





From SPARC to SPARX

Luigi Palumbo









SPARC RC - 20 October 2009



Ministero dell'Università e della Ricerca





(2003) SPARC TEST FACILITY (7 ME) (2005) SPARX R&D (10 ME) (2007) SPARX-FEL Facility (25 ME)















SPARX-FEL

Technical Design Report

Version 2.03

30 July 2009



The SPARX linear accelerator is configured to provide the beam at energies ranging between 0.96 GeV and 2.64 GeV

Three undulator beamlines provide photons in energy ranges:

1) VUV-EUV beamline (40eV/30.5nm - 124 eV/10nm)
 2) EUV - Soft X-ray beamline (88.5eV/14nm - 1240eV/1nm)
 3) X-ray beamline (1.28 keV - 2 keV)



sparX

SPARX-FEL

Scientific Case

CONTENT

1	STUDY OF SPONTANEOUS UNDULATOR RADIATION FOR SPARX	9
2	ATOMIC AND MOLECULAR PROCESSES WITH SHORT AND INTENSE FEL PULSES	23
3	FEMTOSECOND X-RAY STRUCTURAL STUDIES IN CONDENSED MATTER	41
4	TIME RESOLVED RESONANT INELASTIC X-RAY SCATTERING (RIXS) AND RELATED EXPERIMENTS ON SOLID SAMPLES WITH FEL RADIATION AT SPARX	51
5	A PROPOSAL FOR THE EXTRACTION OF TERAHERTZ RADIATION FROM SPARX	59
6	FEL'S LIGHT INTO LIFE: THE VALUE OF SPARX FOR LIFE SCIENCES	69
7	TIME-RESOLVED ENERGY DISPERSIVE X-RAY DIFFRACTION EXPERIMENTS	95
8	COHERENT X-RAY DIFFRACTION WITH SPARX	111
9	X-RAY SPECKLE METHODS	119
10	ADVANCED PLASMA PHYSICS STUDIES WITH X-FEL PULSES	127
11	ULTRAFAST X-RAY SPECTROSCOPY AND SCATTERING EXPERIMENTS ON LIQUIDS AND SOLIDS SYSTEMS AT SPARX	133
12	AUTHOR LIST	181

Version 1.00

16 July 2009

circa 90 contribuenti

FEL's light into life:

The value of SPARX for life sciences

Stefania Alleva⁽¹⁾, Fabio Arnesano⁽²⁾, Alessandro Arcovito⁽³⁾, Giuseppe Arcovito⁽⁴⁾, Martino Bolognesi⁽⁵⁾, Vincenza Calò⁽²⁾, Giuseppe Chirico⁽⁶⁾, Maddalena Collini⁽⁶⁾, Agostina Congiu Castellano⁽⁷⁾, Enrico Dainese⁽⁸⁾, Liberato De Caro⁽⁹⁾, Stefano Della Longa⁽¹⁰⁾, Marco De Spirito⁽⁴⁾, Cinzia Giannini⁽⁹⁾, Vincenzo Lombardi⁽¹¹⁾, Maurizio Losacco⁽²⁾, Paolo Mariani⁽¹²⁾, Velia Minicozzi⁽¹⁾, Silvia Morante^{*(1)}, Maurizio Paci⁽¹³⁾, Massimiliano Papi⁽⁴⁾, Emanuele Pontecorvo⁽⁷⁾, Alessia Quatela⁽⁷⁾, Massimo Reconditi⁽¹¹⁾, Nicola Rosato⁽¹⁴⁾, Giancarlo Rossi⁽¹⁾, Annalaura Sabatucci⁽⁸⁾, Tullio Scopigno⁽¹²⁾, Francesco Spinozzi⁽¹²⁾, Francesco Stellato⁽¹⁾, Giuseppe Zanotti⁽¹⁵⁾

BioFel Collaboration

⁽¹⁾ Dipartimento di Fisica Università di Roma "Tor Vergata" and INFN Sezione di Roma "Tor Vergata" Via della Ricerca Scientifica, 00133 Roma, Italia.

