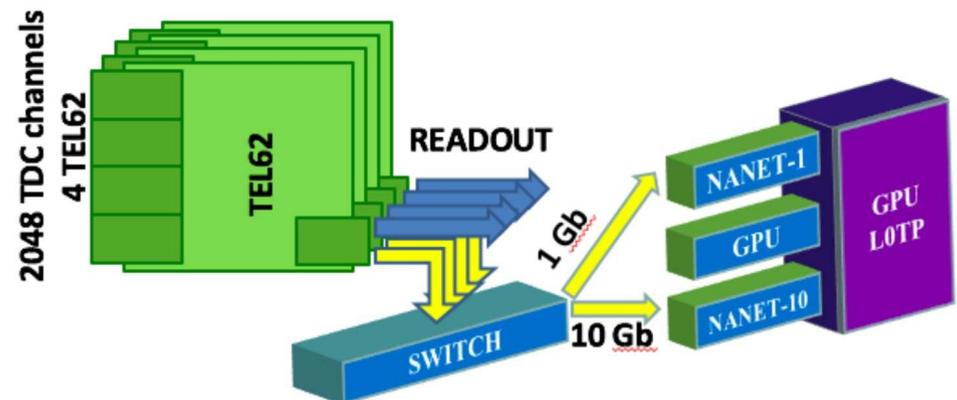
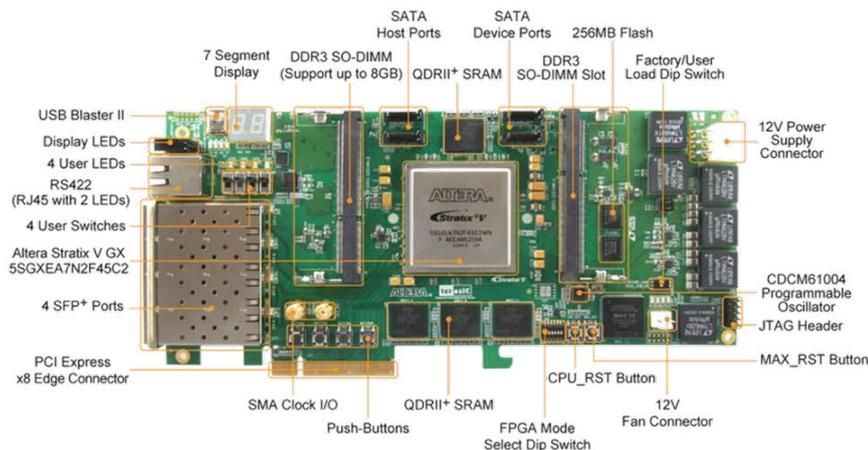


# Obiettivi e stato del progetto Nanet

Progettazione e implementazione di una famiglia di schede di rete PCI Express basate su FPGA e caratterizzate da:

- Latenza di comunicazione bassa e controllata (uso in sistemi real-time).
- Alta banda (10/40/100 Gbps).
- Supporto per sistemi di trasmissione dati a molteplici canali e con diversi protocolli di rete (standard e/o custom).
- Capacità di inserire stadi di elaborazione in tempo reale sui flussi di dati.
- GPUDirect RDMA: ottimizzazione (latenza, banda) nel trasferimento dei dati tra e verso le GPU.
- Costruzione di un archivio di IP da assemblare secondo le esigenze sperimentali (GPUDirect, link a latenza deterministica, PCIe, etc. ).
- Uso e validazione negli esperimenti delle tecnologie sviluppate
  - NA62: trigger di basso livello (NaNet-1 1Gbe, NaNet-10 4x10GbE).
  - KM3NeT-Italia: DAQ (NaNet<sup>3</sup>, 4 canali ottici a latenza deterministica).



# NaNet: Attività previste per il 2018



Si richiede di estendere di un anno la durata del progetto per:

- Ottimizzare ed estendere l'integrazione del sistema NaNet+GPU nel trigger di NA62 (ad es. richiesta di fornire dati anche al trigger software per migliorare la ricostruzione).
- Conseguire gli obiettivi tecnologici individuati all'inizio del progetto non ancora raggiunti a causa del ritardo di circa 18 mesi nella consegna prevista per i dispositivi FPGA necessari da parte di Intel-PSG:
  - canali 100GbE;
  - interfaccia verso CPU/GPU PCIe Gen3 x16.
- Porre le premesse per sviluppi futuri promettenti
  - studio ed eventuale prototipazione di interfacce CAPI e NVLINK;
  - sviluppo di tecniche Machine Learning per riconoscimento in tempo reale di eventi su FPGA e GPU.
- Eventuale follow-up di attività per esperimento KM3NeT-Italia.

In particolare l'attività che verterà coinvolta la sezione di Roma Tor Vergata riguarda lo sviluppo dei canali di comunicazione a 100GbE con protocollo UDP/IP.

