

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Chimica e dei Materiali

Progettazione di un dispositivo microfluidico automatizzato per la coltura cellulare

Tutor universitario: Prof.ssa Elisa Cimetta

Laureanda: *Elisa Crucitti*

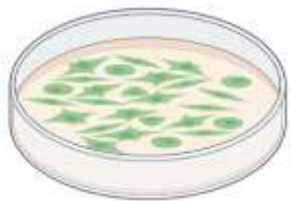
Padova, 15/09/2022

La microfluidica è un campo di ricerca che si occupa dello studio del moto di fluidi confinati all'interno di canali le cui dimensioni sono dell'ordine dei micrometri.

Metodi di coltura tradizionali

- ✗ Inadatto a riprodurre le condizioni *in vivo*
- ✗ Impossibile controllare l'ambiente di coltura
 - Volume dei fluidi ~ mL \Rightarrow Costi elevati
 - Flessibilità e controllo degli esperimenti \Rightarrow Bassa

Petri dish



Flask



Coltura in dispositivi microfluidici

- ✓ Adatto a riprodurre le condizioni *in vivo*
- ✓ Possibile controllo sull'ambiente di coltura
 - Volume dei fluidi ~ μ L \Rightarrow Costi inferiori
 - Flessibilità e controllo degli esperimenti \Rightarrow Alta