⁽²⁾Dipartimento Farmaco-Chimico, Università di Bari "A. Moro", Via E. Orabona 4, 70125 Bari, Italia.

⁽³⁾ Istituto di Biochimica e Biochimica Clinica, Università Cattolica del Sacro Cuore, L.go F. Vito 1 00167 Roma, Italia.

⁽⁴⁾ Istituto di Fisica, Università Cattolica S. Cuore, L.go F. Vito, 1, 00168 - Roma, Italia.

⁽⁵⁾ Dipartimento di Scienze Biomolecolari e Biotecnologia, Università di Milano, Via Celoria 26, 20131 Milano, Italia.

⁽⁶⁾ Dipartimento di Fisica, Università di Milano Bicocca, Piazza della Scienza 3, 20126 Milano, Italia.

⁽⁷⁾Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza, Piazz.le A. Moro 2, 00185 Roma, Italia.

⁽⁸⁾ Dipartimento di Scienze Biomediche, Università di Teramo, Piazza A. Moro 45, 64100 Teramo Italia.

⁽⁹⁾Istituto di Cristallografia, CNR, via Amendola 122/O Bari, Italia.

⁽¹⁰⁾ Dipartimento di Medicina Sperimentale, Università dell' Aquila, via Vetoio loc. Coppito II, 67100 L' Aquila, Italia.

⁽¹¹⁾ Laboratorio di Fisiologia, Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università di Firenze, Via Sansone 1, 50019 Sesto Fiorentino, Italia.

⁽¹²⁾ Dipartimento SAIFET, Sezione di Scienze Fisiche Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italia.

⁽¹³⁾ Dipartimento di Chimica Università di Roma "Tor Vergata" Via della Ricerca Scientifica, 00133 Roma, Italia.

⁽¹⁴⁾Centro NAST, Nanoscienze & Nanotecnologie & Strumentazione, Via della Ricerca Scientifica, 00133 Roma, Italia, and Dipartimento di Medicina Sperimentale e Scienze Biochimiche, Università di Roma "Tor Vergata", Via Montpellier 1, 00133 Roma, Italia.

⁽¹⁵⁾ Dipartimento di Chimica Biologica, Università di Padova, Viale G. Colombo 3, 35121 Padova, Italia.

^{*}To whom correspondence should be addressed.

PROJECT STATUS

- Completed:
- TDR
- INFRASTRUCTURE DESIGN
- SCIENTIFIC CASE
- SPARX is partner UE-PP of IRUVX (EuroFEL)
- Foreseen 3 energy steps: 750 MeV, 1500 MeV, 2500 MeV

July 30 signed the Agreement for the Consortium constitution

Hopfully Consortium ready by the end of the year

Completion SPARX Phase 1	
Infrastructure (entire)	25
Plants	7
Accelerator	25
Undulators and Transfer lines	8
Beam lines	5
Total	70

12 ME of existing equipments and fundings (SPARC + MIUR-2)

Completion SPARX Phase 1	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	ΤΟΤ
Infrastructure (entire)	4	9	12	0	25
Plants			4	3	7
Accelerator	1	4	8	4	17
Undulators			2	2	4
Transfer lines			1		1
Beam lines			2	2	4
Total	5	13	29	11	58

