



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELL'INSUBRIA

“Spettroscopia laser”

Coordinatore: Prof. Luca Nardo

Contatti: luca.nardo@uninsubria.it

Keywords: Fluorescenza risolta in tempo, single-photon time of flight, risoluzione temporale di componentistica optoelettronica, spettroscopia di assorbimento transiente, spettroscopia non lineare, spettroscopia Raman, spettroscopia risolta in tempo nel dominio Terahertz



Finalità: Grazie alla dotazione di numerose sorgenti laser e di strumentazione optoelettronica di avanguardia, all'implementazione di setup progettati on demand, al consolidato know-how del capitale umano strutturato in optoelettronica, fisica dei laser, fisica dei rivelatori, spettroscopia e fisica delle interazioni tra radiazione ottica e materia (sia allo stato condensato, ivi comprese soluzioni, polveri e thin film, sia in stato gassoso), la facility si propone di offrire ai partner insubri ed all'utenza esterna (accademica ed industriale) assistenza di alto profilo nell'ideazione ed esecuzione di un'ampia gamma di esperimenti di spettroscopia laser-indotta volti alla caratterizzazione di nuovi materiali, campioni biologici, farmaci, cosmetici, nonché alla rilevazione e quantificazione di inquinanti nelle acque e all'analisi del particolato atmosferico.

Localizzazione: c/o Dipartimento di Scienza ed Alta Tecnologia, Via Valleggio 11 (ed. Torre), 3° piano.

Organizzazione:

La facility coinvolge otto unità di personale strutturato e si declina in cinque sottostrutture, ciascuna dedicata ad una specifica branca della spettroscopia. Afferiscono alla facility i prof. Alessia Allevi, Lucia Caspani, Matteo Clerici, Fabio Ferri, Marco Lamperti e Luca Nardo, nonché due ricercatrici dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologia, Dott. Maria Bondani e Ottavia Jederckiwicz, che operano presso le strutture del Dipartimento, coadiuvati da un nutrito gruppo di studenti e unità di personale non strutturato (al momento 3 postdoc, 2 dottorandi e un laureando MD).

Di seguito si elencano le sottostrutture e si indicano per ciascuna di esse coordinatore e relativo contatto:

- Unità di single photon timing – Prof. Nardo (luca.nardo@uninsubria.it)
- Unità di ultrafast characterisation – Prof. Clerici (matteo.clerici@uninsubria.it)
- Unità di spettroscopia Raman – Dott. Lamperti (marco.lamperti@uninsubria.it)
- Unità di spettroscopia non lineare – Prof. Allevi (alessia.allevi@uninsubria.it)
- Unità di light scattering – Prof. Ferri (fabio.ferri@uninsubria.it)
- Unità di polarization spectroscopy – Dott. Bondani (maria.bondani@uninsubria.it)

Collegamento con le Piattaforme Tecnologiche del CRIETT e le Piattaforme Scientifiche di

Ateneo: Le attività della facility sono integrate all'interno della Piattaforma Scientifica di Ateneo "Tecnologie per Energia, Salute, Ambiente". Tra i laser in dotazione alla facility figurano la sorgente impulsata a fs Pharos e il Laser CW ad alta potenza con generazione di seconda armonica intracavity e modulo per la generazione di IV armonica Verdi, entrambi inventariati CRIETT (Piattaforma di caratterizzazione della materia, strumenti MAC27 e MAC22, rispettivamente),

Sottostruttura “Single photon timing”

Responsabile: Prof. Luca Nardo

Contatti: luca.nardo@uninsubria.it

Keywords: Time resolved fluorescence, fluorescence fluctuation spectroscopy, single molecule fluorescence, photon time of flight, single-photon coincidence, time resolution of optoelectronic devices.