1

Design della geometria
multilayer

2

Realizzazione degli stampi e
della piattaforma

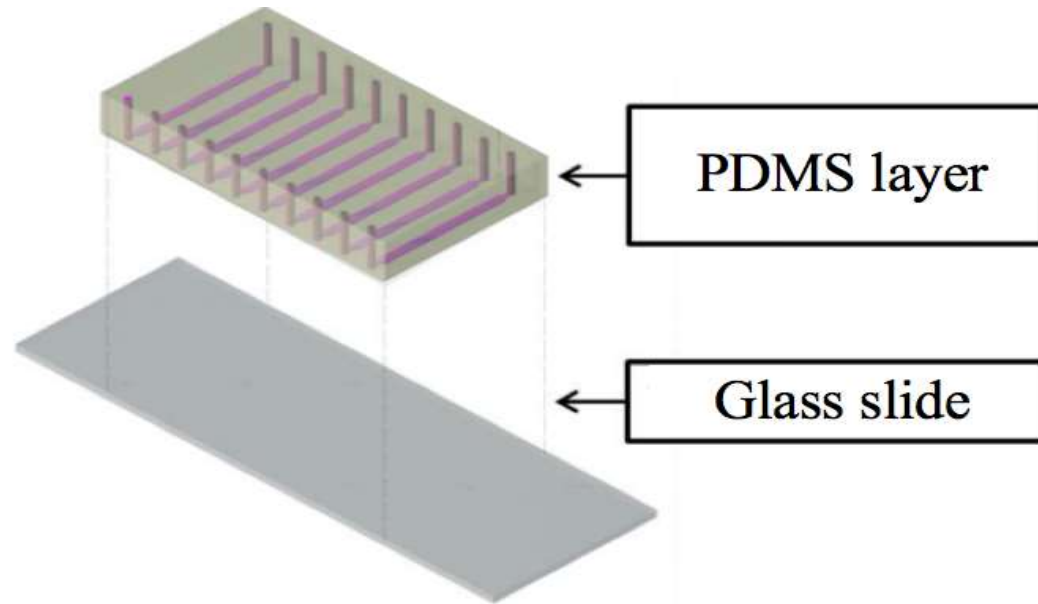
3

Assemblaggio del sistema di
microvalvole

4

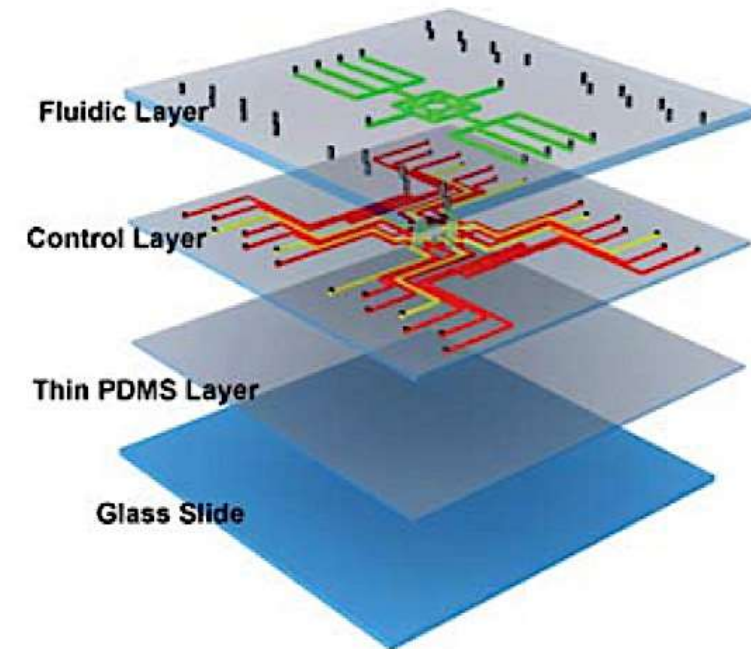
