



Models and Systems for the control of two-phase processes in microfluidics*

Fabiana Cairone^{1†} 

¹*Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Elettronica e Informatica, University of Catania, Italy*

Summary

Microfluidics is a novel and promising scientific field research whose progresses are aimed to the development of the Lab-On-Chip (LOC) systems. The strong point of the microfluidics is the ability to miniaturize and integrate one or several laboratory functions on the same device, to have a portable and user-friendly instrument. Most applications require accurate measures and control within the microfluidic channels. In this thesis, the optical techniques were adopted to monitor, sensing and control the processes, leading to the research area of optofluidics that are based on the integration of fluidics and optics. To reduce the cost, to develop these devices and, at the same time, to have the optics and fluidics parts integrate in the same device, the 3D Printing technology based on the Poly(dimethyl-siloxane) (PDMS) is proposed. All these aspects were addressed considering the two-phase flow (named slug) generated by the interaction of two immiscible fluids, a very common condition in bio-chemical applications. The methodological aspects were discussed in the first part of the thesis, starting from the extraction of parameters for the flow characterization, to their use for the flows real-time modelling and control schemes development; the second part investigates aspects faced for the realization of micro-optical flow detector by using the 3D Printing technology.

Keywords: *Microfluidics, optical techniques, Optofluidics, Poly(dimethyl-siloxane).*

*Abstract of one of the Best PhD Theses Award, 2021.

†E-mail: fcairone@dieei.unict.it

Riassunto***Modelli e sistemi per il controllo di processi a due fasi in microfluidica****

La Microfluidica è un nuovo e promettente campo della ricerca scientifica, i cui progressi sono finalizzati allo sviluppo dei sistemi Lab-On-Chip (LOC). Il punto di forza della microfluidica è la capacità di miniaturizzare e integrare una o più funzioni di laboratorio sullo stesso dispositivo, per avere uno strumento portatile e di facile utilizzo. La maggior parte delle applicazioni richiede misure e controlli accurati all'interno dei canali microfluidici. In questa tesi, le tecniche ottiche sono state adottate per monitorare, rilevare e controllare i processi, portando all'area di ricerca dell'optofluidica basata sull'integrazione di fluidica e ottica. Per ridurre i costi di sviluppo di questi dispositivi e, allo stesso tempo, per avere le parti ottiche e fluidiche integrate nello stesso dispositivo, viene proposta la tecnologia di stampa 3D basata sul Poly(dimethyl-siloxane) (PDMS). Tutti questi aspetti sono stati affrontati considerando un flusso bifase (denominato slug) generato dall'interazione di due fluidi immiscibili, una condizione molto comune nelle applicazioni biochimiche. Gli aspetti metodologici sono stati discussi nella prima parte della tesi, partendo dall'estrazione dei parametri per la caratterizzazione dei flussi, al loro utilizzo per la modellazione in tempo reale dei flussi e lo sviluppo di schemi di controllo; la seconda parte approfondisce gli aspetti affrontati per la realizzazione di rilevatori di flusso micro-ottici utilizzando la tecnologia di stampa 3D.

Parole chiave: *Microfluidica, tecniche ottiche, Optofluidica, Poly(dimethyl-siloxane).*

*Riassunto di una delle Migliori Tesi di Dottorato premiate nel 2021.