Breve descrizione

L'Unità di Single-Photon Timing fornisce esperienza di lungo periodo in metodi di spettroscopia di fluorescenza risolta in tempo, fluorescence resonance energy transfer (FRET) risolto in tempo e di singola molecola, processing di impulsi elettronici, ritardo di trasmissione e dispersione temporale del segnale in fibre ottiche, spettroscopia delle fluttuazioni della fluorescenza (FCS, FIDA, PCH), ecc., con focus su applicazioni di queste tecniche alla caratterizzazione di:

- struttura e dinamiche conformazionali di biomolecole,
- ottimizzazione, fotostabilità e delivery di farmaci e principi attivi
- photosensitizers, cosmetici e generazione fotosensibilizzata di specie radicali ossidanti
- dinamiche di stato eccitato, fotocatalisi e reazioni eccitoniche
- interazioni biomolecola/farmaco,
- composti di nuova sintesi (coloranti, fluorofori, composti di coordinazione e materiali polimerici
- caratterizzazione di rivelatori di singolo fotone (SPAD, SPAD arrays, SiPM, fotomoltiplicatori ibridi)

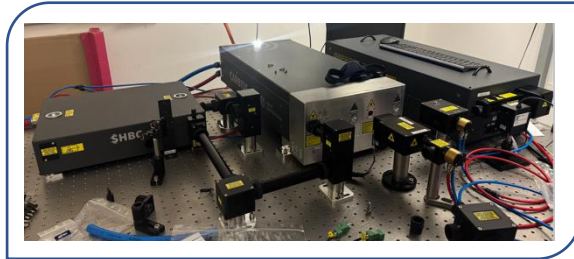
<https://dsat.uninsubria.it/inspectLab/research/>

Sottostruttura “Unità di ultrafast characterisation”

Responsabile: Prof. Matteo Clerici, Prof. ssa Lucia Caspani

Contatti: matteo.clerici@uninsubria.it, lucia.caspani@uninsubria.it

Keywords: ultrafast sensing, THz time-resolved spectroscopy, ultrafast lasers



Breve descrizione

L'Unità di Ultrafast Characterisation include le risorse e conoscenze in generazione e impiego di impulsi ultracorti per misure risolte in tempo dei gruppi UNO (Ultrafast Nonlinear Optics) e QUP (Quantum and Ultrafast Photonics), co-diretti dalla Dott.ssa Ottavia Jedrkiewicz e i Profs. Lucia Caspani e Matteo Clerici. Tra le attività possibili figurano

- Spettroscopia risolta in tempo di campi elettromagnetici a frequenze THz
- Caratterizzazione di materiali con pompa a $<200\text{fs}$ e probe accordabile tra 700nm e 2100nm
- Caratterizzazione di processi non lineari a due fotoni con impulsi ultracorti in regime quantistico

Sottostruttura di spettroscopia Raman

Responsabile: Dott. Marco Lamperti

Contatti: marco.lamperti@uninsubria.it

Keywords: spontaneous Raman spectroscopy, UV-resonant Raman spectroscopy, vibrational spectroscopy, Raman imaging



Breve descrizione

L'unità di spettroscopia Raman fornisce expertise nella realizzazione e utilizzo di spettrometri Raman con eccitazione nel visibile o nell'ultravioletto, con particolare interesse alla spettroscopia Raman risonante. Lo spettrometro può essere configurato in modo da integrare altre tecniche di spettroscopia molecolare. Le attività riguardano:

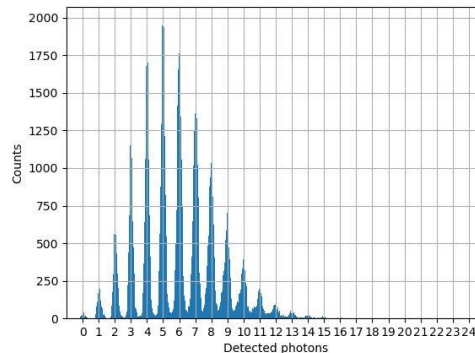
- Spettroscopia Raman spontanea, off-resonance e resonant (a 532 o 266 nm)
- Microscopia Raman
- Misure combinate di spettroscopia Raman con alter tecniche di diagnosi ottica

Sottostruttura “Spettroscopia non lineare”

Responsabile: Prof. ssa Alessia Allevi

Contatti: alessia.allevi@uninsubria.it

Keywords: Sum-frequency generation, up-conversion fluorescence, two-photon absorption, photon-number-resolving detectors.