Validazione del sistema di
valvole

Piattaforme monostrato



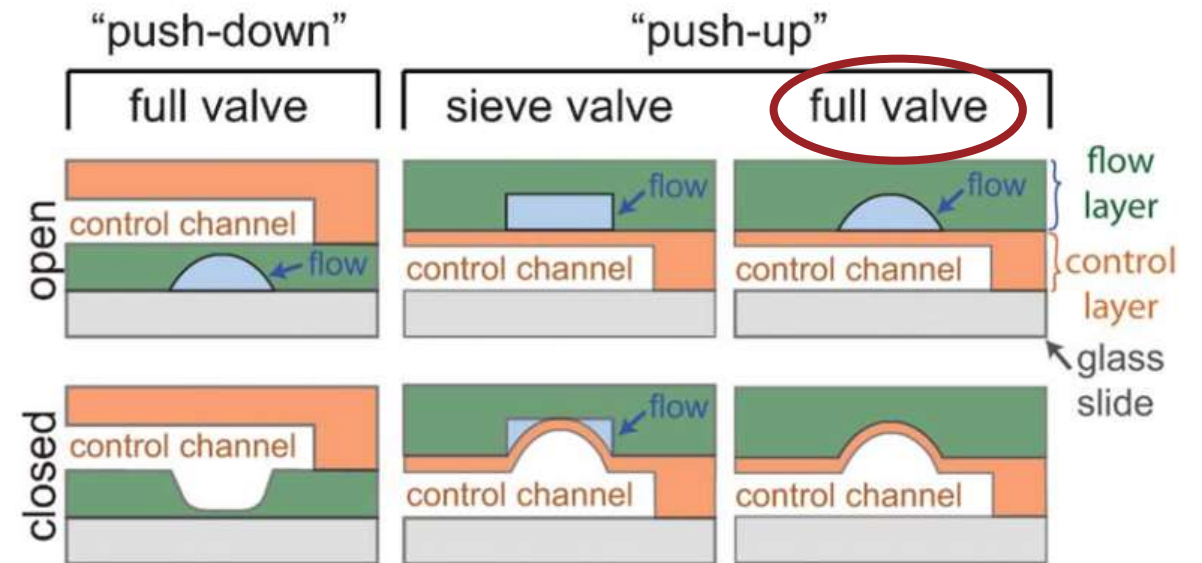
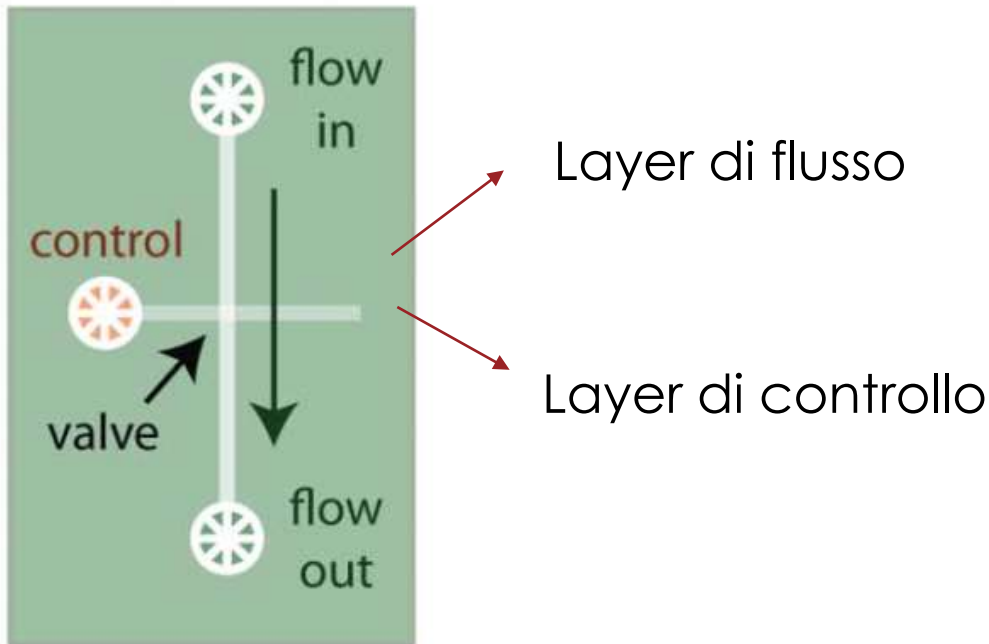
- Singolo strato di PDMS
- Design semplice
- Facilità di realizzazione
- Interventi **manuali**