# Anagrafica e richiesta finanziarie

| Nome                    | Sezione | Contratto       | Qualifica   | %  |
|-------------------------|---------|-----------------|-------------|----|
| Ammendola Roberto       | Roma 2  | Dipendente (TD) | Tecnologo   | 20 |
| Biagioni Andrea         | Roma    | Dipendente (TD) | Tecnologo   | 10 |
| Cretaro Paolo           | Roma    | Assegnista      | Tecnologo   | 50 |
| Lamanna Gianluca        | LNF     | Dipendente      | Ricercatore | 10 |
| Lonardo Alessandro      | Roma    | Dipendente      | Tecnologo   | 30 |
| Martinelli Michele      | Roma    | Assegnista      | Tecnologo   | 10 |
| Pontisso Luca           | Roma    | Assegnista      | Tecnologo   | 50 |
| Pier Stanislao Paolucci | Roma    | Dipendente      | Ricercatore | 10 |
| Valente Paolo           | Roma    | Dipendente      | Primo Ric.  | 20 |
| Vicini Piero            | Roma    | Dipendente      | Primo Ric.  | 20 |

| Capitolo   | Descrizione   | Richiesta | Richiesta SJ |
|------------|---|-----------|--------------|
| Inventario | Scheda di sviluppo Altera Stratix 10  | 8         |              |
| Licenze SW | PLDA XpressRICH4-AXI PCIe Gen3 x16 core IP Maintenance  |           | 10           |
| Consumo    | Cavi QSFP28 (100 Gbps) Copper (1) e AoC (1), Materiale di Laboratorio   | 1         |              |
| Missioni   | Attività di collab., install. e misure al CERN ed a Portopalo di Capo Passero (SR), presentazione a conferenze. | 5         |              |
| Totale     |   | 14        | 10           |

# REDSOX-2

Responsabile Locale:  
Marco Feroci  
Luglio 2017

# REDSOX-2

- ❑ Sigla XDXL (*X-ray Detectors eXtra-Large*) attiva dal 2009 al 2012
- ❑ Sigla REDSOX (*REsearch Drift for SOft X-rays*) attiva dal 2013 al 2015
- ❑ Sigla REDSOX-2: attiva dal 2016

Ricerca: sviluppo di camere a deriva di silicio di grande superficie ed elettronica a basso rumore per spettroscopia ed imaging di raggi X. Applicazioni nei campi di astrofisica X e  $\gamma$ , diagnostica medica (Camera Compton), Advanced Light Sources (Sincrotrone e FEL), Beni Culturali (XRF).

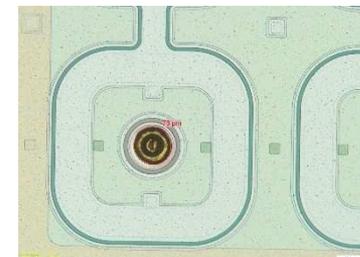
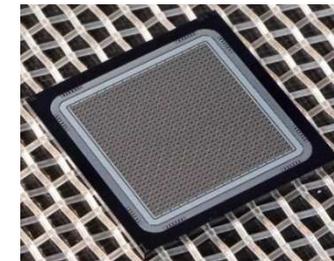
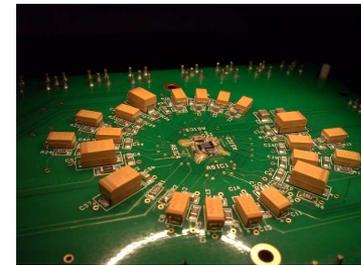
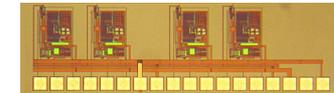
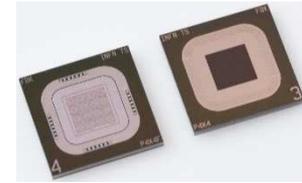
Responsabile Nazionale: Andrea Vacchi (Trieste)

Sezioni partecipanti: Trieste, Roma2, TIFPA, Padova, Milano, Pavia, Bologna

Collaborazioni: FBK (Fondazione Bruno Kessler, Trento), Sincrotrone Trieste, EuroFEL, Karlsruhe Institute of Technology

# Attività e risultati nel 2017

- Prototipo PixDD 4x4:
  - Detector realizzato
  - ASIC Sirio 3.4 (4-channel die): prodotto e testato
  - FEE Board realizzata ed integrata
  - Test spettroscopici completati
  
- Prototipo PixDD 32x32:
  - Detector realizzato
  - Definiti requisiti ASIC-2D. Progettazione in corso
  - Test tecnologia flip-chip (con Karlsruhe)
  
- Applicazioni astrofisiche:
  - Riunioni e scambi tecnici con i Principal Investigators delle missioni eXTP ed Einstein Probe



# Obiettivi per il 2018

- Completamento set-up camera a vuoto per misure di bassa energia (<3 keV)
- Caratterizzazione performance prototipo PixDD in matrice 4x4:
  - Mappatura risposta con fascio collimato (100  $\mu\text{m}$ , alla X-ray facility)
  - Caratterizzazione risposta spettrale alle basse energie (0.5-3 keV)
- Prototipo PixDD in matrice 32x32:
  - Probe-tests del prototipo (con Trieste, TIFPA e FBK)
  - Realizzazione primo prototipo ASIC-2D - 8x8 o 16x8 canali (con Milano e Pavia)
  - Flip-chip bonding tests (con Karlsruhe e Trieste)
  - Realizzazione e test front-end board (con Bologna e Milano)
  - Integrazione e test detector-FEE (con Ts, Bo, Mi, Pv, KIT)
- Mantenimento interfaccia con i gruppi cinesi per applicazioni astrofisiche (eXTP, Einstein Probe)

