Superb @ LNF (programma sperimentale) G. Finocchiaro LNF, 6 Luglio 2011 -CdL

Composizione del gruppo

Vilucchi	0.1	TECNOL.	
Martini	0.1	TECNOL.	
Felici	0.5	TECNOL.	
Beretta	0.3	TECNOL.	
Gatti	0.3	RICERC.	
Rama	0.7	RICERC.	
Piccolo	0.4	RICERC.	
Peruzzi	0.2	RICERC.	
Patteri	0.3	RICERC.	
Finocchiaro	0.7	RICERC.	
de Sangro	0.4	RICERC.	

(2.3 FTE nel 2011)

+ 1 FTE Ing. Meccanico (Laureando specialistica TOV)



SuperB: stato del progetto

- SuperB approvato e finanziato
 - 250 M per le infrastrutture in 5 anni
 - Forte supporto del ministero
- Sito
 - Tor Vergata è stato scelto come sito per SuperB
 - Forte supporto del rettore e dell'Università
 - Prossimità con LNF permette sinergie importanti
- Kick-off day 30 maggio 2011
 - Inizio ufficiale della fase di costruzione del progetto

Some Gold	en Moo	des 📕	No re	sult	Moderate Precise	Very Prec	ise
Observable	Babar/ Belle	LHCb (10fb ⁻¹)	SLHCb (100fb ⁻¹)	SuperB (75ab ⁻¹)	Some Comment	Theo	auhern
γ							
V_{ub}/V_{cb}					Excl. needs Lattice & Inclusive @ 2% ?		
β					Theo. error to be controlled on data (ex: J/ $\psi\pi^0$)		THEORY
S(J /ψφ)					At 1° theo error controlled with data ?		
Β→ τ ν, μν					Very precise if detector is improved		
S-Penguins					SLHCb (very) precise for B →φK, Bs→φφ Not possible for Ksπ ^{₀,} ksksks,ηks, ωKs		Moderately Clean
$A_{CP}(B \not\rightarrow X_{s} \gamma)$					Control syst. Is an issue		
Br (B→ X _s γ)					Syst. Controlled with data ?		Clean
Br (B→ X _s I I) <i>Angular var.</i>							Need Lattice
Br(B→K*l I), Angular var.					Could theory control @20%? Angular analysis are clean ? →		Clean
Br (B→ K ^(*) ν ν)					Stat. limited. With more stat. angular analyses also possible		
Br (Β→Κ _s π⁰γ)							
Br(B _s →φγ)					As precise as Br →K _s π⁰γ) ?		Erom
Br (B _s →μμ)							A.Stocchi
τ→μγ					profit of polarized beams		H:Stoccill
CPV charm 6 Luglio 201	1				CPV in SM negligible. So clean NP probe		4





• B_d Physics

- Mixing and CPV
- Rare/Radiative/Semi-leptonic
- Tau
 - LFV
 - Tau properties
 - $-V_{us}$
- D Physics
 - SG3.1 Mixing and CPV
 - Direct CPV
 - FCNC
- B_s
 - ASL + ... list to be determined
- Other Physics
 - Spectroscopy
 - Dark Forces
 - Electroweak physics

- Phenomenology
 - Model independent / CKM / EFT
 - MSSM
 - SUSY-GUT
 - Extra dimensions
 - Little Higgs
 - SM4
 - +others ..
- Non-perturbative methods
 - Lattice
 - HQE

