

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



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 γ in funzione di un parametro tecnologico σ
(variazione della tensione di soglia di un FET in funzione del drogaggio nel canale)

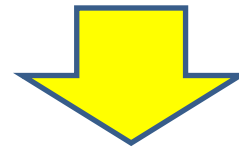


$$S_{\sigma}^{\gamma} = \frac{\partial \gamma}{\partial \sigma}$$

□ Valutazione diretta della sensitivity richiede numerose simulazioni



time consuming




Per piccole variazioni si può utilizzare un approccio linearizzato

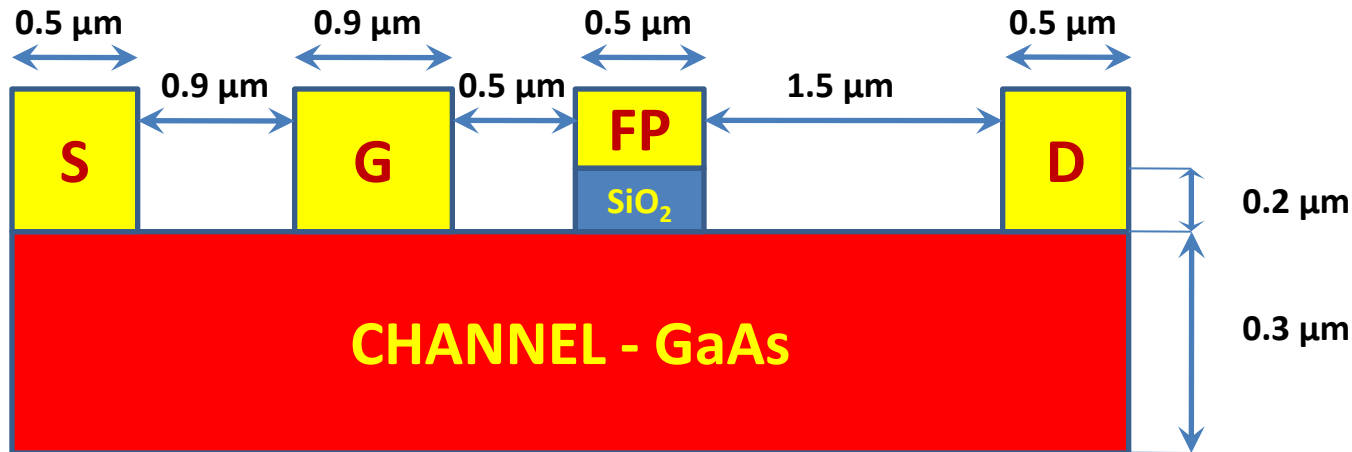


La derivata può essere utilizzata in un processo di **ottimizzazione gradient-based**