# Richieste per il 2018: 11.5 k€

- Set-up camera a vuoto per misure di bassa energia (<3 keV): 6,213€+IVA

- Acquisto mvimenti micrometrici Newport per vuoto:

- 1 traslazione range 150 mm: 5,128€ + IVA
- 1 alzata range 300 mm: 1,085€ + IVA



- Materiale di laboratorio: 1,500 €

- Acquisto gas (azoto ed elio) per misure in facility
- Materiale di consumo



- Viaggi: 1,900 €

- 2 riunioni di avanzamento della collaborazione e/o sessioni di test presso l'unità di Trieste, Milano, Pavia o Bologna, una ogni 4 mesi (2 giorni per 3 persone): 160€ a persona per ogni giorno di trasferta, costo medio biglietti treno/aereo inclusi.

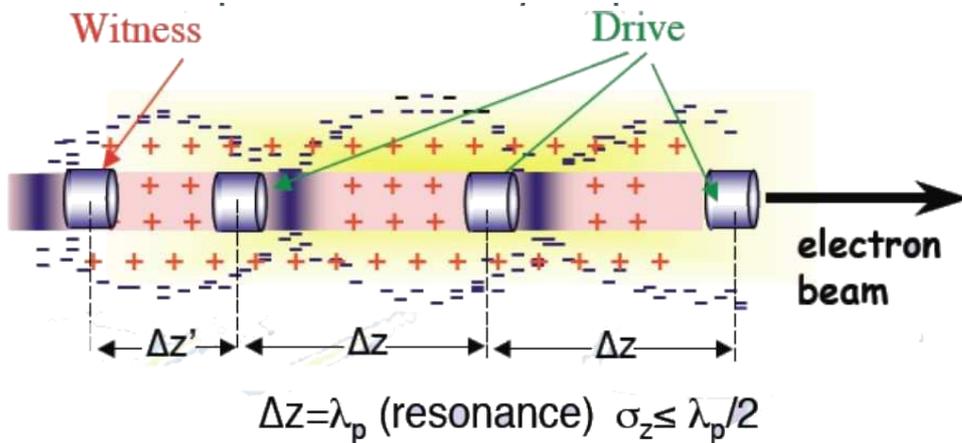
# Riepilogo richieste per il 2018

| Item                      | Unit cost    | Total cost     |
|---------------------------|--------------|----------------|
| 1 x Linear stage, 150 mm  | 5,128€ + IVA | 6.5 k€         |
| 1x Lab Jack               | 1,085€ + IVA | 1.5 k€         |
| Lab consumables (gas, ..) | 1,500€       | 1.5 k€         |
| Travels                   | 1,900€       | 2.0 k€         |
|                           | <b>Total</b> | <b>11.5 k€</b> |

# Anagrafica REDSOX-2 2018

| <b>Nome</b>            | <b>Istituto</b> | <b>Qualifica</b>      | <b>Percentuali/<br/>anno</b> |
|------------------------|-----------------|-----------------------|------------------------------|
| Marco Feroci           | INAF/IAPS-Roma  | DIR. RICERCA DI RUOLO | 40                           |
| Luigi Pacciani         | INAF/IAPS-Roma  | RICERCATORE DI RUOLO  | 20                           |
| Ettore Del Monte       | INAF/IAPS-Roma  | TECNOLOGO DI RUOLO    | 40                           |
| Massimo<br>Rapisarda   | ENEA-Frascati   | DIR. RICERCA DI RUOLO | 40                           |
| Fabio Muleri           | INAF/IAPS-Roma  | RICERCATORE T.D.      | 40                           |
| Yuri Evangelista       | INAF/IAPS-Roma  | RICERCATORE T.D.      | 50                           |
| <b>Totale FTE: 2.3</b> |                 |                       |                              |