Tools

- QCD-SR
- PHYSICS TDR

GOAL: pubblicazione a metà 2012



Parametri dell'acceleratore

							A REAL PROPERTY AND A REAL								
	Units	HER	LER	HER	LER	HER	LER	HER							
Machine		Sup	er B	PE	PII	Super	KEKB	arcarc							
Circumference	m	125	58.4	22	200	30	16.3								
Frequency turn	Hz	2.38	E+05	1.36	E+05	9.95	E+04								
# bunch		97	78	17	32	25	500								
Frequency collision	MHz	23	33	236		236		236		249		249		HER Energy	
Full crossing angle	Rad	0.0)66	0.0	0.000		083	RF CT CaV							
Energy	GeV	6.7	4.18	9.0	3.1	7	4	0.7 Gev							
Energy ratio		1.0	60	2.	90	1.	.75								
βx	cm	2.6	3.2	35	40	2.4	3.2		1						
βy	μm	253	205	9000	10800	410	270	Polarization	1						
coupling	%	0.25	0.25	0.24	0.45	0.35	0.40	80% for e ⁻	P.						
Radial emittance ɛx	nm	2.07	2.37	55	33	2.4	3.1								
Vertical emittance ε y	pm	5.18	5.93	1300	1500	8.4	12.4								
Bunch length	cm	0.5	0.5	1.15	1.25	0.5	0.6	LER Energy:							
Current	А	1.89	2.44	2.07	3.21	2.6	3.62	4.2 GeV							
# particles/bunch	10 ¹⁰	5.08	6.56	5.49	8.52	6.55	9.13	eta15							
Hor. size @ IP σx	μm	7.34	8.71	43.87	36.33	7.75	10.62								
Ver. size @ IP σ y	nm	36.2	34.9	3421	4025	59.0	59.0	3415							
Piwinsky angle		22.50	18.95	0.00	0.00	26.79	23.46								
Horizontal tune shift	%	0.21	0.33	Į	5	0.28	0.28								
Vertical tune shift	%	9.89	9.55	Į	5	8.75	9.00								
Luminosity	10 ³⁶ Hz/cm ²	1.	02	0.0	012	0.	.80	and all all all all all all all all all al							

Caratteristiche uniche di SuperB:

- Fasci polarizzati
- Possibilità di funzionare alla soglia di produzione di τ e charm (e Y(5S))



SuperB Luminosity model





- ✓ Spazi (~30ha), potenza elettrica e disponibilità di acqua OK
- ✓ Stabilità del terreno e vibrazioni OK
- ✓ No vincoli archeologici

Rispetto ai LNF:





The Detector: General Considerations

- *SuperB* requirements very similar to those of the *B* factories
 - Large solid angle coverage, good lepton ID, particle ID over large momentum range (π/K separation to over 4 GeV), measurement of the relative decay times of the *B* mesons, good low momentum resolution, good low energy photon energy measurement
- Main differences:
 - lower machine boost ($\beta\gamma=0.24$ vs $\beta\gamma=0.56$ in *BABAR*)
 - Need to improve vertex detector resolution
 - Much higher luminosity (and Lumi-scaling background rates)
 - Faster & more robust detectors
 - Keep an open, 100% efficient trigger
- Can re-use as much as possible & reasonable of the old detector
 - only possible because of low beam currents!



Detector Design Issues



System	Baseline	Issues (technical OR manpower; R&D)
MDI	Initial IR designed	Magnetic elements and radiation masks. Design of tungsten shields. Background simulations: global map, detector occupancy
SVT	6-layer silicon	Technology for Layer 0: striplets or pixels. Thin pixels R&D. Readout chip for strips. Mechanical design.
DCH	Stereo-axial He-based	Dimensions (inner radius, length). Mechanical structure Cluster counting option.
EMC	Barrel: CsI(TI) Forw: LYSO	Electronics and trigger. Mechanical structure Forward EMC technology: LYSO / LYSO+CsI(TI); Pure CsI. Backward EMC: cost/benefit analysis
PID	DIRC w/ FBLOCK	FBLOCK design. Photon detection. Mechanical structure Forward PID: cost/benefit analysis. Different technologies.
IFR	Scintillator+ fibers	8 vs 9 layers. SiPM radiation damage and location. Extra 10cm iron. Mechanical design and yoke reuse.
ETD	Synchronous const. latency	Fast link rad hardness. LI Trigger (jitter and rate). ROM design. Link to computing for HLT.