N°	0	Tasks	Tri 4	1 Tri 1 T	012 Tri	3 Tri 4	2 Té 1 Tri	2 T/3 T/4	3 Tri 1 Tri 2	Tri 3 Tri 4	4 Tri 1 Tri 2	Tri 3 Tri 4	5 Tri 1
1		SPARX - phase 1		_		011114		2 1 10 2 1 10 3		1110 1 1114			
2		SPARC Upgrade 750 MeV Injector and Linac installation										1	
3	1	Civil Infrastructure	•	_								·	
4		Final construction Project			<u>L</u>								
5		Tender and implementation Project		i i									
6	H	Authorizations		[
7		Excavation											
8	Π	Underground Infrastructure								L			
9	H	Surface building							(1		
10		Plants										·	
11	===	Electrical plants							(
12		Fluid plants							[
13		Free Electron Laser			╶⋓⋿								ا ا
14	1	Accelerator			╶⋓⋿							·	
15		Tender procedure for Linac					4						
16	III	Linac construction								Ł			
17	==	Linac installation							[
18	1	Undulator and Transfer line										·	
19	ΞĒ	Tender procedure for transfer line											
20		Transfer line construction						Ĺ L		ել			
21	111	Transfer ine installation											
22	H	Tender procedure for undulator											
23	111	Undulator construction								— h			
24		Undulator installation											
25		Photon Beam Lines)
26		Tenders							L				
27	H	Beam line construction									£.		
28		Beam line installation											

SPARX Phase 2	Year 4	Year 5	Year 6	ΤΟΤ
Infrastructure	1	3		4
Plants		2	3	5
Accelerator @ 2.64 GeV	3	5	7	15
Undulators		6	8	14
Transfer lines		3	3	6
Beam lines		3	3	6
Total	4	22	24	50

N*	0	Tasks		7	_
1		SPA RX - phase 2	<u> 1m1 1m2 1m3 1m4 1m1 1m2 1m3 1m4 1m1 1m2 1m3 1m4 </u>	Tri1 In2 In3 Iri	4
2		Second undulator			
3	1	Tender procedure			
4		Second Undulator construction			
5		Second Unduistor installation			
6	1.1.1				
7		Civil Infrastructure upgrade			
8		Tender, authorizations and implementation Project			
9		External building realization			
10		an or the second grade second			
11		Linac Epergy upgrade to 2.54 GeV			
12		Tender omcedures			
13		Line construction			
14		Line Installation			
15			▏		
16		Third undulator and transfer lines			
17		Tender procedure for transfer line			
18		Transfer line construction			
19		Transfer line installation			
20		Tender procedure for third undulator	▏		
21		Third Undulator construction			
22		Third Undulator installation	▏		
23					
24		Photon Beam Lines		•	
25		Tender procedures for Beam line		,	
26		Beam line construction			
27		Beam line installation			

Operational costs	Phase 1	Phase 2
Personnel	1.8	2.4
Machine maintenance	1.0	1.5
General services	1.2	1.4
Consumables	0.4	0.5
Power consumption	2.6	4.2
Total annual operation costs	7.0	10.0

Power consumption costs	Phase 1	Phase 2
LINAC power consumption (kW)	1500	2500
Transfer Lines / Ondulators / Beamlines power consumption (kW)	300	500
Cooling and conditioning power consumption (kW)	450	750
Technical plants power consumption (kW)	150	250
General services power consumption (kW)	150	160
Total consumption (kW)	2550	4160
Working hours per year - 9 month, 24h/day, (h)	6480	6480
kWh	16524000	26956800
Price per kWh (as of April 2009 in Italy) (€)	0.157	0.157
Total Consumption costs (€)	2594268	4232218

PREVENTIVO GLOBALE DI SPESA PER L'ANNO 2010

Struttura	A carico dell'I.N.F.N.										
	interno	estero	consumo	trasporti	manutenzione	inventario	apparati	licenze-SW	TOTALI	altri enti	
LE	4.00	5.00	10.00						19.00		
LNF	8.00	50.00	40.00		50.00	12.00	70.00		230.00		
MI	40.00	20.00	23.00			40.00			123.00		
RM1	2.00	2.00	3.00						7.00		
RM2	6.00	8.50	7.00			19.50			41.00		
Totali	60.00	85.50	83.00		50.00	71.50	70.00		420.00		

