

# Progetto di Ricerca

## Titolo del Progetto di Ricerca:

### **“Simulazioni TCAD di celle di protezione da scariche elettrostatiche integrate in tecnologia Smart Power ed analisi delle prestazioni”**

Il progetto proposto riguarda lo sviluppo di strumenti di simulazione applicati al comportamento elettrotermico di celle di protezione da ESD per applicazioni ad alta tensione, come ad esempio l'ambito automobilistico (>20 V). In particolare, alcuni dispositivi già presenti in letteratura, come il transistor SCR-LDMOS (Silicon-Controlled Rectifier laterally diffused Metal-Oxide-Semiconductor), mostrano una condizione di snapback ottimale e una altissima robustezza al danneggiamento termico, ma mostrano caratteristiche di tensione di holding troppo basse per trovare una giusta applicazione in tecnologie con tensioni nominali superiori a 20V. Esistono inoltre altri aspetti di analisi, relativi ai diversi tempi di stress elettrico, che richiedono l'uso di simulazioni numeriche per una corretta interpretazione fisica. Per tale motivo lo studio proposto sarà affrontato utilizzando prevalentemente la simulazione numerica con dominio 2D in modo da comprendere a fondo la causa delle condizioni di rottura o fallimento dei dispositivi SCR-LDMOS più promettenti. Ciò permetterà di sviluppare una metodologia basata sul TCAD e di comprendere e predire il comportamento fisico dei dispositivi in condizioni di stress diverse.

### **“TCAD simulations of ESD protection cells in Smart Power technology and performance analysis”**

In this project the development of software tools for the simulation of the electrothermal behavior of ESD protection cells for high-voltage (>20V) applications, as e.g. in the automotive, will be addressed with different approaches.

More specifically, some already available devices, as the SCR-LDMOS (Silicon-Controlled Rectifier laterally diffused Metal-Oxide-Semiconductor) transistor do feature optimal snapback and they represent a very desirable trade-off between area and robustness, but they suffer of a very low holding voltage which is not suitable for the protection of smart-power technologies with nominal voltages larger than 20 V. There are also other issues related to the different stress time durations, which need to be investigated and checked with numerical simulations for a correct physical understanding. To this purpose, numerical simulations in 2D domain will be addressed in order to understand the root-cause of the SCR-LDMOS failure conditions under different stress conditions. This will be useful to devise the best TCAD methodology and fully understand the physical behavior of such devices.

# Piano di Formazione

## **Titolo del Progetto di Ricerca:**

**“Simulazioni TCAD di celle di protezione da scariche elettrostatiche integrate in tecnologia Smart Power ed analisi delle prestazioni”**

**Tutore: Prof. Susanna Reggiani**

## **Obiettivi formativi:**

Formazione di un ricercatore esperto nel settore della simulazione numerica e dell'analisi di dispositivi avanzati per applicazioni di potenza. In aggiunta a ciò, l'assegnista maturerà una significativa esperienza nelle metodologie di sviluppo di modelli fisici e nella caratterizzazione dei dispositivi di potenza per applicazioni ESD.

Programma dell'attività di formazione:

Il progetto formativo che si accompagna al progetto di ricerca descritto ha quattro obiettivi principali:

- 1 - fornire competenze riguardo la caratterizzazione sperimentale di dispositivi a semiconduttore e dei processi di protezione da scariche elettrostatiche;
- 2 - fornire competenze sia specifiche che d'insieme circa i modelli e le tecniche di simulazione numerica di sistemi fisici complessi;
- 3 - fornire competenze relative alle problematiche indotte dai meccanismi di iniezione di carica in dispositivi di potenza per tempi di stress molto veloci;
- 4 - fornire competenze circa l'organizzazione e la stesura di report tecnici e articoli su riviste scientifiche internazionali.

L'attività formativa relativa agli obiettivi di cui sopra sarà sviluppata come segue:

1. Acquisizione di esperienza nella simulazione di celle di protezione da ESD ed analisi delle più promettenti architetture dello stato dell'arte.
2. Sviluppo dei set-up di simulazione più appropriati per l'analisi fisica e la caratterizzazione dei dispositivi studiati nel progetto.
3. Studio della letteratura riguardante i materiali più promettenti per dispositivi di potenza ad alte tensioni.
4. Identificazione delle carenze nei modelli fisici già esistenti negli strumenti TCAD a disposizione ed eventuale sviluppo di nuovi modelli.

Nel corso dell'attività l'assegnista terrà mensilmente seminari volti alla presentazione dei risultati intermedi ottenuti durante lo sviluppo della ricerca. L'assegnista collaborerà alla esecuzione del lavoro tecnico, alla stesura dei rapporti tecnici che descrivono lo stato di avanzamento del progetto e alla proposta e stesura di articoli per possibili pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali.