



POLITECNICO DI TORINO  
Repository ISTITUZIONALE

Microwave device optimization through efficient numerical simulation

*Original*

Microwave device optimization through efficient numerical simulation / Tisseur R.; Bertazzi F.; Bonani F.; Donati Guerrieri S.; Ghione G.. - (2010). ((Intervento presentato al convegno XLII riunione annuale del Gruppo Elettronica nel Monte Porzio Catone.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2370560 since:

*Publisher:*

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

# MICROWAVE DEVICE OPTIMIZATION THOUGH EFFICIENT NUMERICAL SIMULATION

*Riccardo Tisseur, Francesco Bertazzi, Fabrizio Bonani,*

*Simona Donati Guerrieri, Giovanni Ghione*

*Istituzione : Dipartimento di Elettronica - Politecnico di Torino*

*Indirizzo mail : [riccardo.tisseur@polito.it](mailto:riccardo.tisseur@polito.it)*



# Sommario

- ❑ Introduzione e obiettivi
- ❑ Sensitivity e funzioni di Green
- ❑ Esempio: MESFET con Field Plate
  - Ottimizzazione del Field Plate per un dispositivo di potenza
- ❑ Conclusioni

# Introduzione e obiettivi

Ottimizzazione di dispositivi per l'elettronica delle microonde (ad es. applicazioni wireless)



Simulazioni numerica a livello fisico

- sensitivity da strumenti TCAD

**SYNOPSYS**  
Predictable Success

Le quantità elettriche per le quali si vuole valutare la sensibilità non possono essere estratte direttamente

necessità

**Implementazione di un simulatore in house**

# Sensitivity & Funzioni di Green

□ Variazione di un parametro elettrico  $\gamma$  in funzione di un parametro tecnologico  $\sigma$   
(variazione della tensione di soglia di un FET in funzione del drogaggio nel canale)

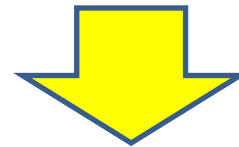


$$S_{\sigma}^{\gamma} = \frac{\partial \gamma}{\partial \sigma}$$

□ Valutazione diretta della sensitivity richiede numerose simulazioni



**time consuming**




Per piccole variazioni si può utilizzare un approccio linearizzato

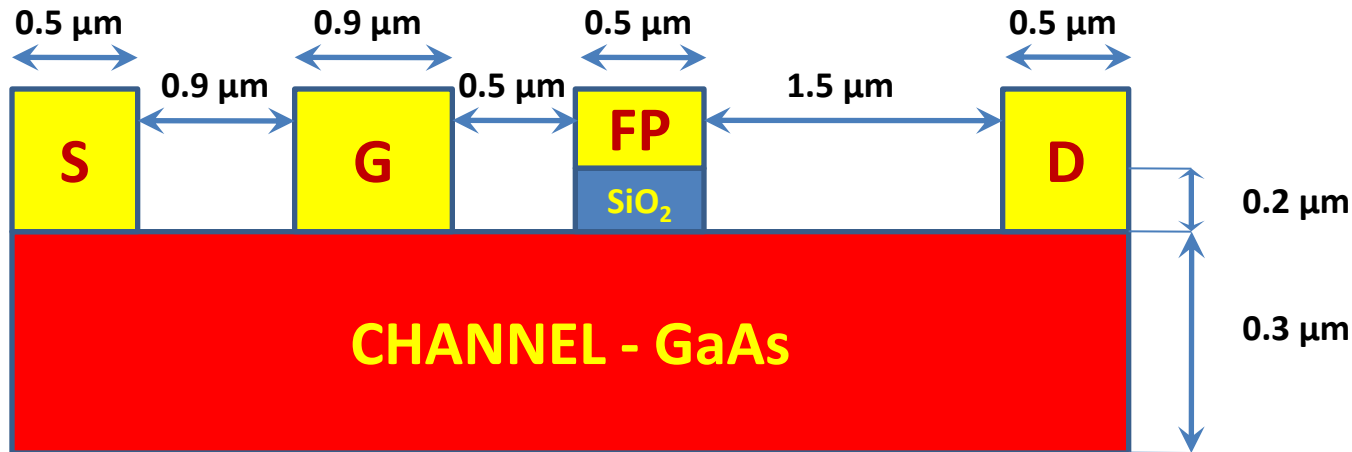


La derivata può essere utilizzata in un processo di **ottimizzazione gradient-based**

