

ALCUNI TEMI DI RICERCA DELL'UNITÀ DI GENOVA

Zahra Ahmadimonfared, Sofien Baazaoui, Matteo Lodi, Alberto Oliveri, Alessandro Ravera, Marco Storace

Università di Genova, Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle
Telecomunicazioni (DITEN)
Via all'Opera Pia 11a, 16145, Genova

Nell'ultimo anno, il nostro gruppo di ricerca, nell'ambito dell'unità di Genova, ha portato avanti ricerche in questi filoni:

- modelli comportamentali non lineari di induttori funzionanti in condizioni di parziale saturazione [1]-[4], anche in collaborazione con INRIM [5] e con applicazioni a convertitori switching;
- metodi per l'analisi di sincronizzazione a cluster in reti complesse di oscillatori [6], in collaborazione con ricercatori dell'università del New Mexico e del CNR;
- metodi per la progettazione di modulatori $\Delta\Sigma$ intrinsecamente immuni alla generazione di toni spuri dovuti a non linearità statiche [7], in collaborazione con lo University College Dublin;
- metodi di ottimizzazione per la determinazione di parametri in reti complesse;
- modellistica di materiali innovativi per la sensorizzazione di robot soft [8];
- progettazione di sistemi di controllo di inverter connessi alla rete elettriche con tecniche grid following e grid forming per la fornitura di servizi di inerzia e damping sintetici e fast reserve [9]-[12];
- progettazione e sintesi di sistemi di controllo predittivo embedded su architetture programmabili [2], [13].

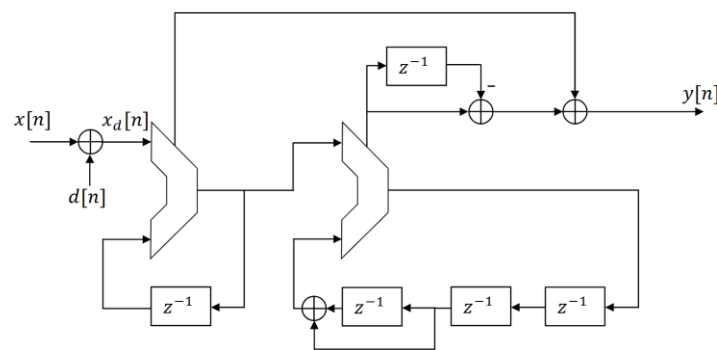


Figura 1: Schema di un modulatore $\Delta\Sigma$ immune ai toni spuri dovuti alle non linearità statiche (INIS 1) [7].

Le attività si sono quindi inquadrate all'interno delle seguenti aree di ricerca di interesse per il gruppo nazionale dei Ricercatori di Elettrotecnica:

- circuiti, reti e sistemi, lineari e non lineari, dinamici e adinamici, mono e multidimensionali, analogici e digitali, deterministici e stocastici; reti neurali;
- circuiti e algoritmi per l'estrazione, il trattamento e la trasmissione dell'informazione;
- circuiti e algoritmi per l'ottimizzazione, la modellazione dei sistemi complessi e l'intelligenza artificiale;
- circuiti, reti e sistemi per la conversione dell'energia;

- problemi inversi e metodi di ottimizzazione per i campi e i circuiti;

Riferimenti bibliografici

- [1] A. Ravera, A. Formentini, M. Lodi, A. Oliveri, M. Passalacqua, M. Storace, "Modelling the effect of air-gap length and number of windings on ferrite-core inductors working up to magnetic saturation in a buck converter," *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 71, N. 12, pp. 5400-5409, 2024, doi: 10.1109/TCSI.2024.3421261.
- [2] A. Ravera, A. Oliveri, M. Lodi, M. Storace, "FPGA implementation of nonlinear model predictive control for a boost converter with a partially saturating inductor," *Electronics*, vol. 14, N. 5, p. 941 (1-19), 2025, doi: 10.3390/electronics14050941. Special Issue "Advanced Control Techniques for Power Converter and Drives".
- [3] A. Ravera, S. Baazaoui, M. Lodi, A. Oliveri, M. Storace, "A black-box approach for generating surrogate data for an amorphous-core inductor working up to magnetic saturation," in *Proceedings of the 2025 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS'2025)*, London, UK, May 25 – 28, 2025, in corso di pubblicazione.
- [4] A. Ravera, S. Baazaoui, M. Lodi, A. Oliveri, M. Storace, "A black-box approach for modeling amorphous-core inductors working up to magnetic saturation," sottoposto per la pubblicazione a *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, special issue per ISCAS 2025.
- [5] A. Ravera, A. Oliveri, M. Lodi, C. Beatrice, E. Ferrara, F. Fiorillo, M. Storace, "Modeling amorphous-core inductors up to magnetic saturation," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 40, N. 1, pp. 1563-1576, 2025, doi: 10.1109/TPEL.2024.3463803.
- [6] M. Lodi, S. Panahi, F. Sorrentino, A. Torcini, M. Storace, "Patterns of synchronized clusters in adaptive networks," *Communications Physics*, vol. 7, N. 1, p. 198 (1-12), 2024, doi: 10.1038/s42005-024-01688-5.
- [7] A. Ravera, V. Mazzaro, M. Storace, M.P. Kennedy, "INIS: A Family of $\Delta\Sigma$ Modulators with inherent spur immunity when interacting with a static nonlinearity," *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers (Early Access)*, doi: 10.1109/TCSI.2025.3561676.
- [8] PRIN 2022 SOFTNESS - Soft robotic arm with bodily awareness.
- [9] Progetto MISE VISTOFARE – Virtual Storage per la Fast Reserve e servizi integrati di inerzia sintetica, peak shaving e load levelling.
- [10] PRIN 2022 DCNanoSyn – Distributed DC nanogrids to restore the system frequency and dynamic stability providing SYNthetic inertia and damping.
- [11] Z. Ahmadimonfared, M. Lodi, A. Oliveri, M. Storace, "Design, realization and testing of a synthetic inertia controller for wind turbine power generators," in *Proceedings of the of the 2024 IEEE Workshop on Complexity in Engineering (COMPENG)*, Firenze, Italy, 22-24 July, 2024.
- [12] V. Baruzzi, A. Rosini, M. Lodi, A. Bonfiglio, A. Oliveri, "Synthetic inertia estimation in the presence of measurement noise and delays: An application to wind turbine generators," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 166, p. 110511 (1-5), 2025.
- [13] PRIN PNRR 2022 LEPCO EX2 – LEarning-based model Predictive Control by EXploration and EXploitation in uncertain environments.