Breve descrizione:

L'Unità di spettroscopia non lineare vanta un'esperienza pluriennale nella generazione di fenomeni ottici non lineari con sorgenti laser impulsive al picosecondo o a centinaia di femtosecondi. La rivelazione della luce prodotta avviene tipicamente nel regime di intensità mesoscopico, attraverso l'uso di fotorivelatori ibridi, fotomoltiplicatori al Silicio e telecamere CMOS o EMCCD.

I metodi più utilizzati sono:

- La generazione di armoniche
- L'imaging in correlazione
- La microscopia a due fotoni

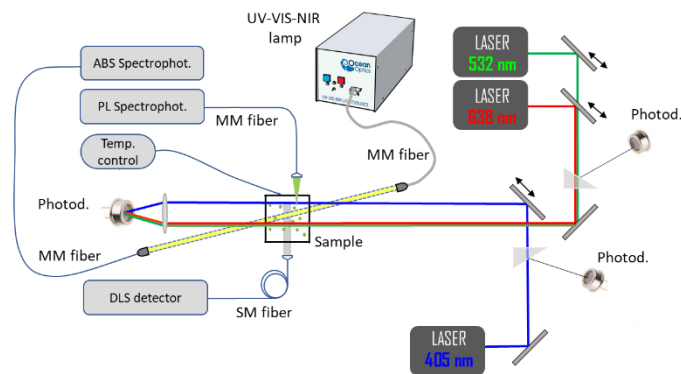
L'applicazione principale riguarda la rivelazione e caratterizzazione di campioni fotolabili, sia per quantità di luce sia per lunghezza d'onda usata per l'illuminazione

Sottostruttura “Light scattering”

Responsabile: Prof. Fabio Ferri

Contatti: fabio.ferri@uninsubria.it

Keywords: Static and Dynamic Light scattering, software correlators, nanoparticle sizing, colloidal aggregation, ghost imaging, speckle metrology.



Breve descrizione:

L'Unità di Light scattering si interessa da lungo tempo della caratterizzazione, strutturale e dinamica, di vari nanomateriali di interesse applicativo nel campo nano- e bio-tecnologico. Le attività di ricerca che caratterizzano l'Unità riguardano (i) studio della cinetica di crescita e caratterizzazione strutturale dei gel di fibrina mediante tecniche di diffusione della luce, turbidimetria e diffusione dei raggi X a piccolo angolo; (ii) sviluppo di nuovi correlatori software per la diffusione dinamica della luce; (iii) progettazione di protocolli di ghost imaging per applicazioni biomediche o ambientali; (iv) sviluppo di nuovi algoritmi di inversione per la misurazione delle dimensioni delle particelle a partire dai dati ottenuti dalla diffusione della luce, dalla turbidimetria e dalla diffusione totale dei raggi X ad ampio angolo.

Sottostruttura “Polarization spectroscopy”

Responsabile: Prof. ssa Maria Bondani

Contatti: maria.bondani@uninsubria.it

Keywords: White-light spectroscopy, polarizzazione, controllo qualità di componentistica ottica, caratterizzazione di polimeri plastici.