# Esempio: un MESFET con Field Plate

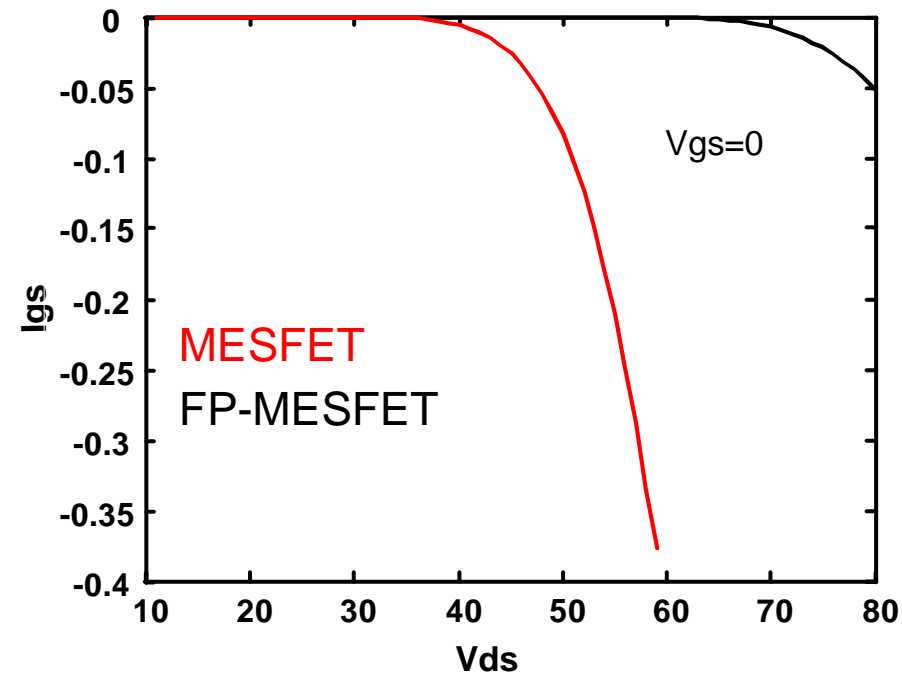
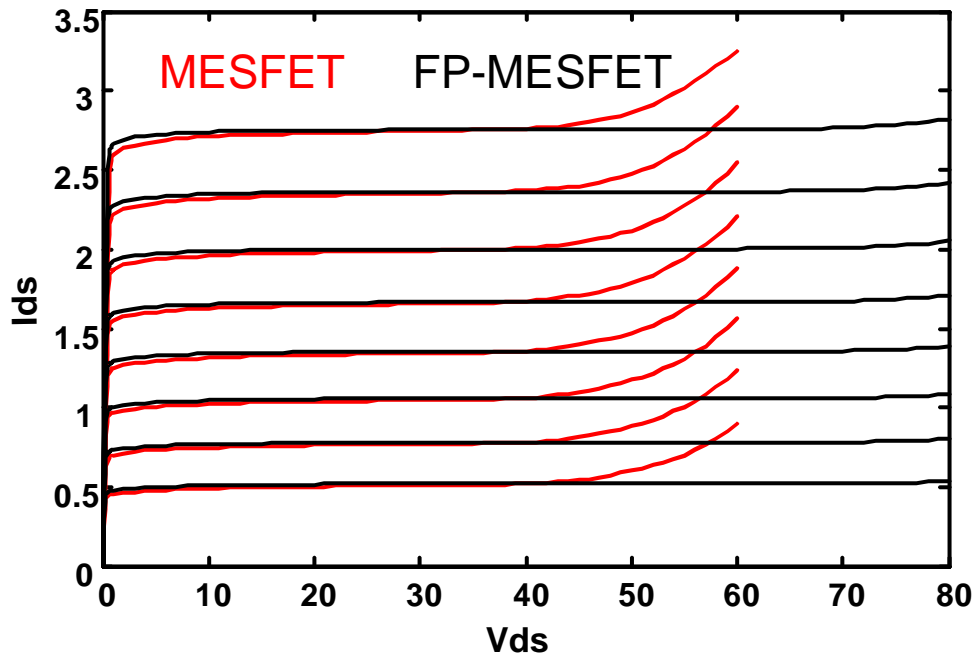
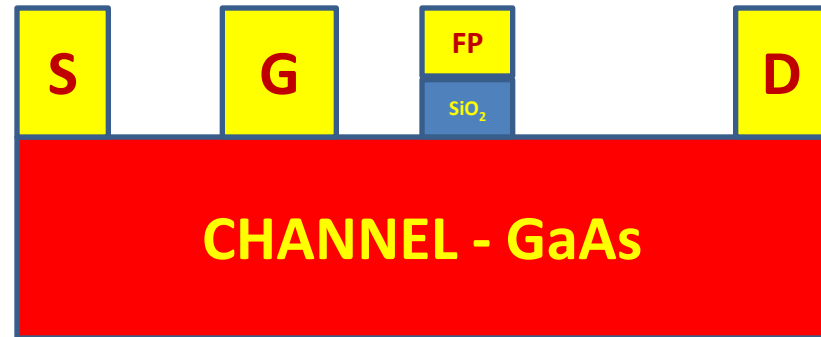
Valutazione delle performance elettriche in funzione dei parametri tecnologici d'interesse

