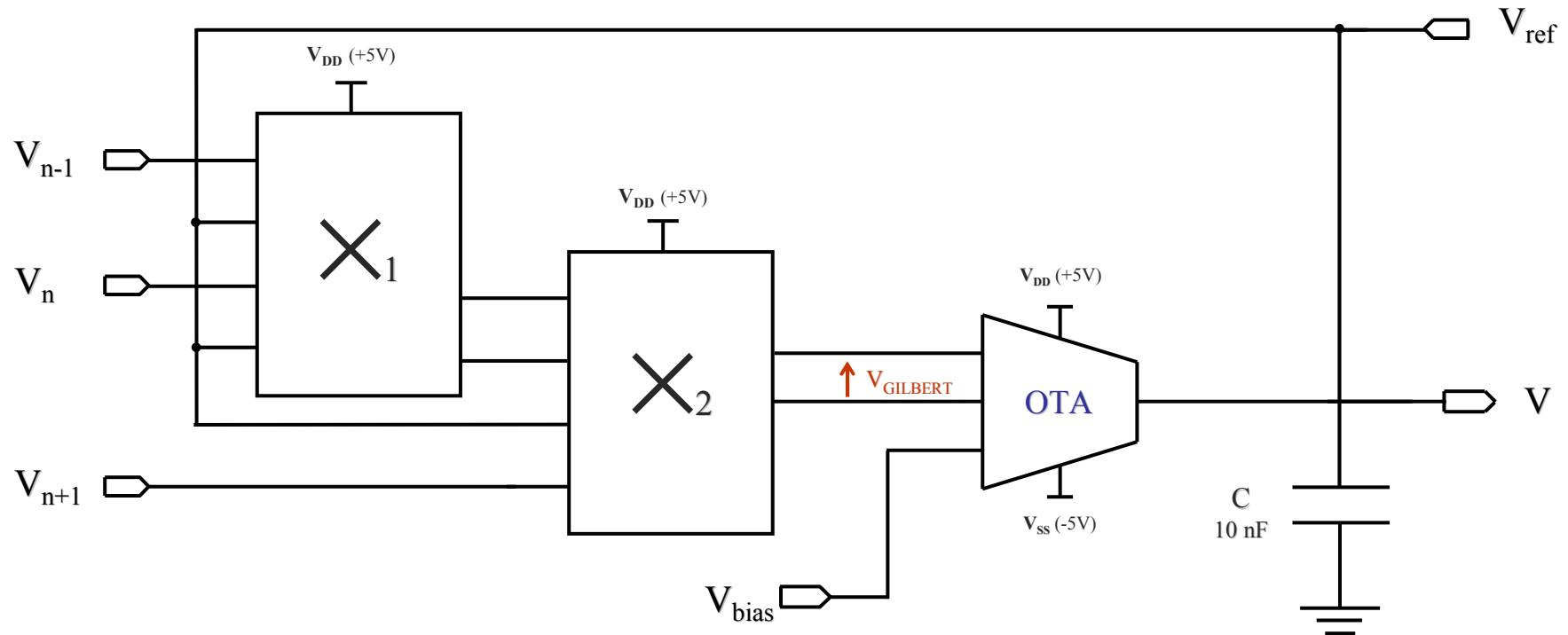
$$\circ \begin{cases} V_{out} = \alpha \cdot V_{in} \cdot V_{cont} \\ \alpha \neq 1 \end{cases} \Rightarrow \alpha \approx 1.45$$

### ■ Gain unitaire ?

■  $\Rightarrow$  Ordre de grandeur OTA (mV en entrée)