Breve descrizione

La nostra tecnica di spettroscopia in polarizzazione incrociata mappa gli stress interni in materiali trasparenti mediante l'analisi spettrale della birifrangenza fotoelastica. Il campione viene posto tra due polaroid ortogonali e uno spettrometro misura localmente lo spettro trasmesso, rivelando la distribuzione spaziale degli spessori e degli stress meccanici. Le applicazioni spaziano dal controllo qualità di componenti ottici, alla caratterizzazione di polimeri per il packaging, all'analisi non distruttiva di display e finestre, fino allo studio di componenti strutturali trasparenti sotto carico.

Pubblicazioni:

Unità di Single-Photon timing

1. G. Vesco, M. Lualdi, M. Fasano, **L. Nardo**, T. Alberio “Demonstration of fibrinogen-FcRn binding at acidic pH by means of Fluorescence Correlation Spectroscopy” *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 536 (2021) 32-37.
2. G. Vesco, M. Lamperti, D. Salerno, C. A. Marrano, V. Cassina, R. Rigo, E. Buglione, M. Bondani, G. Nicoletto, F. Mantegazza, C. Sissi, **L. Nardo*** “Double-stranded flanking ends affect the folding kinetics and conformational equilibrium of G-quadruplex forming sequences within the promoter of KIT oncogene” *Nucleic Acids Res.* 49 (2021) 9724-9737.
3. M. Seifert, M. Termathe, **L. Nardo**, M. Höhne “Ribosomal incorporation of thioxanthone as a noncanonical aminoacid facilitates the engineering of photoenzymes” *ChemCatChem* 17 (2025) e00847.

Track record completo del referente di Unità:

<https://scholar.google.com/citations?user=-WcT6fsAAAAJ&hl=en>

Unità di ultrafast characterization

1. T. Dickinson, I. Afxenti, G. Astrauskaite, L. Hirsch, S. Nerenberg, O. Jedrkiewicz, D. Faccio, C. Müllenbroich, A. Gatti, **M. Clerici**, L. Caspani “Quantum-enhanced second harmonic generation beyond the photon pairs regime” *Science Advances* 11 (2025) eadw4820.
2. D. Adamou, L. Hirsch, T. Shields, S. Yoon, A.C. Dada, J. M.R. Weaver, D. Faccio, M. Peccianti, L. Caspani, M. Clerici “Quantum-enhanced time-domain spectroscopy” *Science Advances* 11 (2025) eadt2187.
3. B. Momgaudis, **M. Clerici**, V. Jukna, P. Di Trapani, O. Jedrkiewicz, “Dynamics of Bessel beam induced graphitization of diamond: exploring the role of in-bulk plasma” *Opt. Mat. Express* 15 (2025) 614.

Track record completo del referente di Unità:

https://scholar.google.com/citations?user=_yduRYEAAAAJ&hl=en

Unità di spettroscopia IR e Raman

1. **Lamperti M.**, Rigo R., Sissi C., Nardo L., Probing G-Quadruplexes Conformational Dynamics and Nano-Mechanical Interactions at the Single Molecule Level: Techniques and Perspectives (2024) *Photonics*, 11 (11), art. no. 1061
2. Gotti R., Wójtewicz S., Marangoni M., Gatti D., **Lamperti M.**, High-precision HD spectroscopy near 1.53 μm , (2024) *Frontiers in Physics*, 12, art. no. 1446803
3. **Lamperti M.**, et al., Stimulated Raman scattering metrology of molecular hydrogen (2023) *Communications Physics*, 6 (1), art. no. 67

Track record completo del referente di Unità:

<https://scholar.google.com/citations?user=Dg4TXFgAAAAJ&hl=en>

Unità di spettroscopia non lineare

1. S. Cassina, A. Pozzoli, G. Vesco, M. Lamperti, M. Marangoni, **A. Allevi** “Sum-frequency-based photon-number-resolving detector for telecom wavelengths” *APL Photon.* 10 (2025) 126104.
2. S. Cassina, G. Cenedese, M. Lamperti, M. Bondani, **A. Allevi** “On the use of superthermal light for imaging applications” *Phys. Lett. A* 495 (2024) 129300.
3. S. Cassina, **A. Allevi**, V. Mascagna, M. Prest, E. Vallazza, M. Bondani “Exploiting the wide dynamic range of silicon photomultipliers for quantum optics applications” *EPJ Quantum Technol.* 8 (2021) 4.