Piattaforme multistrato

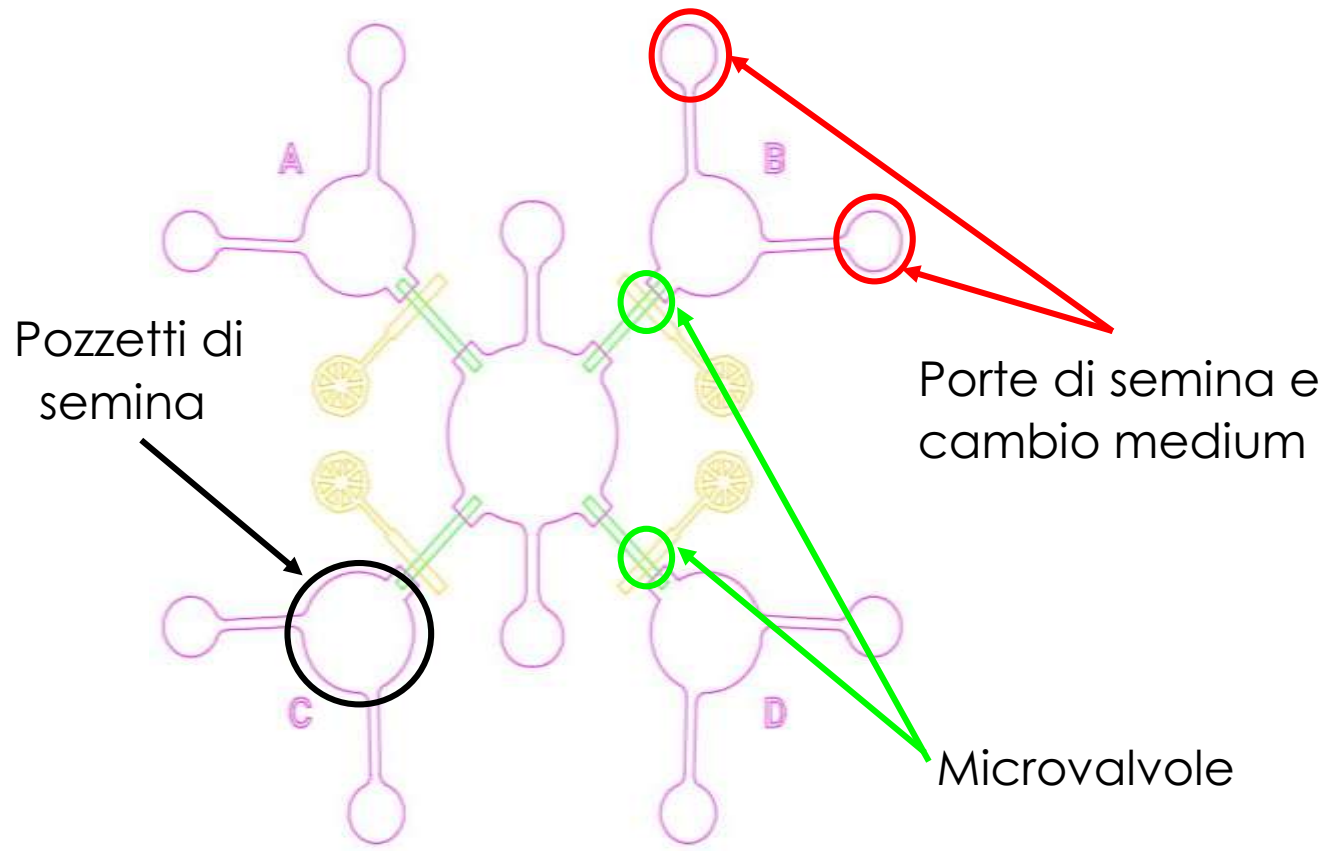


- Molteplici strati di PDMS
- Design complesso
- Realizzazione più difficile
- Funzionamento **automatizzato**

Microvalvole a membrana: il loro funzionamento si basa sulla deflessione di una membrana in PDMS che permette di regolare l'apertura e la chiusura dei microcanali.



La piattaforma è costituita da cinque pozzetti di semina collegati tra loro tramite dei microcanali. Tali pozzetti possono essere messi in comunicazione tra loro tramite microvalvole a pressione pneumatica.



Struttura composta da 3 layers:

Layer negativo del flusso

Layer positivo del flusso

Layer negativo del controllo

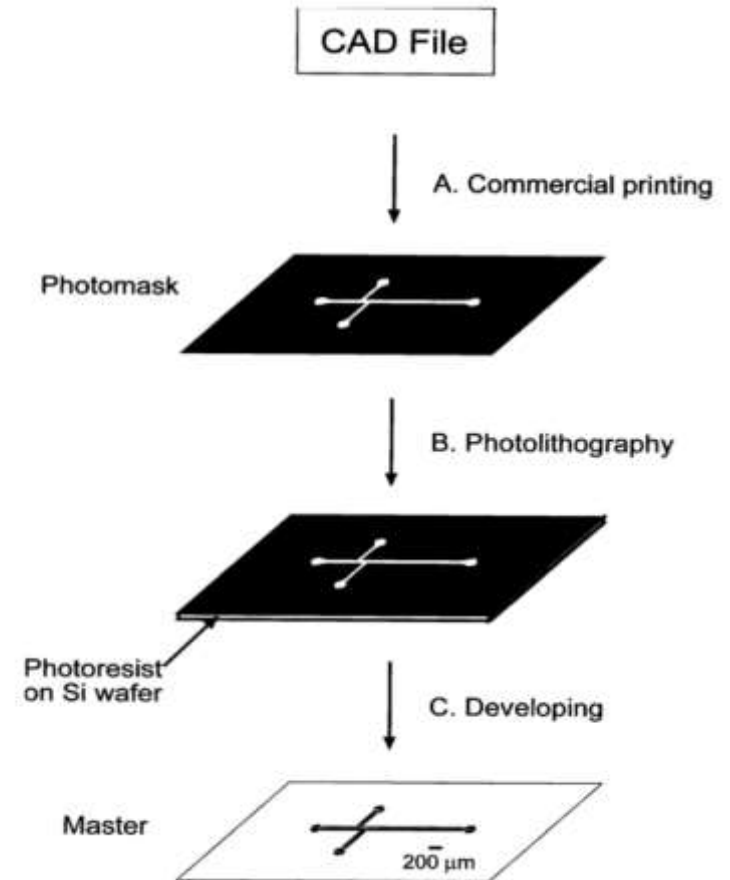
Dimensioni	Valore
Diametro pozzetto centrale	3 mm
Diametro pozzetti laterali	2 mm
Larghezza canale flusso	200 μ m
Larghezza canale controllo	200 μ m
Area valvole	200 * 200 μ m ²
Diametro inlets/outlets	1 mm
Numero inlets/outlets di flusso	10
Numero valvole	4