Esempio: un MESFET con Field Plate

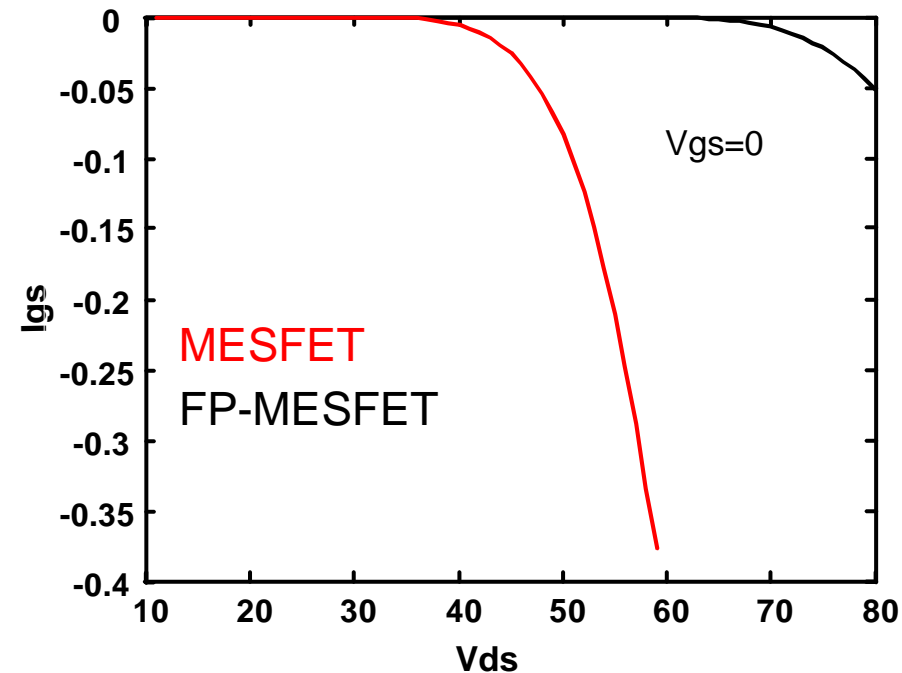
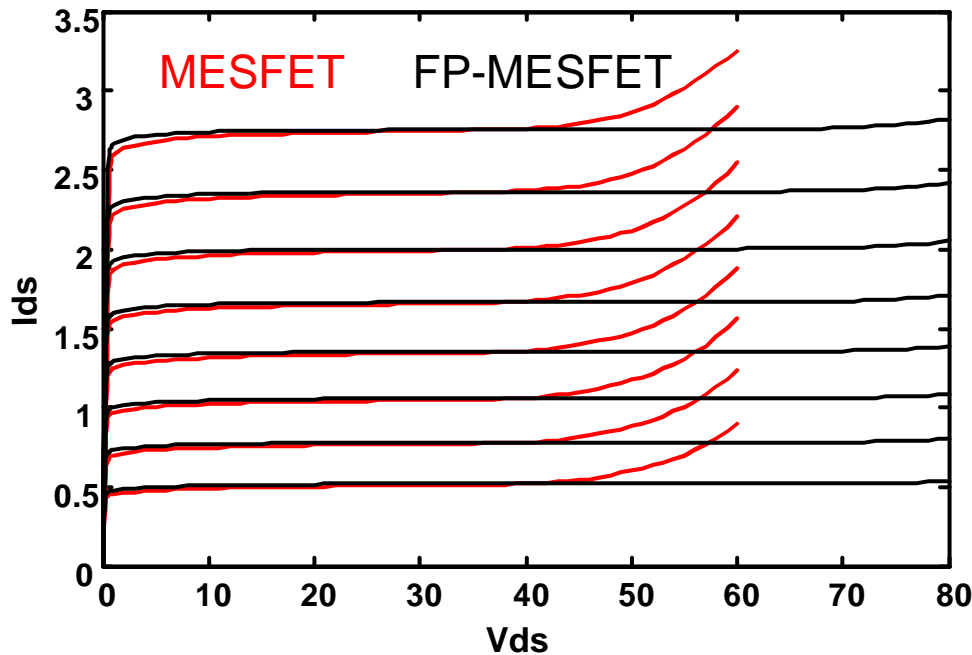
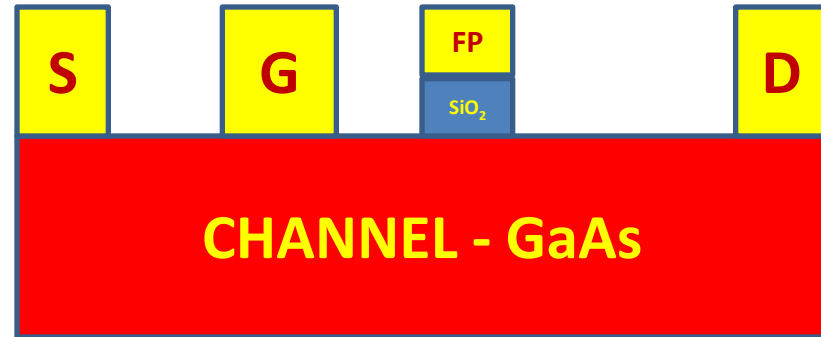
Valutazione delle performance elettriche in funzione dei parametri tecnologici d'interesse

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 SiO₂ (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.