**Obiettivo**  Sensibilità della tensione di breakdown di un FP-MESFET rispetto alla geometria e parametri fisici del FP



# Caratteristiche statiche con e senza FP

L'introduzione del Field Plate FP aumenta la tensione di breakdown del MESFET



# Sensitivity delle correnti di drain e gate in valanga al variare dello spessore di SiO<sub>2</sub> (modello equivalente)

▪ Risolviamo Poisson nell'ossido  $\longrightarrow \nabla(\varepsilon E) = 0$   $\xrightarrow{\text{linearizzo}}$   $\nabla(\varepsilon \delta E) = 0$

▪ Variando  $\varepsilon \rightarrow \varepsilon_0 + \delta\varepsilon$   $\longrightarrow \nabla[(\varepsilon_0 + \delta\varepsilon)(E_0 + \delta E)] = 0$

$$\longrightarrow \nabla(\varepsilon_0 \delta E) = -\nabla(E_0 \delta\varepsilon)$$

▪ La sensibilità viene valutata tramite l'integrale sul volume di una distribuzione locale della sensibilità. Quest'ultima è espressa tramite la funzione di Green.

$$\delta I = -\int_V G \nabla (E_0 \delta\varepsilon) \, d\mathbf{r}$$

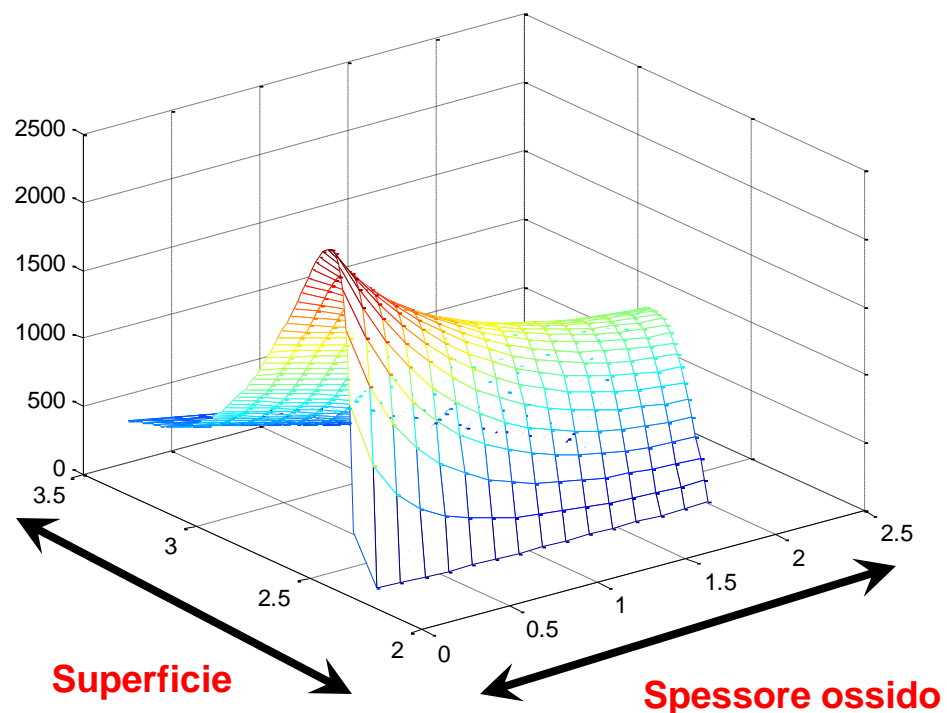
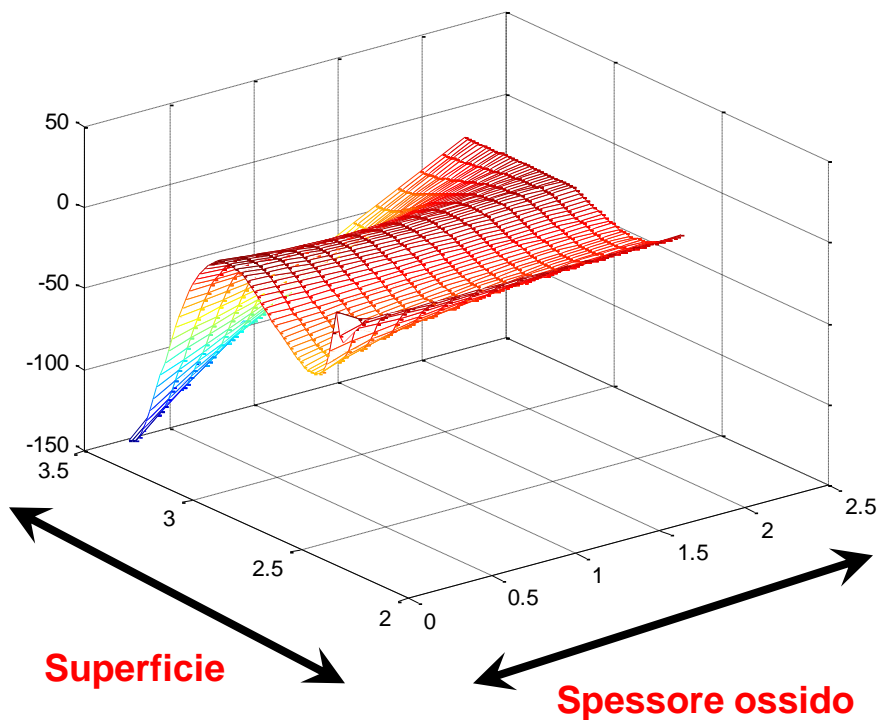