Track record completo del referente di Unità: <https://scholar.google.com/citations?user=WJEL86sAAAAJ&hl=en>

Unità di light scattering

1. P. Anzini, M.C. Bossuto, M. Colombo, A. Vivani, I. Cherniukh, M. I. Bodnarchuk, M.V. Kovalenko, F. Bertolotti, A. Guagliardi, N. Masciocchi, and **F. Ferri**. “Simultaneous Dynamic Light Scattering, Absorbance and

Photoluminescence Measurements of Colloidal Nanoparticles. Application to Colloidal Stability and Aggregation Kinetics of CsPbBr₃ Nanocrystals”, *Small Methods*, 9, (2025), e00304 (1 of 15)

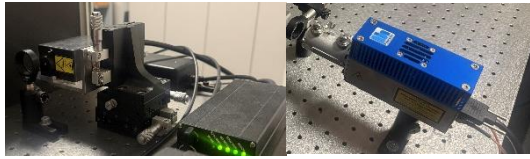
2. P. Anzini, D. Biganzoli, I. Cherniukh, M.V. Kovalenko, A. Parola, and **F. Ferri**. “Variance analysis of dynamic light scattering data” *Rev. Sci. Instrum.* 94, (2023) 095117
3. **F. Ferri**, M.C. Bossuto, P. Anzini, A. Cervellino, A. Guagliardi, F. Bertolotta and N. Masciocchi, “Site-occupancy factors in the Debye scattering equation. A theoretical discussion on significance and correctness”, *Acta Cryst._A*, 79, (2023).1-10

Track record completo del referente di Unità: <https://scholar.google.com/citations?user=3MpYqz4AAAAJ&hl=it>

Unità di polarization spectroscopy

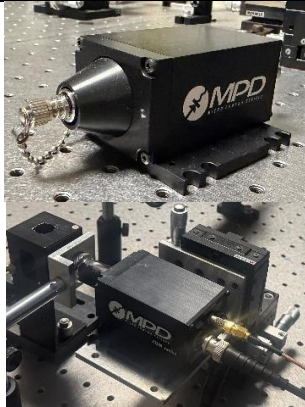
Track record completo del referente di Unità: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003796331>

• **A) Unità di Single-Photon timing**



Sorgenti Laser:

- Laser CW-TEM(0,0) Cobolt Blues (473 nm)
- Laser CW-TEM(0,0) MSL Cnilaser (532 nm)
- Laser impulsato BDS-SM-405-FBC (Becker & Hickl GmbH)
- Laser impulsato BDS-SM-514-free space (Becker & Hickl)
- Laser Pharos (cfr. Unità di Spettroscopia non lineare)



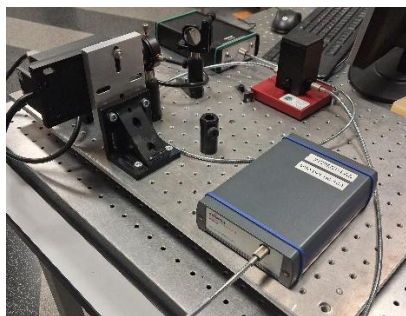
Rivelatori:

- N° 3 SPAD PDM50, MicroPhoton Devices, risoluzione temporale 30 ps, massima detection quantum efficiency 55% (@ 500 nm), DCR <50 cps, deadtime <80ns free space
- N° 2 SPAD PDM50, MicroPhoton Devices, risoluzione temporale 30 ps, massima detection quantum efficiency 60% (@ 500 nm), DCR <30 cps, deadtime <80 ns, fibre-coupled
- N° 2 APD SPCM-AQRH-14 Excelitas, risoluzione temporale <350 ps, massima detection quantum efficiency 70% (@ 560 nm) DCR <100 cps, deadtime <20 ns, fibre-coupled