Fotolitografia

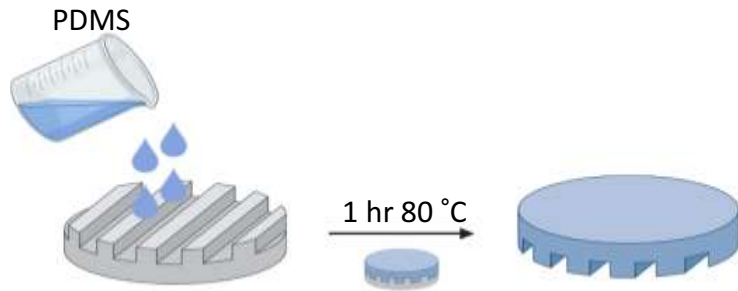
Consiste nella realizzazione di uno stampo con la geometria desiderata esponendo i diversi photoresists ad una radiazione UV

Layer di flusso → Photoresist positivo e negativo

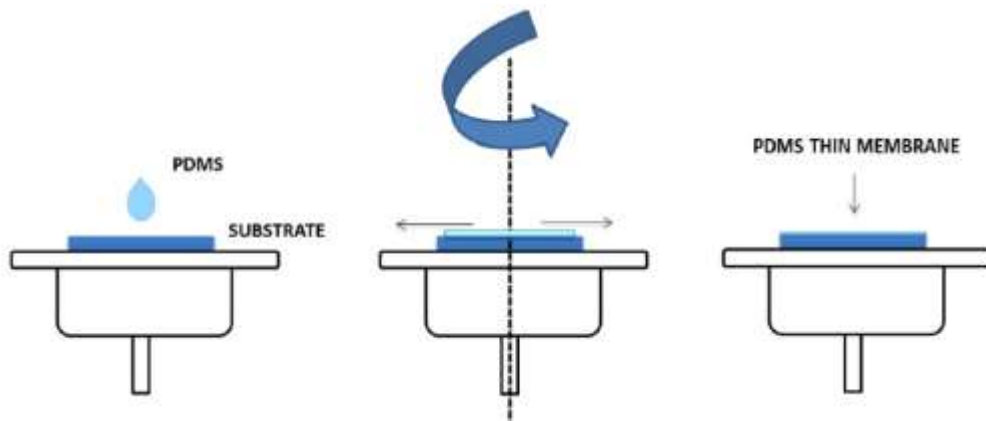
Layer di controllo → Photoresist negativo