# Funzione di Green scalare del Gate e del Drain

➤ Gate

➤ Drain

$V_{gs}=0$   $V_{ds}=80$

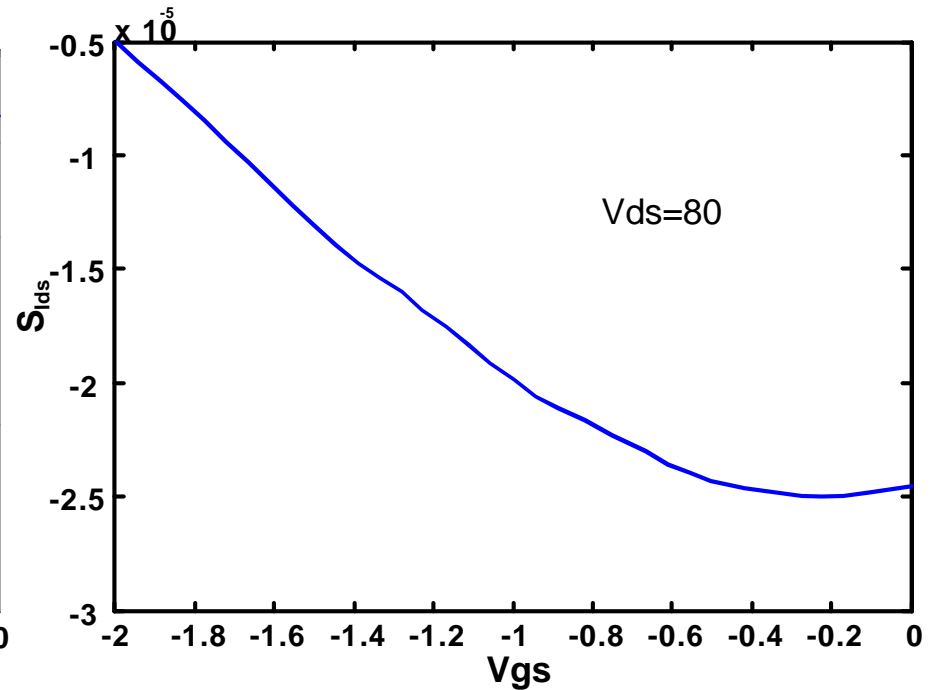
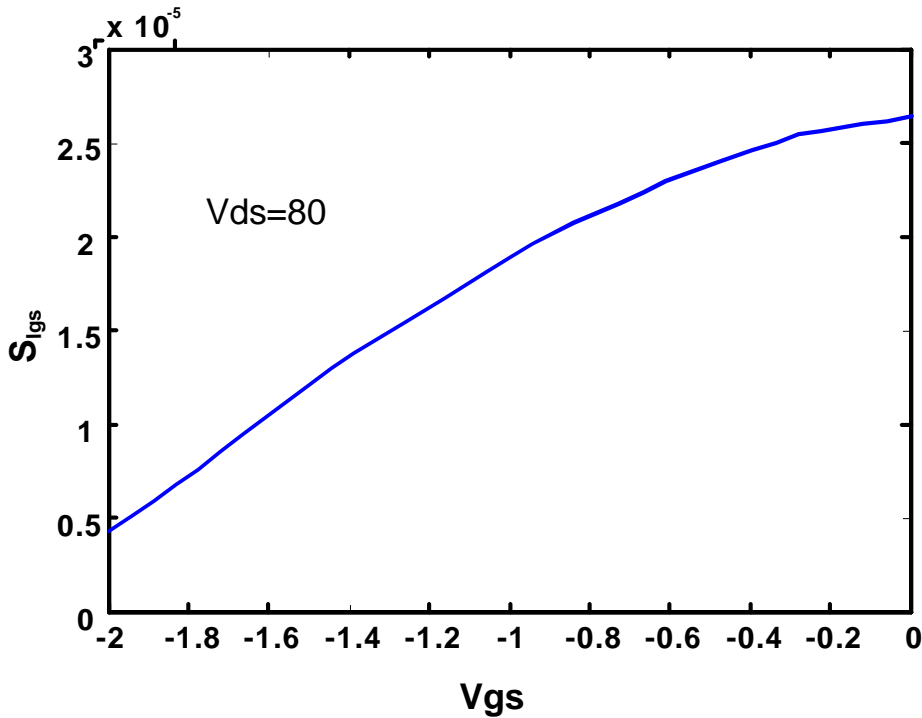


# Sensitivity della corrente vs. $\delta\epsilon$

➤ Gate

➤ Drain

**Vds=80**



# Conclusioni

## Future work:

- Aggiungere l'integrale di ionizzazione come variabile di uscita per la funzione di Green
- Dimostrare che la tecnica proposta è in grado di effettuare la ottimizzazione della struttura del Field Plate
- Estendere la analisi al caso di un HEMT GaN