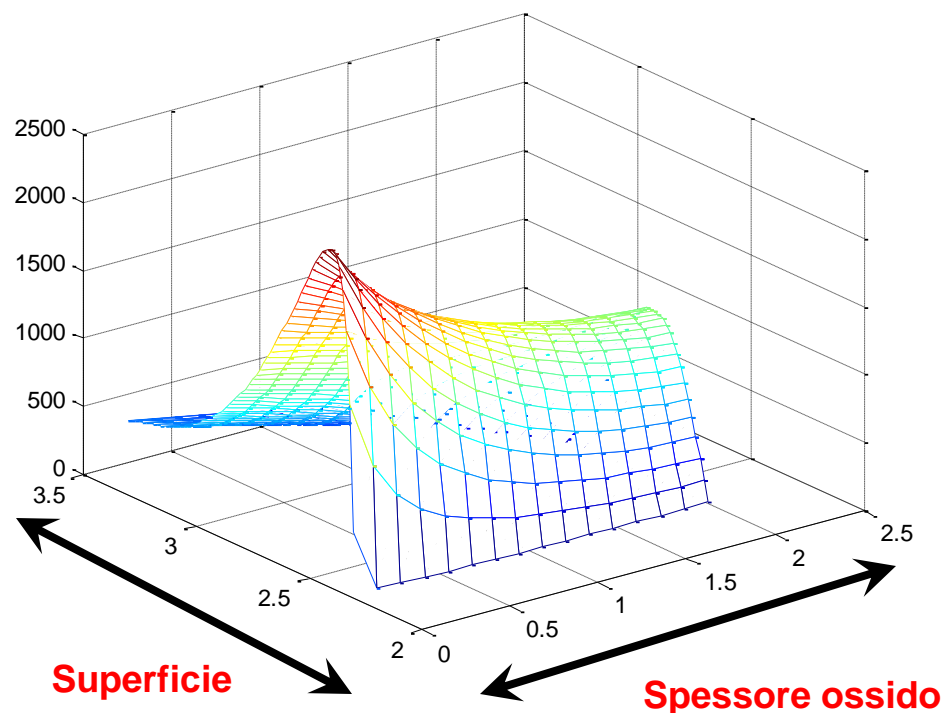
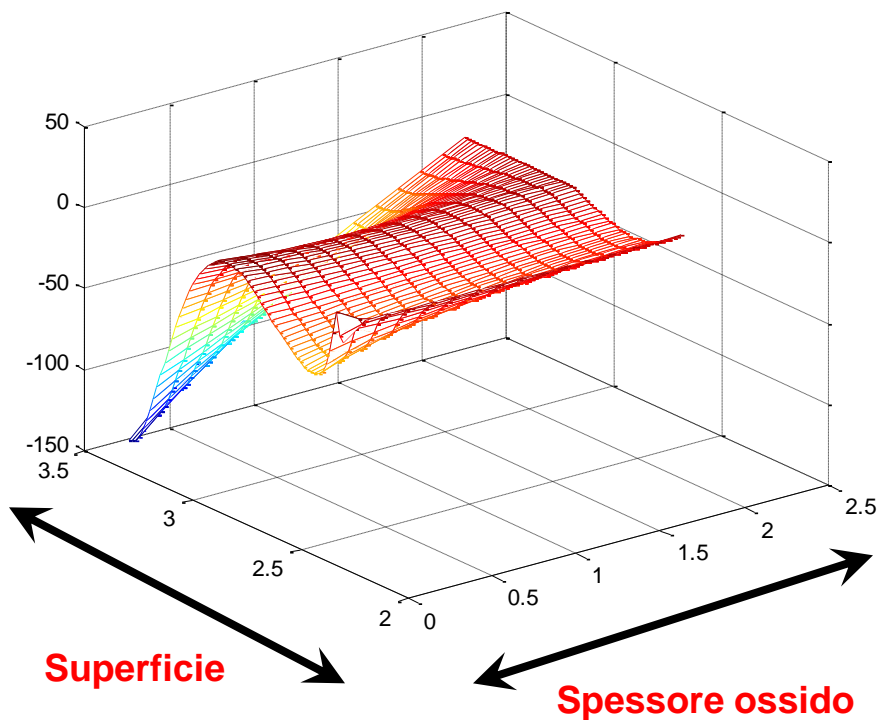
$$\delta I = -\int_V G \nabla (E_0 \delta\varepsilon) \, d\mathbf{r}$$