Detector: istituzioni



System	Institutions
SVT	Bologna, Milano, Pavia, Pisa, Rome3, Torino, Trieste, Trento, LBNL, Queen Mary, RAL, <mark>Strasbourg, Bari</mark>
DCH	LNF, McGill, Montreal, TRIUMF, UBC, Victoria, Lecce
PID	SLAC, BINP, (Hawaii), Cincinnati, Bari , Padova, Maryland, LAL, LPNHE
EMC	Bergen, Caltech, Perugia, Rome1
IFR	Ferrara, Padova, Krakow
ETD	SLAC, Caltech, Napoli, Bologna, LAL, Padova, <i>Rome3</i>
Computing	Padova, Ferrara, Torino, Bologna, Rome2, Pisa, Perugia, LNF, LBNL, Napoli, SLAC
Magnet/Integration	SLAC, LNF, Pisa, Genova
Backgrounds/MDI	SLAC, Pisa, LNF, LNS, Cagliari, Ohio State
TBD	(Valencia, Barcelona, Annecy, Tel Aviv, Liverpool, Kiev, ITEP, Riverside, Kansas, Livermore, Louisville, Notre Dame, Princeton, Southern Methodist, South Carolina, Austin, Utah)



Detector Proto-Technical Board

Detector Coordinators – B.Ratcliff, F. Forti Technical Coordinator – W.Wisnieswki

- SVT G. Rizzo
- DCH G. Finocchiaro, M.Roney
- PID N.Arnaud, J.Va'vra
- EMC F.Porter, C.Cecchi
- IFR R.Calabrese
- Magnet W.Wisniewski
- Electronics, Trigger, DAQ D. Breton, U. Marconi
- Online/DAQ S.Luitz
- Offline SW
 - Simulation coordinator D.Brown
 - Fast simulation M. Rama
 - Full Simulation F. Bianchi
- Rad monitor –
- Lumi monitor –
- Polarimeter –
- Background simulation M.Boscolo, E.Paoloni
- Machine Detector Interface –

Detector Geometry Working Group Chairs M.Rama, A.Stocchi

Forward Task Force Chair H.Jawahery

Backward Task Force Chair W. Wisniewski

Being created:

Mechanical integration team (F. Raffaelli) Central electronics team



Detector Schedule

ID	Task Name	Duration		Y1		Y2		Y3		Y4		Y5		Y6		Y7
-		<u> </u>	H2	<u>H1</u>	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	<u>H1</u>
1	Approvazione	0 wks		•				1		1		1		1		1
2	Progettazione & Costruzione Rivelatore	182 wks						1		:		1		1		1
3	Progettazione SVT	52 wks				1		1		1		x		1		1
4	Costruzione SVT	130 wks						1		1				1		1
5	Progettazione DCH	52 wks						1								1
6	Costruzione DCH	130 wks				1		2		1						1
7	Progettazione PID	52 wks						i i		1		T L		1		1
8	Costruzione PID	130 wks				1		5		1. 1.		1		3		1
9	Progettazione forward EMC	52 wks						1								1
10	Costruzione forward EMC	130 wks				1		1		1		1		1		1
11	Progettazione IFR	52 wks						1				1				1
12	Costruzione IFR	130 wks		а а		1		1			η	1 X		1		1
13	Progetto tecnico rivelatore	0 wks			•	÷ i		1								1
14	Smontaggio & Trasporto BABAR	91 wks				1		1		1				1		1
15	Progettazione Attrezzature	26 wks			1	1		-								1
16	Smontaggio BABAR	52 wks		1 : E	-			1		1		1		1		1
17	Trasporto dei componenti	26 wks						i.		1		1 x		а я		а а
18	Installazione e Collaudo Rivelatore	198 wks				1		7								1
19	Installazione ferro & IFR	52 wks		11		1		1		1		1		1		1
20	Installazione magnete	13 wks	1	11		1		1				E Contraction of the contraction				1
21	Installazione IFR	8 wks		1.1		1		1		1		1		1		1
22	Installazione EMC	8 wks		3 1		3		1		E E		1		3		1
23	Installazione PID	8 wks				1		1		I I		T		1		1
24	Installazione DCH	8 wks				1		÷		1	1					1
25	Installazione SVT	8 wks				1		1		1				1		1
26	Commissioning	26 wks		\$ 1 5 1		1		1		1			1	4		1
27	Test con raggi cosmici	26 wks		11		1		1		1		t t	Ť.	1		1
28	Commissioning su fascio	15 wks						1		1		1		i 💻	1	1
29	Rivelatore pronto per le collisioni	0 wks		1.1		1		1		1		1		1		