# Systeme analogique

## Systeme global



$$\frac{dV}{dt} = \frac{g_m}{C} (V - V_{n-1}) (V - V_n) (V - V_{n+1})$$

■ Schéma final

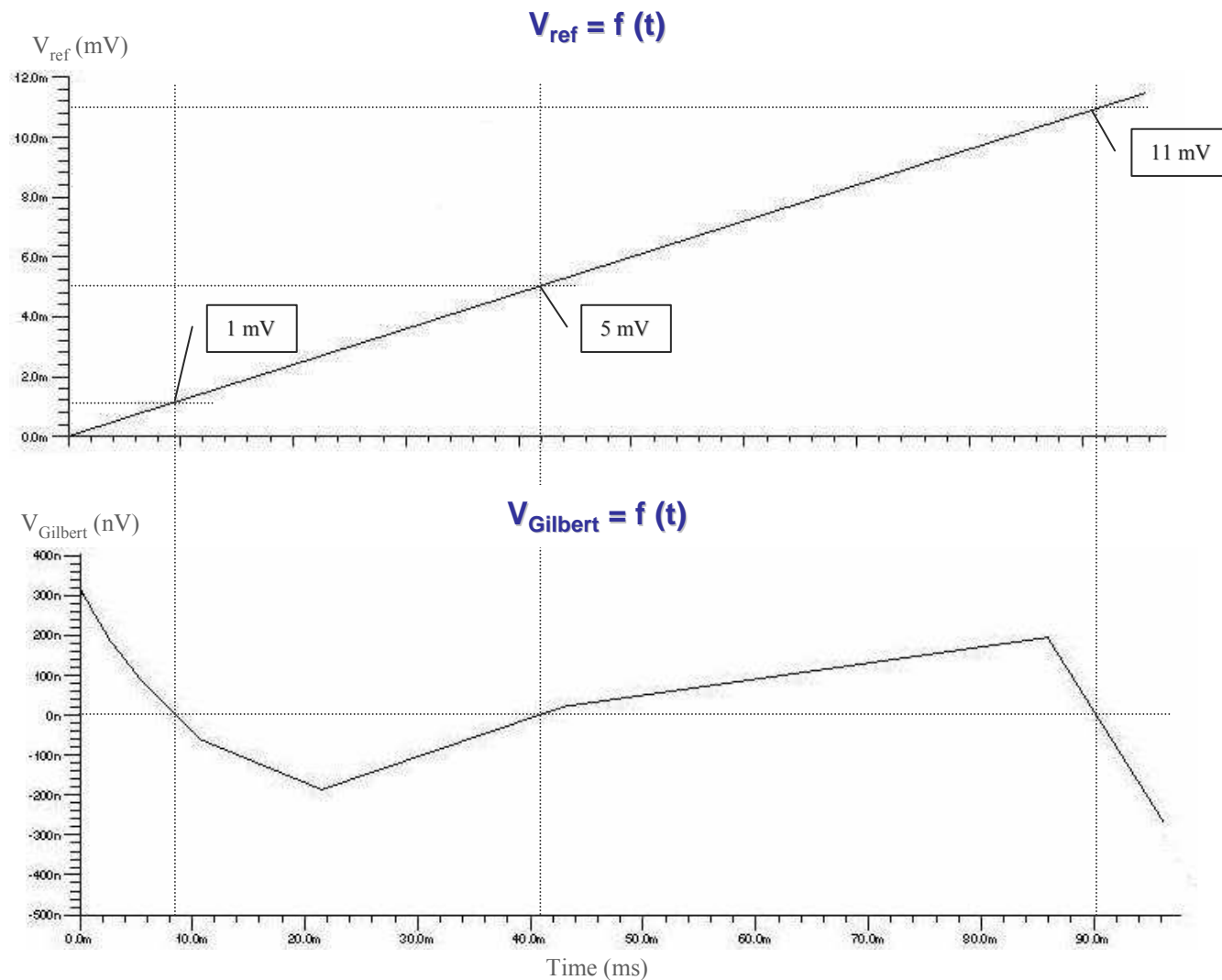
# Systeme analogique

# Systeme global

$$V_{n-1} = 1 \text{ mV}$$

$$V_n = 5 \text{ mV}$$

$$V_{n+1} = 11 \text{ mV}$$



# Conclusion

- Incompatibilité entre cellule de Gilbert (nV en sortie) et OTA (mV en entrée)
- Travail sur  $R_d$  et  $I_0$  insuffisant
- Modification taille transistors (W/L)

[ Fin de la présentation ]

---

MERCI DE VOTRE ATTENTION