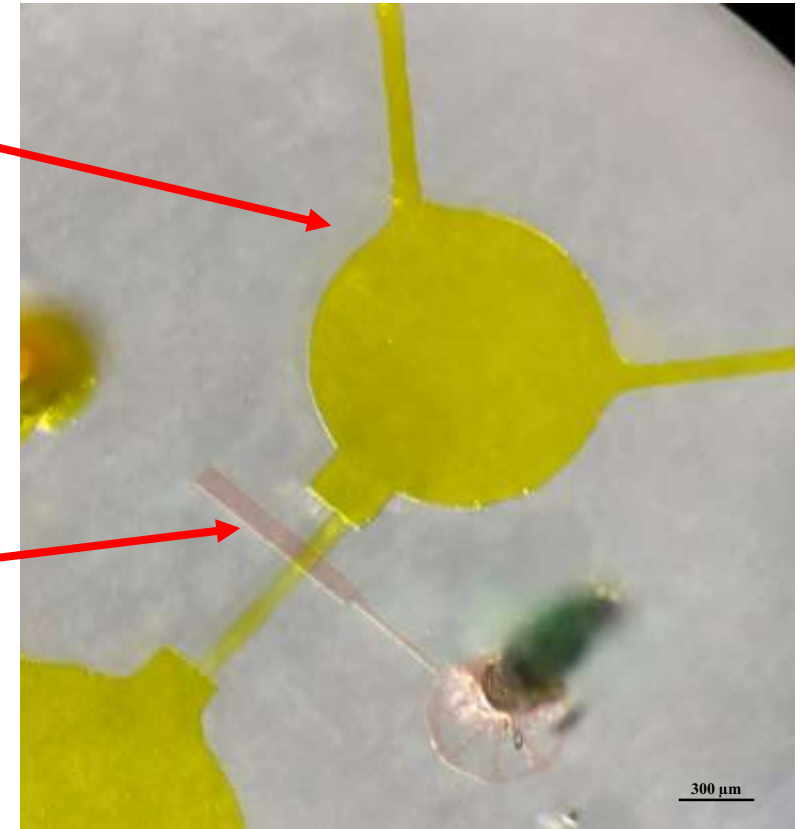
Layer di flusso: Replica Molding



Layer di controllo: PDMS spin coater



Dispositivo finale assemblato



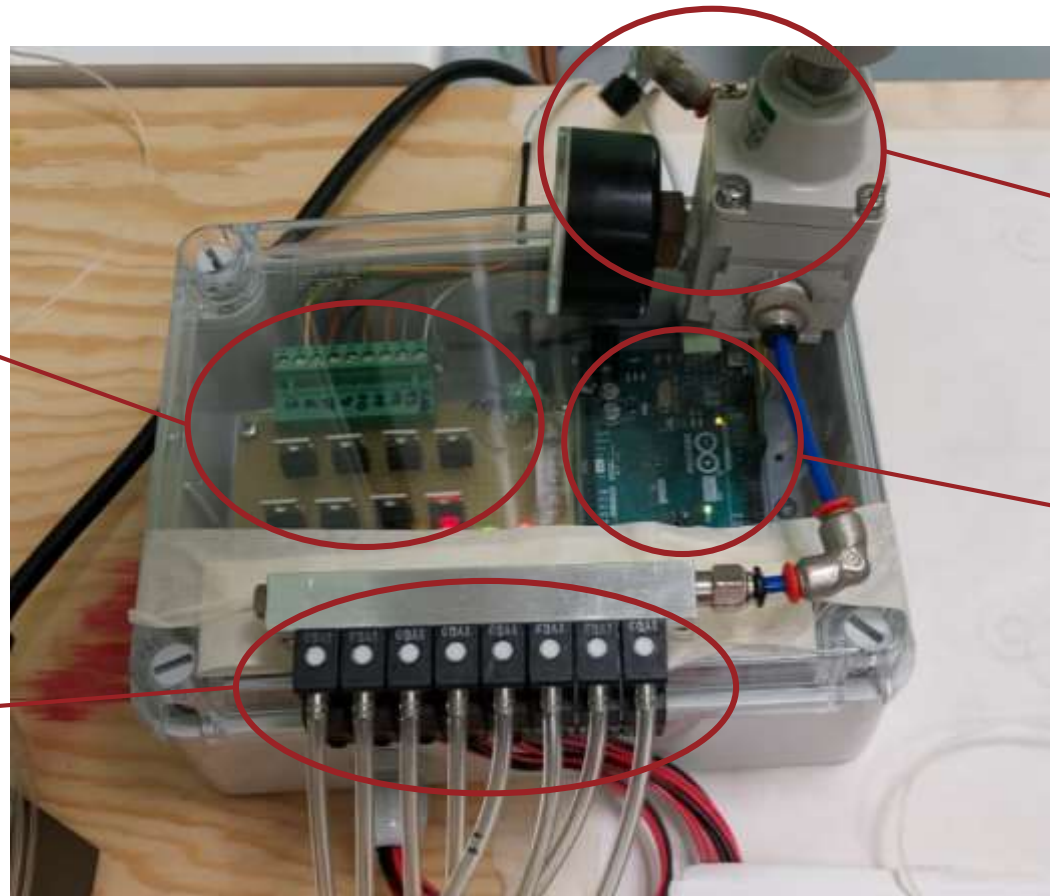
L'automatizzazione della piattaforma è possibile tramite un sistema di pressione pneumatica costituita da un regolatore di pressione collegato a delle elettrovalvole solenoidali.