Mod. EC/EN 4

(a cura del responsabile nazi



SPARC - 2010

SPARC-LNF (14.2 FTE)

RICHIESTE:

CONSUMO: 40.0 keuro

- ricambi componenti, (pompe da vuoto, componenti sistema laser: specchi, finestre, beam splitters, lampade di pompa)

- sviluppo e lavorazioni parti meccaniche e materiali (modifica sitema di iniezione assiale del laser e risistemazione della diagnostica a valle del gun)

MANUTENZIONE 50.0 keuro -manutenzione impianti ed esperimenti (camera pulita e sistema laser, impianti RF e sistema di controllo)

INVENTARIO 12.0 keuro per -sostituzione computers sala controllo ed upgrade del software

APPARATI 70.00 keuro per
-Sostituzione e test nuovi Catodi.
-Componenti diagnostica elettroni per linea THz.
-Linea laser infrarossa sul catodo per conditioning test
-Rivelatore radiazione IR 1-10 μm

MILESTONES:

1) Catodi: estrazione carica nominale (1nC)

2) Linea THz: trasporto e analisi del fascio di elettroni in fondo alla linea THz

3) Linea THz: caratterizzazione radiazione THz @ 100 µm

4) Linea IR sul catodo: sincronizzazione fascio IR ed UV

5) Linea IR sul catodo: misura riscaldamento longitudinale del fascio di elettroni (energy spread non correlato)

6) Linea IR sul catodo: osservazione microbunching con radiazione di transizione coerente a 1-10 µm

SPARC-Milano

(6 FTE)

L'attività sperimentale del gruppo SPARC Milano per il 2010 si articola su due linee:

- Esperimento di imaging degli Speckles con la radiazione FEL (M. Giglio et al.)

- Test di un sistema laser basato su Active Recirculator per produrre treni di impulsi laser (100 impulsi equi-spaziati di 10 ns all'interno dell'impulso RF di 1 microsecondo) da inviare al fotocatodo, su cui produrre treni di pacchetti di elettroni, che aumentino il rep rate effettivo del linac (I. Boscolo et al., vedi allegato)

RICHIESTE:

CONSUMO: 23.0 keuro

INVENTARIO 40.0 keuro

MILESTONES:

1) giugno 2010: installazione della strumentazione per le misure di Speckle sul FEL di SPARC e inizio presa dati

2) giugno 2010: acquisizione del sistema sorgente per la produzione di impulsi laser, in prestito da Pavia

3) dicemebre 2010: messa in funzione dell'Active Recirculator

4) giugno 2011: produzione treni di impulsi laser UV

SPARC-Roma 2



L'attività sperimentale del gruppo SPARC Roma2 per il 2010 riguarda:

- Sviluppo di un prototipo di sistema di rilevazione e misura delle perdite di fascio (BLPM: Beam Loss Position Monitor) per monitorare la zona degli undulatori di SPARC.

RICHIESTE:

CONSUMO: 7.0 keuro

INVENTARIO 19.50 keuro materiale per completare (in parte) il sistema BLPM di SPARC.

MILESTONES:

1) 30/6/2010 Completamento di un modulo per l'alimentazione e rilettura di 6 MPPC

2) 31/12/2010 Installazione e test del sistema BLPM su due ondulatori di SPARC

SPARC – Lecce

L'attività sperimentale del gruppo SPARC Lecce per il 2010 riguarda:

- Deposizione, caratterizzazione e test di film di Y depositati su Si, su dischetti di Cu e su flangia di Cu. Confornto tra l'Y e il Mg.

RICHIESTE:

CONSUMO: 10.0 keuro

MILESTONES:

1) 31/12/2010 Caratterizzazione e test di film di Y su Si e Cu, e confronto con i film di Mg.

SPARC Romal (3.7 FTE)

L'attività principale svolta presso LNF per SPARC e PlasmonX e THz

CONSUMO 3 keuro