The SuperB Drift Chamber



- Large volume gas tracking system for SuperB providing measurements of charged particle momentum and ionization energy loss used for particle ID.
 - $\delta p_t/p_t \sim 0.4\%$ for tracks with $p_t = 1$ GeV/c
 - Primary device to measure velocities of particles with momenta < ~700MeV/c</p>
- O(40) layers of centimeter-sized cells strung axially or at a small stereo angle in order to provide measurements along z, the beam axis
- Dimensions:
 - Outer radius: constrained to 809mm by the DIRC quartz bars
 - Inner radius: about 220mm (final focus cooling system and W-shield constraints to be finalized)
 - Length: 2760mm at the outer radius: leave some space for possible future forward PID and backward EMC system



Alcune considerazioni generali

- Esistono margini per migliorare la (sia pur ottimizzata) camera di BABAR:
 - ottimizzando il riempimento del volume di tracciamento
 - riducendo il materiale nel volume di tracciamento (diffusione multipla, dominante ai bassi impulsi di *SuperB*):
 - 1. nel gas aumentando la percentuale di He, o usando un idrocarburo più leggero
 - 2. riducendo la quantità di Al nei fili
 - Anche il materiale della struttura può essere ottimizzato
 - struttura meccanica
 - materiale dell'elettronica (incluso cooling)
- Un concetto radicalmente diverso -proposto da tempo ma mai utilizzato in un rivelatore- la misura dei singoli cluster di ionizzazione (*cluster counting*) permetterebbe prestazioni drasticamente migliori in dE/dx e nella risoluzione in impulso (annullando il peggioramento della risoluzione spaziale vicino al filo dovuto alla ridotta ionizzazione con l'uso di miscele più leggere (punto 1. qui sopra)

Ottimizzazione

- Struttura Meccanica
- Completamente in fibra di carbonio. Material budget:
- Endplates: da 0.13X₀ (BABAR) a 0.03X₀
- Cilindro interno: ÷ 4 rispetto a BABAR
- Geometria finale da ottimizzazione di:
 - stress e deformazioni (carico dei fili ~3 ton)
 - fondi, principalmente "luminosity related": rad. Bhabha, pairs
- Geometria delle celle
 - Celle quadrate, R_{fs} = 3:1
 - Miglior riempimento e meno materiale che in BABAR
 - Il numero di canali dipende in maniera cruciale dai fondi stimati.
 DCH "in prima linea" nello studio del problema Full Simulation
 - Disposizione ottimale stereo/assiale da definire entro l'anno
- Fili
 - campo: Al-5056 senza plating (X₀(gas+fili) +38%)
 - sense: gold-plated Mo (X₀(gas+fili) +12% rispetto a gold-plated W-Rh), minore distorsione del segnale (cluster counting)
 - Test di invecchiamento in corso (Canada) su fili e miscela di BABAR. A breve su fili e miscele di SuperB







Attività sperimentali – Studio di miscele a base di He

Prototype 1

- 6x4 hexagonal cells à la BABAR
- Guard wires to ensure uniformity of electric field among cells
- Aluminized mylar windows on entrance-exit faces

External Telescope:

- Two identical assemblies. 26 tubes each
- 3 cm diameter, 100 μm wires
- **40%-60%** Ar-iC₄H₁₀ mixture







Event display: fit di traccia di raggio cosmico usando il tracciatore esterno (linea blu) e il prototipo (linea rossa) 19

SuperB

Relazioni spazio-tempo, risoluzione spaziale



Esempio di relazione spazio-tempo in una cella del prototipo, con fit a un polinomio di Chebychev di 5º grado



Attività di R&D

- Cluster counting
 - studio di algoritmi in corso su rivelatori a catodo continuo, e tramite simulazioni
 - Ottimizzazione dell'efficienza di conteggio dei cluster



- Avviato un programma di studio per stimare l'impatto sulla fisica utilizzando benchmark in FastSim (Breco, $B \rightarrow K^{(*)}vv$)







- Prototipo per lo studio del cluster counting in condizioni realistiche (celle a catodo discreto, L=2.5m)
 - 28 celle quadrate con lato=14mm, Rfs=3:1 su 8 layers (3-4-3-4-3-4)
 - Progettazione E. Capitolo, realizzazione off. meccanica
 - filato nella camera pulita Edif. Astra (esp. CMS/Panda)







- Boards di read-out con uscita analogica indipendente per il sistema di trigger
 - goal: implementare il Track Segment Finding con il prototipo 2
- Visti ieri i primi segnali
 - Saremo felici di mostrare il prototipo nel nostro laboratorio a chi è interessato!



