

Relatore **Dott. Giacomo Sguazzoni**, giacomo.sguazzoni@fi.infn.it
Correlatore **Prof. Raffaello D'Alessandro**, raffaello.dalessandro@unifi.it
Candidato **Andrea Fiaschi**, andrea.fiaschi2@stud.unifi.it

Sviluppo di un sistema innovativo di alimentazione del tracciatore interno di CMS per la fase ad alta luminosità di LHC

L'alimentazione seriale è una tecnologia di frontiera, mai utilizzata prima d'ora in un esperimento di fisica delle alte energie, ma in fase di sviluppo per l'Inner Tracker, il rivelatore a pixel del nuovo Tracciatore di CMS per HL-LHC. A causa delle scelte progettuali dettate dall'elevatissima luminosità istantanea ($5 - 7.5 \cdot 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$) e dalla radiazione (fino a $2.3 \cdot 10^{16} \text{n}_{1 \text{MeV eq}}/\text{cm}^2$, 1.2 Grad), il funzionamento dei due miliardi di canali dell'Inner Tracker richiede 50 – 60 kW. Alimentando in serie i singoli moduli a pixel, questa enorme potenza può essere trasportata riducendo drasticamente la sezione dei cavi e quindi minimizzando gli effetti negativi del materiale passivo sulle prestazioni del rivelatore. Questo è un aspetto cruciale per il successo del nuovo apparato concepito per l'ambizioso programma di HL-LHC, focalizzato sulle misure di precisione nel settore di Higgs e sulle ricerche di nuova fisica oltre il Modello Standard.

Il cuore dello schema di alimentazione seriale è lo ShuntLDO, uno speciale circuito con un regolatore *Low Drop Out* accoppiato ad uno shunt.

In questo lavoro di tesi, svolto tra l'INFN, Sezione di Firenze, e il CERN, Ginevra, Svizzera, ho caratterizzato i prototipi di ShuntLDO realizzati in tecnologia CMOS a 65 nm, con dimensionamento da 0.5 A e 2 A, e lo ShuntLDO presente sul primo prototipo ROC (il *Readout Chip* dell'elettronica di prossimità), RD53A, sviluppato per HL-LHC dalla collaborazione RD53.

Lo ShuntLDO garantisce che il singolo elemento nella catena seriale si presenti come un carico costante essenzialmente resistivo, più un offset di tensione in serie, indipendentemente dai consumi istantanei. Gli eventuali picchi di corrente del ROC sono gestiti localmente. Grazie a queste caratteristiche lo ShuntLDO è estremamente versatile, utilizzabile in configurazione serie e parallelo, aspetto questo cruciale e irrinunciabile per un rivelatore di grande scala e complessità che si basa sulla flessibilità e la modularità dei suoi componenti di base.

Nel lavoro di tesi ho studiato il comportamento di questi dispositivi nelle varie versioni, sia in condizioni stazionarie, sia con carichi dinamici. Le misure che ho effettuato confermano l'affidabilità del principio di funzionamento alla base dello ShuntLDO, dimostrandone la capacità di isolare il ROC da influenze esterne anche in situazioni limite. Ho anche investigato gli aspetti che possono risultare critici nel sistema quali, ad esempio, l'interazione tra lo ShuntLDO e la circuiteria ancillare necessaria per il suo funzionamento specialmente nella fase di accensione.

I risultati che ho ottenuto evidenziano la solidità di questa innovativa tecnologia e permettono di proseguire lo sviluppo verso il progetto finale.