

## Relazione sull'attività didattica e scientifica per il triennio 30/11/2018 - 30/11/2020

Maurizio Ciampa

- **Attività didattica**

L'attività didattica è stata interamente svolta presso la Scuola di Ingegneria dell'Università di Pisa.

- a.a. 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021

- Titolarità del corso di Calcolo Numerico (6 cfu, 72 ore) per il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.

- **Attività scientifica**

I principali argomenti di ricerca sono stati:

- (A) Teoria dei circuiti: Studio di reti resistive contenenti diodi ideali.
- (B) Teoria dei sistemi: Metodi distribuzionali per lo studio di sistemi lineari, continui e tempo-invarianti associati ad equazioni differenziali ordinarie, lineari a coefficienti costanti.

Breve descrizione dei risultati ottenuti:

- (A) Assegnata un a rete  $N$  ottenuta connettendo un numero finito di generatori indipendenti, resistori lineari positivi e diodi con modello ideale, in [1] si sono individuate condizioni topologiche sufficienti a determinare lo stato (aperto o chiuso) di un diodo di  $N$ .

Precisamente, si sono determinati due insiemi di condizioni topologiche – quelle del secondo insieme più intuitive e meno complicate, ma meno potenti, di quelle del primo insieme – tali che, quando verificate da un diodo di  $N$ , lo stato del diodo è determinato e anche indipendente dal valore positivo delle resistenze e dei generatori. Le condizioni possono semplificare, a volte drasticamente, l'usuale procedura esaustiva per determinare le soluzioni di  $N$ . Le condizioni sono basate su un classico teorema della teoria dei grafi: il *colored branch theorem*.

Con le stesse tecniche utilizzate in [1], in [2] i risultati sono stati generalizzati a reti ottenute connettendo un numero finito di generatori indipendenti, resistori lineari *positivi e negativi*, e diodi con modello ideale.

- (B) In [3] si è considerato il problema, usuale in analog signal processing, di determinare un sistema lineare, continuo e tempo-invariante associato ad una equazione differenziale lineare a coefficienti costanti  $P(D)x = Q(D)f$ , ovvero un sistema  $\mathcal{L}$  tale che per ogni segnale di ingresso  $f$  l'uscita  $\mathcal{L}(f)$  verifica  $P(D)\mathcal{L}(f) = Q(D)f$ . Si è sviluppata un'analisi teorica sistematica dell'esistenza ed unicità di tali sistemi (sia causali che non causali) definiti su funzioni  $L^p$  e distribuzioni  $\mathcal{D}'_{L^p}$  (spazi di segnali di ingresso che includono segnali con supporto non necessariamente limitato a sinistra) per ogni  $p$ . Precisamente, identificando tutte le loro possibili risposte impulsive, si sono caratterizzati tutti questi sistemi ad eccezione di due patologie riguardanti il caso  $p = \infty$ . Infine si sono enunciate condizioni necessarie e sufficienti su  $P$  e  $Q$  per la causalità e la stabilità dei sistemi.

Questo lavoro costituisce lo sviluppo completo di un esempio proposto in un lavoro precedente, [4], in cui: (i) si mostra che ogni sistema continuo lineare e tempo-invariante  $\mathcal{L}$  definito su  $L^p$  o su  $\mathcal{D}'_{L^p}$  ammette una risposta impulsiva  $\Delta \in \mathcal{D}'_{L^q}$  ( $1/p + 1/q = 1$ ) e (ii) si utilizza l'estensione di Schwartz a  $\mathcal{D}'_{L^p}$  dell'usuale prodotto di convoluzione per funzioni  $L^p$ , per mostrare che (a parte alcune restrizioni per  $p = \infty$ ) per ogni  $f$  in  $L^p$  o in  $\mathcal{D}'_{L^p}$ , si ha  $\mathcal{L}(f) = \Delta * f$ .

## RIFERIMENTI

- [1] M. Ciampa: “Circuits of resistors, diodes and sources: topological conditions sufficient to define the state of a diode”, *2019 26th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems*, Genova, 27-29 novembre 2019.  
(DOI: <https://doi.org/10.1109/ICECS46596.2019.8965136>)
- [2] M. Ciampa: “Active Circuits With Diodes: Topological Conditions Sufficient to Determine the State of a Diode”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers (Early Access)*, 2020.  
(DOI: <https://doi.org/10.1109/TCSI.2020.3022414>)
- [3] M. Ciampa, M. Franciosi, M. Poletti: “Linear differential equations and related continuous LTI systems”, *Circuits, Systems, and Signal Processing*, vol. 38, p. 4465–4503, 2019.  
(DOI: <https://doi.org/10.1007/s00034-019-01080-7>)
- [4] M. Ciampa, M. Franciosi, M. Poletti: “Continuous LTI systems defined on  $L^p$  functions and  $\mathcal{D}'_{L^p}$  distributions: Analysis by impulse response and convolution”, *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, Volume: 55, Issue: 6, July 2008.  
(DOI: <https://doi.org/10.1109/TCSI.2008.916697>)