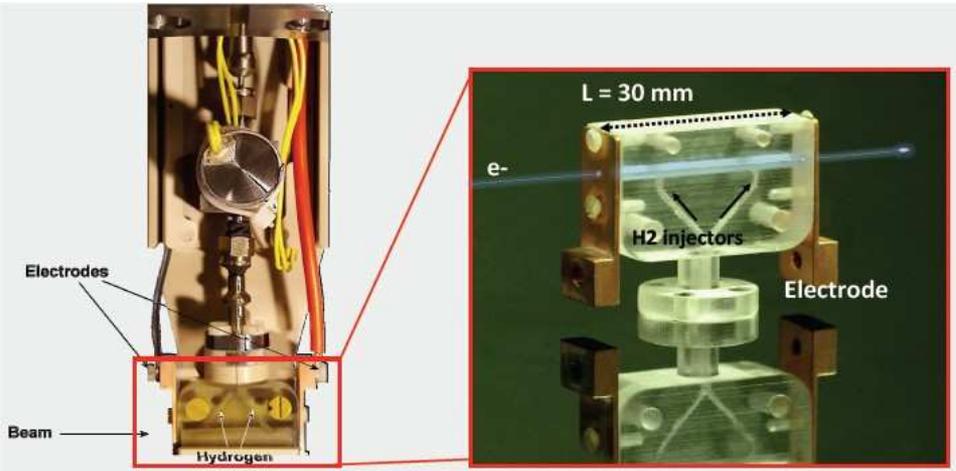
# SL\_COMB



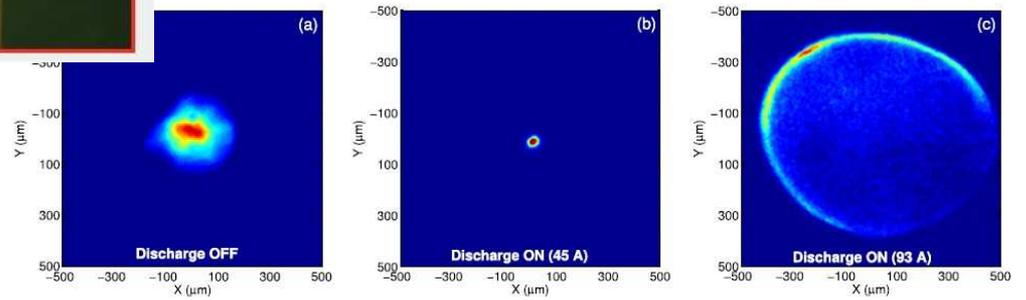
- Gas ionization is externally generated (discharge or high energy electrons)

- COMB-like electron bunches are injected inside the preformed plasma. The first bunches create the wakefield, which is then seen from the last bunch (witness) which will be then accelerated
- The experiment called SL\_COMB aims at the acceleration of high brightness electron beams by resonant plasma wakefields
- High accelerating gradient are foreseen, more than 1GeV/m and up to tens of GeV/m, order of magnitude greater than the status of the art

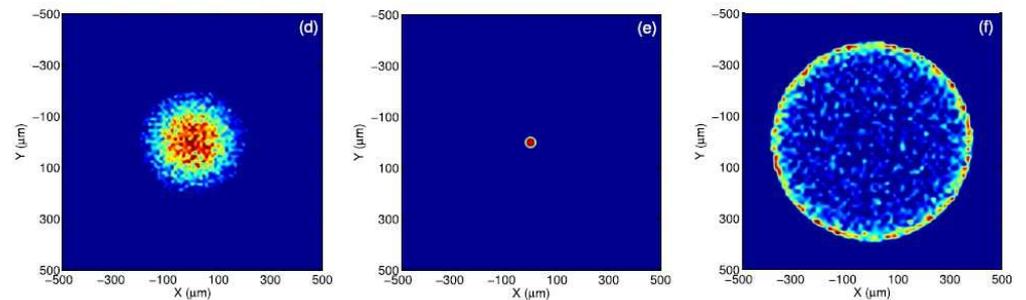
- Problems with the klystron
- Active plasma lens development
- First measurement of time jitter compression down to 19 fs
- Test of single shot diagnostics:
  - Optical Transition Radiation
  - betatron radiation also on particle accelerated by FLAME laser



## Measurements



## Simulations



Appl. Phys. Lett. **110**, 104101 (2017);