Elettronica:

- N° 2 schede integrate per time-correlated single-photon counting Becker & Hickl GmbH, mod. SPC150
- Generatore di funzioni RIGOL DG852 Pro (freq. Max. 50 MHz, funz. Standard o arbitraria, 625 MSa/s, ris. 16 bit)
- Generatore di impulsi Berkeley Nucleonics 750 (50 MHz, 4 ch. Min. pulse dur. 10 ns, rise time 1 ns, jitter 50 ps)
- Oscilloscopio/analizzatore di spettro MXO4-BMDL Rhode & Schwartz (1.5 GHz, 4 ch., 5 Gsa/s, ris. Vert 12 bit)

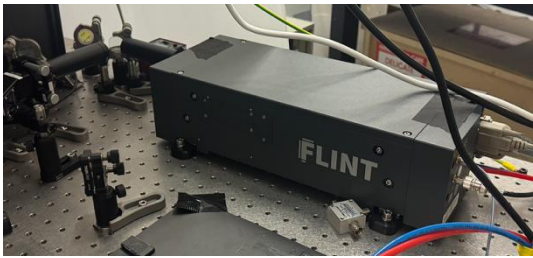
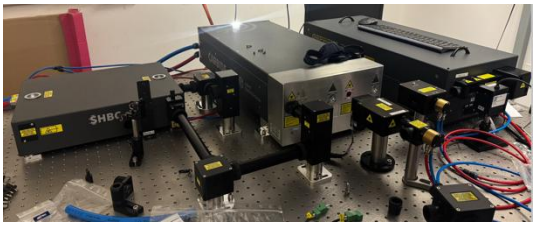


Spettrometro in fibra SensLine AvaSpec-ULS2048x64-EVO (Avantes)



Spettrofotometro: Jasco V-770 (spectr. Range 190-2700 nm, bandpass 01.-10 nm, campo fotometrico nel visibile +/- 4 Abs, nel NIR +/- 3 Abs, equipaggiato con sfera integratrice 60 mm, portacampioni multiplo 6 cuvette motorizzato e termostato)

• **B) Unità di Ultrafast characterisation**



Sorgenti Laser:

- Sorgente impulsata Light Conversion FLINT1 a 1030nm, 80MHz frequenza di ripetizione, 8W potenza di uscita, 120fs durata
- Sorgente impulsata Light Conversion Carbide 80W. Potenza di uscita fino a 80W. Durata impulsi 185fs. Frequenza di ripetizione variabile da singolo impulso fino a 2MHz. Energia massima 0,8mJ (a 100kHz), lunghezza d'onda 1030nm.
- Compressore di banda spettrale Light Conversion SHBC. Potenza massima 13W, lunghezza d'onda 515nm, frequenza di ripetizione 400kHz, durata impulso Transform Limited 3,24ps
- Amplificatore parametrico Orpheus-F. Potenza massima 2.5W, range di accordabilità 650-2100nm. Frequenza di ripetizione 200MHz.



Rivelatori:

- CMOS Camera Zyla-5.5-USB3 per visibile e NIR
- InGaAs Camera Allied Vision SWIR 5.2 MP FXO992MCX-T per misure da 400nm a 1700nm
- Detector THz Gentec THZ5I-BL-BNC per misure a THz



Elettronica:

- Pulse generator Aim-TTi TGP3152 – 50 MHz
- Lock-in Amplifier 5MHz Zurich Instruments MFLI con boxcar
- Oscilloscopio Rigol DHO4204
- Scheda di acquisizione dati Spectrum Instrumentation M2P.5913-X4
- Analizzatore di spettro elettrico Keysight Technologies N9010A
- Antenna per la generazione di radiazione THz



Spettrometri:

- Mini spettrometro Broadbocom QMINI 2 VIS-NIR
- Spettrometro a trasformata di Fourier Thorlabs OSA207C, con sensibilità da 1 a 12 micron.