Scheda millefori con
transistor e led

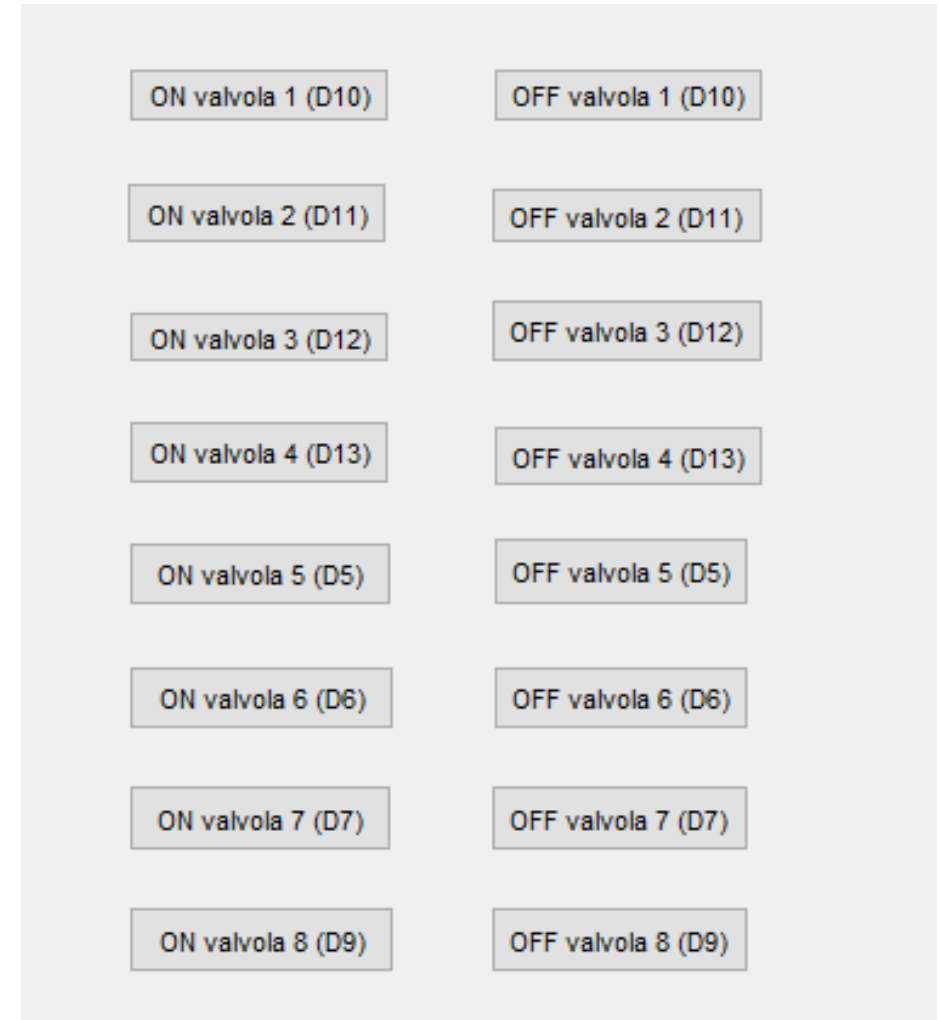
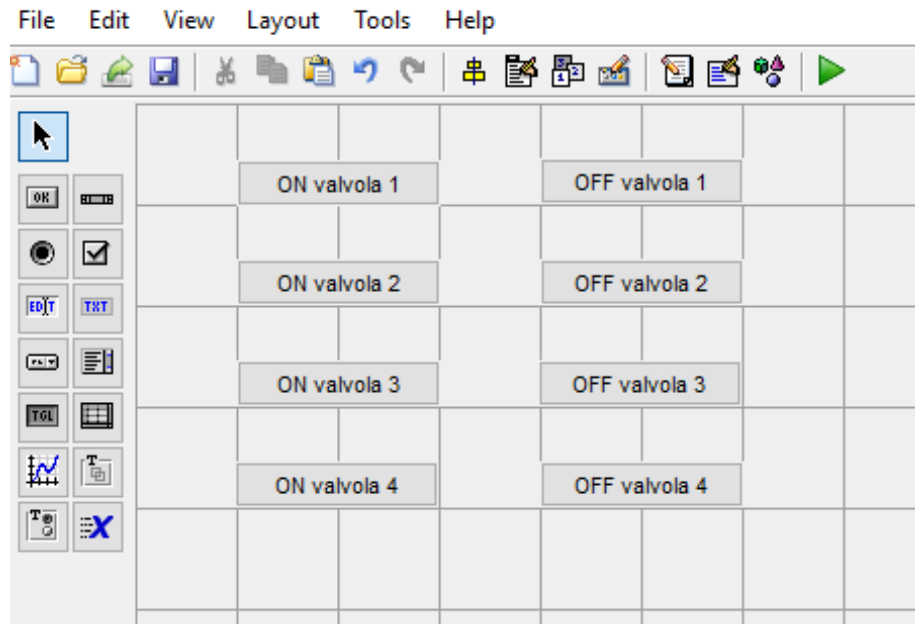
Regolatore di
pressione