## Anagrafica

- L. Catani: 100%
- A. Cianchi: 100%

## Richieste

- Missioni 4 kE
- Apparati (movimentazioni, microlens arrays) 20 kE

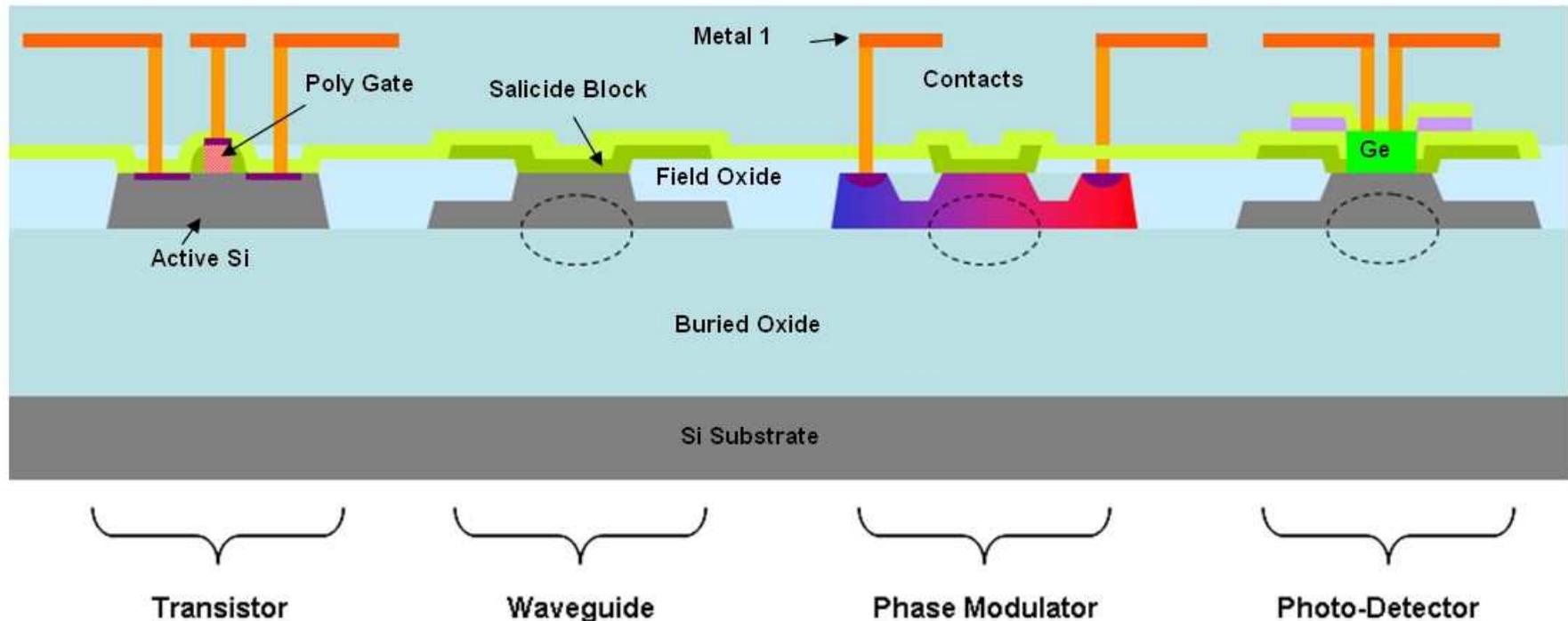
# SPE

## Silicon Photonics Experiment

R. Ammendola, D. Badoni, V. Bonaiuto, M. Casalboni, F. De Matteis,  
P. Proposito, A. Salamon, G. Salina, F. Sargeni, P. Steglich

- Costruzione e test di un dimostratore di un sistema ottico di trasmissione multi-Gbps su silicio con serializzatore e modulatore integrati
- Durata del progetto: **3 anni**

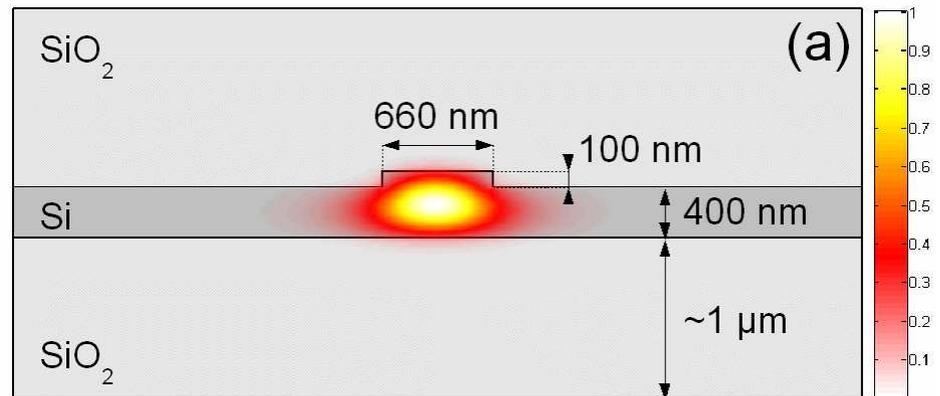
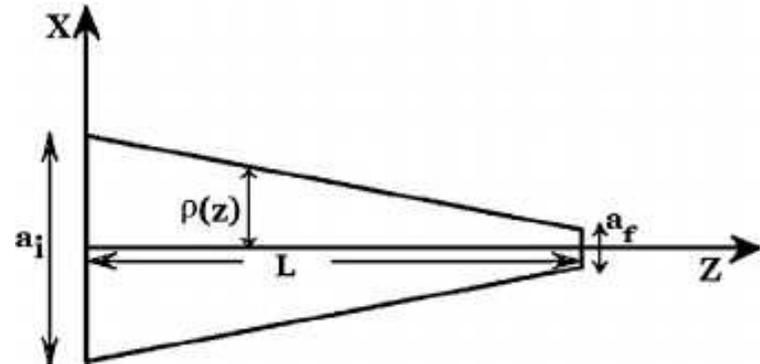
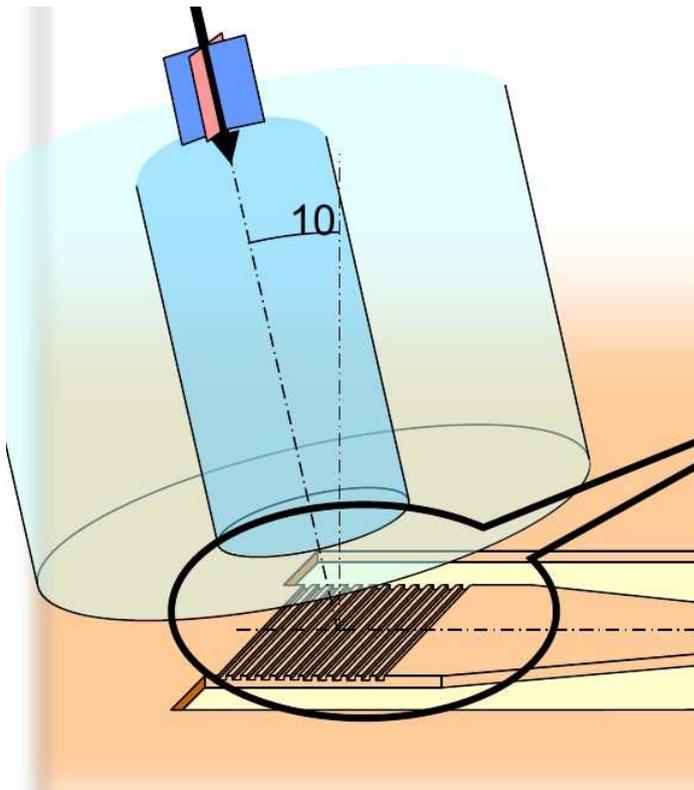
# Fotonica su silicio



Perche' il silicio?