Funzione di Green scalare del Gate e del Drain

➤ Gate

➤ Drain

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

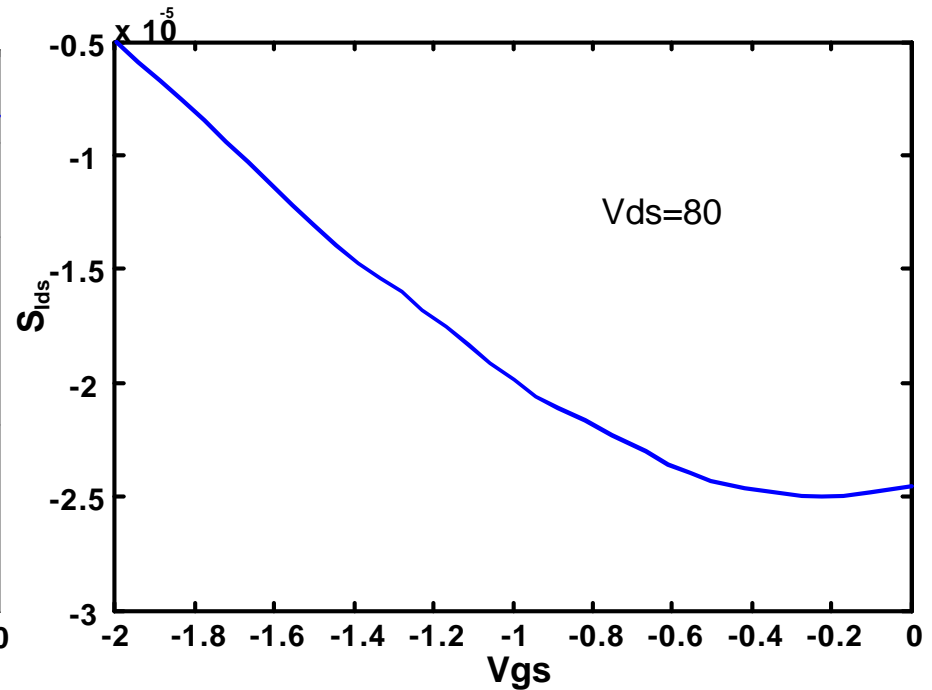
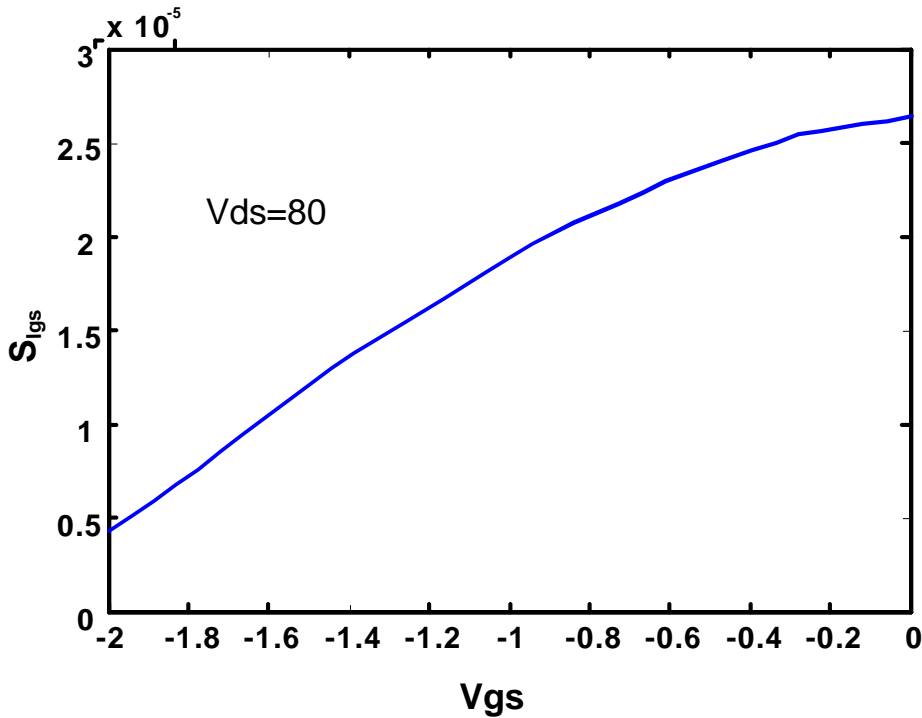


Sensitivity della corrente vs. $\delta\epsilon$

➤ 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