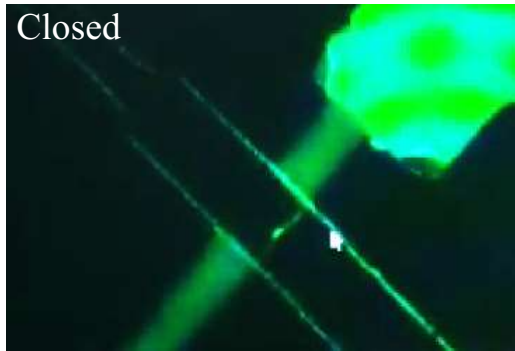
Scheda Arduino UNO

Elettrovalvole
solenoidali



Tramite la piattaforma di progettazione MATLAB è possibile realizzare un'interfaccia grafica che permetta di controllare manualmente l'apertura e la chiusura delle microvalvole.





$P_{\text{control}} = 0$

$P_{\text{control}} > 0$



- Il dispositivo microfluidico è stato realizzato correttamente tramite fotolitografia multistrato e successiva tecnica di replica molding per ottenere le replica in PDMS
- È stato costruito un sistema elettronico che permette il controllo delle microvalvole integrate nel dispositivo microfluidico
- È stata realizzata un'interfaccia Matlab che permette di controllare tramite un dispositivo Arduino il flusso di aria compressa per l'apertura e chiusura delle valvole
- La validazione del sistema di valvole ha avuto esito positivo ed è quindi possibile utilizzare in futuro il dispositivo per la co-coltura di linee cellulari diverse nello stessa piattaforma

GRAZIE PER L'ATTENZIONE