- Ottimo materiale, ad alto indice di rifrazione (3.5) e bassa dispersione
- Disponibile in grande quantita'
- Possibilita' di integrazione su singolo chip con processi CMOS-compatibili

# Accoppiamento e trasporto della luce (reticolo di Bragg, guida di luce conica, guida di luce)



# Modulazione dell'indice di rifrazione

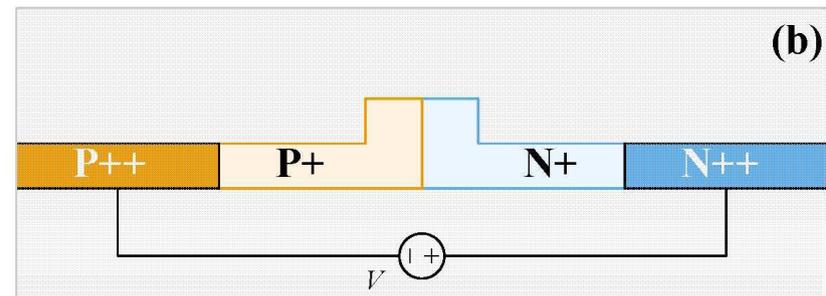
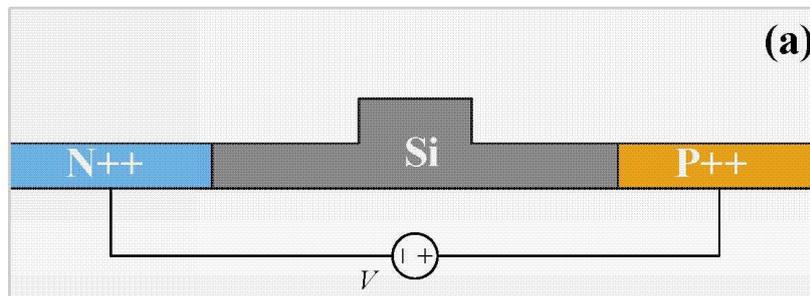
$$\Delta n = -8,8 \cdot 10^{-22} \Delta N - 8,5 \cdot 10^{-18} \Delta P^{0,8}$$

$$\Delta \alpha = 8,5 \cdot 10^{-18} \Delta N + 6,0 \cdot 10^{-18} \Delta P$$

$$\lambda = 1550 \text{ nm}$$

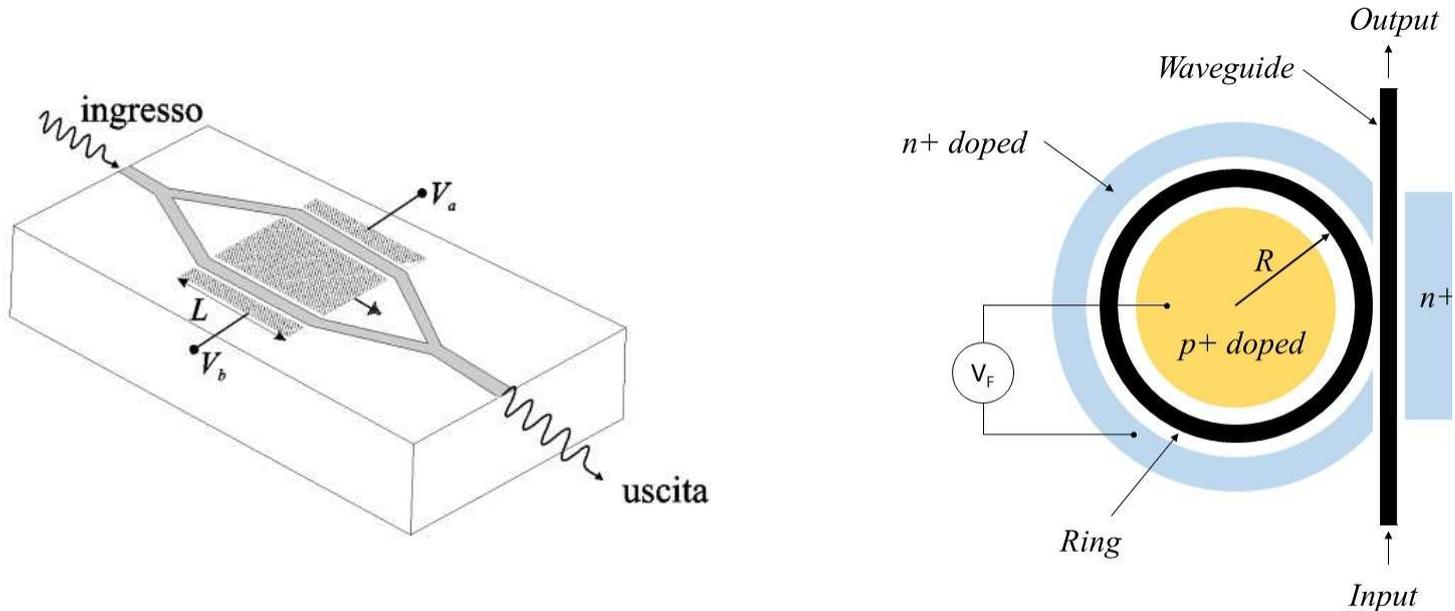
Soref R. & Bennet B., IEEE J. Sel. Top. Quant. Electron. 23,123-129 (1987)