• C) Unità di spettroscopia Raman



Sorgenti Laser:

- Laser Verdi V2
- Cavità di duplicazione MDB266



Spettrometri:

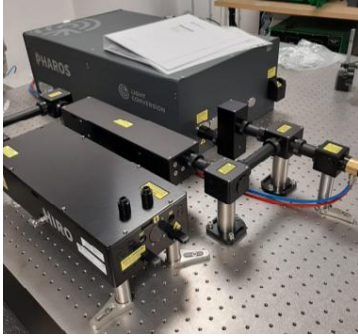
- Imaging spectrograph f/8, grating 300 l/mm @2 um e – 2 um), grating 1200 l/mm (400-650 nm)
- Telecamera EMCCD Andor iXon Ultra (v. unità di spettroscopia non lineare)
- Spettrometro a trasformata di Fourier home made (risoluzione migliore di 1 cm⁻¹)



Elettronica:

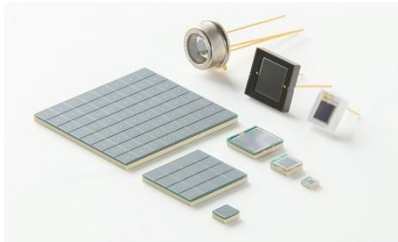
- Oscilloscopio RIGOL DH0924S
- Oscilloscopio RIGOL DH04204

• D) Unità di Spettroscopia non lineare



Sorgenti Laser:

- Laser Pharos (cfr. Unità di Spettroscopia non lineare)
- Laser a diodo @ 690 nm
- Laser CW Nd:YAG @ 1064 nm



Rivelatori:

- Fotorivelatori ibridi mod. R10467U-40, Hamamatsu Photonics)
- Fotomoltiplicatori al Silicio mod. MPPC S13360-1350CS, Hamamatsu Photonics
- Telecamera EMCCD (iXon Ultra 897, Andor)
- Telecamera Orca-Quest2 (C15550-22UP, Hamamatsu Photonics)



Elettronica:

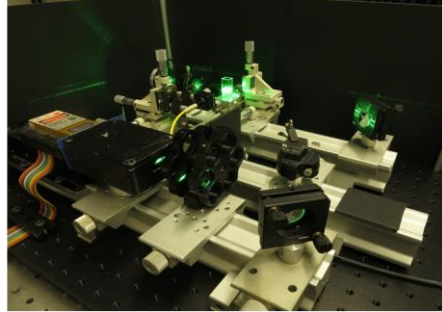
- Boxcar-gated integrators (SGI, SR250, Stanford)
- (ADC, PCI-6251, National Instruments)
- 2 Caen SP5600 Power Supply and Amplification Units
- Generatore di frequenze
- Oscilloscopi/analizzatori di spettro
- Fotodiodi PIN S3883 (Hamamatsu Photonics)

• E) Unità di Light Scattering



Macchina per Static Light Scattering:

- CW Laser He-Ne Spectra Physics 127 ($\lambda = 0.6328 \mu\text{m}$, $P = 25 \text{ mW}$)
- θ_{sca} range = 1 – 170 deg; q range = 1 -20 μm^{-1}
- probed length scales = 100nm – 1 μm
- high Temperature stability (1 mK)
- very low stray light
- fixed mechanical-optical components



Macchina per misure simultanee di Dynamic Light Scattering (DLS), Assorbanza (ABS) e fotoluminescenza (PL):

- CW Lasers working at 3 λ ($\lambda = 638, 532, 405 \text{ nm}$, $P = 50-100 \text{ mW}$)
- DLS eseguito tramite correlatore software operante cross-correlation mode
- ABS in the UV-VIS-NIR range
- PL in the visible range.