Reed G.T. et al., Nature Photonics 4, 518-526 (2010)



- Iniezione di portatori nella zona centrale intrinseca che costituisce la guida d'onda
- Svuotamento di portatori attraverso la modifica della larghezza della zona di svuotamento di un diodo polarizzato inversamente

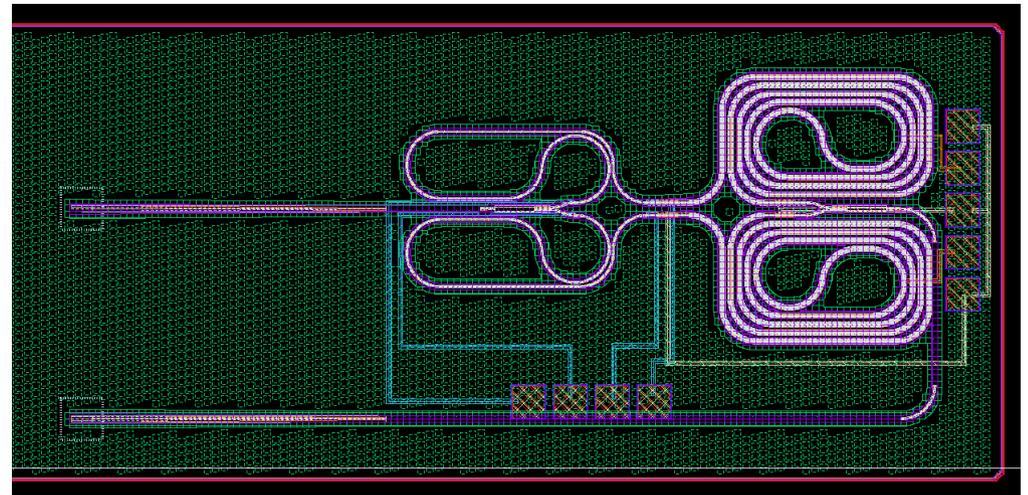
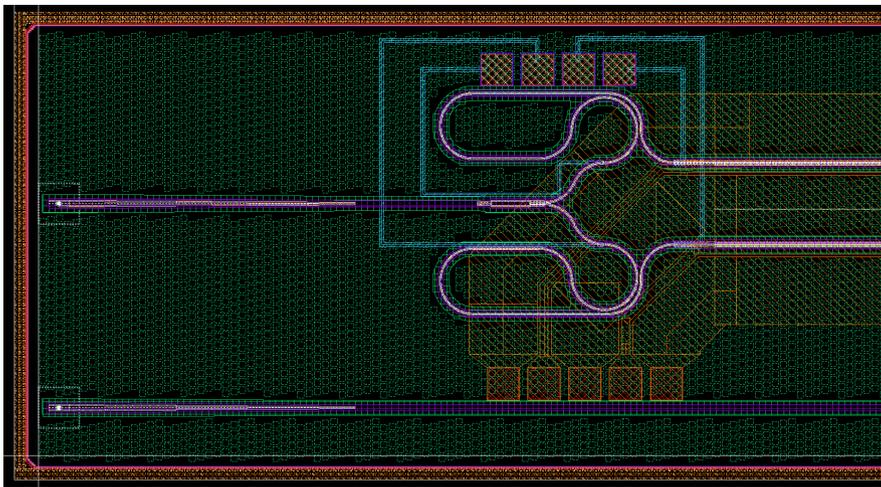
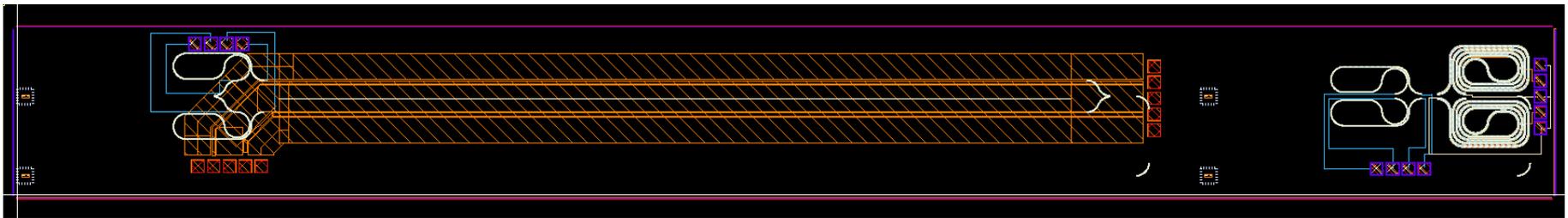
# Modulatori



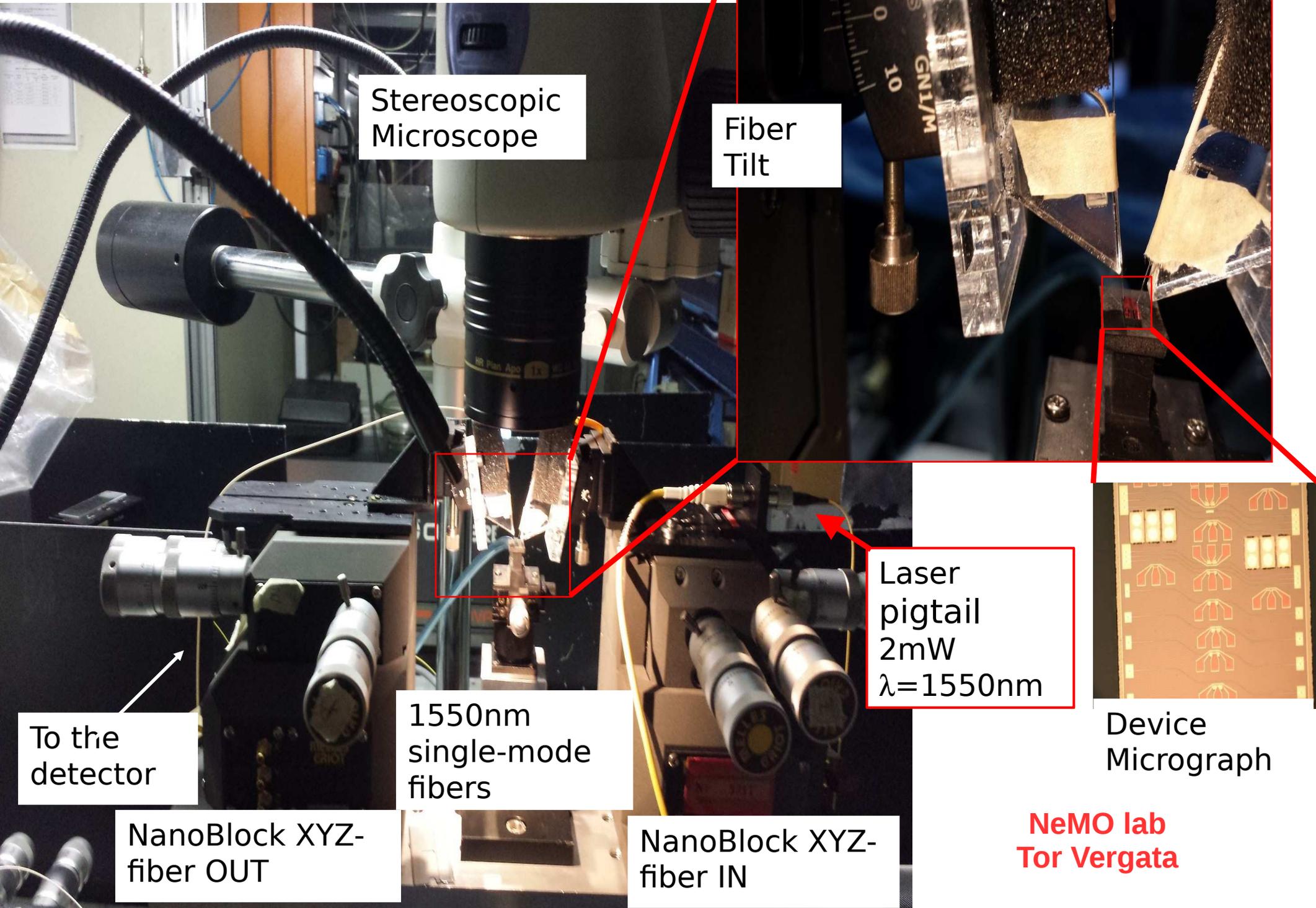
- Interferometro di Mach-Zehnder: interferenza tra due segnali la cui fase cambia a causa della modulazione elettroottica.
- Ring Resonator: il segnale che viaggia sulla guida d'onda si accoppia con la guida ad anello solo se questa è in condizione di risonanza (onda stazionaria), condizione controllata dalla modulazione elettroottica (attenzione: il **tuning** è critico).

# Attivita' nel 2017

- Aprile: disegnato e inviato alla fonderia un primo esemplare di chip fotonico
- Ottobre: consegna



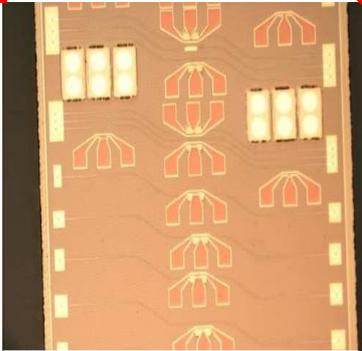
# Attivita' nel 2017



Stereoscopic  
Microscope

Fiber  
Tilt

Laser  
pigtail  
2mW  
 $\lambda=1550\text{nm}$



Device  
Micrograph

To the  
detector

1550nm  
single-mode  
fibers

NanoBlock XYZ-  
fiber OUT

NanoBlock XYZ-  
fiber IN

NeMO lab  
Tor Vergata

# Attività' nel 2018

- Caratterizzazione del chip prodotto nel 2017 (consegna prevista ottobre 2017)
- Ottobre 2018: invio in fonderia del secondo chip fotonico con elettronica e fotonica integrate

## Anagrafica

- A. Salamon:30%
- M. Casalboni: 40%
- F. De Matteis: 40%
- P. Proposito: 40%
- V. Bonaiuto (P.A. Ingegneria): 20%
- V. Sargeni (P.A. Ingegneria): 20%
- D. Badoni: 20%

## Richieste

- Missioni: 3 kE
- Consumo: 3.5 kE + 32.5 kE (Sub Judice)