Riassunto Attività recenti

Ruoli di responsabilità

- G. Finocchiaro: (co-) convener Drift Chamber
- M. Rama: (co-)convener FastSim
 - co-convener DGWG \rightarrow Physics Tools

Presentazioni 2010:

- M. Rama, Fast Simulation of the SuperB detector, Nuclear Science Symposium 2010, Knoxville, USA.
- M. Rama, Status of the SuperB project, BEACH 2010, Perugia
- G. Finocchiaro, The SuperB Project, HQL 2010, LNF, 11-15 October 2010

Pubblicazioni 2010:

- SuperB Progress Reports (2010)
 - arXiv:1007:4241 (Detector)
 - arXiv:1008.1541 (Physics)
 - arXiv:1009.6178 (Accelerator)

Attività 2011 - 2012



- Sviluppo progetto struttura meccanica della camera a deriva
- Progettazione catena di readout "standard"
- Ottimizzazione algoritmi per cluster counting
 - test su fascio del "prototipo 2"
 - BTF nel 2011
 - PSI/CERN nel 2012
- Sviluppo prototipo del "Track Segment Finder" (RM3) a partire dalle primitive di trigger del Prototipo 2
- Avviare implementazione degli algoritmi di C.C. su FPGA in tempo reale
- Sviluppo Physics Tools
- Avvio nodo GRID LNF per SuperB, in sinergia con il TIER2 di ATLAS
 - Simulazioni di macchina ed esperimento (FastSim, FullSim, GARFIELD)

Richieste 2012



All'INFN

- 12kE consumo gas
- 20kE scheda FADC 1Gs per studio algoritmi "on-line" per cluster counting (16 canali)
- 1.5kE affitto modulo dal pool di elettronica (32 canali digitalizzatore 1-5GHz alta BW per leggere il prototipo da 2.5m)
- MI e ME secondo algoritmi comuni e meetings SuperB previsti
 - 2 responsabili: Finocchiaro, Rama
 - Beam test a PSI per testare sui dati del Proto2 la separazione tra particelle con il cluster counting: 12 giorni x 8 persone
 - 4kE Contatti con collaboratori in Italia
 - 4kE Contatti con Riba Composites

Ai Laboratori

1 FTE Meccanico/Tecnico laboratorio per operazione prototipi e test beam + supporto SPCM

1 FTE Elettronico + supporto SELF

BACKUP RHCKOL

K/N/ KIID



Future Super B Factories

	SuperB	Super KEKB
Peak Luminosity	>10 ³⁶	0.8 x 10 ³⁶
Integrated Luminosity	75 ab ⁻¹	50 ab ⁻¹
Site	Green Field	KEKB Laboratory
Collisions	mid 2016	2015
Polarization	80% electron beam	No
Low energy running	10 ³⁵ @ charm threshold	No
Approval status	Approved	Approved

SuperKEKB/Belle 11 funding Status

KEKB upgrade has been approved

- 5.8 oku yen (~MUSD) for Damping Ring (FY2010)
- 100 oku yen for machine -- Very Advanced Research Support Program (FY2010-2012)
- Full approval by the Japanese government by December 2010; the project is in the JFY2011 budget as approved by the Japanese Diet end of March 2011

Several non-Japanese funding agencies have also already allocated sizable funds for the upgrade.



SuperB



KEKB upgrade plan has been approved

June 23, 2010 High Energy Accelerator Research Organization (KEK)

The MEXT, the Japanese Ministry that supervises KEK, has announced that it will appropriate a budget of 100 oku-yen (approx \$110M) over the next three years starting this Japanese fiscal year (JFY2010) for the high performance upgrade program of KEKB. This is part of the measures taken under the new "Very Advanced Research Support Program" of the Japanese government.

"We are delighted to hear this news," says Masanori Yamauchi, former spokesperson for the Belle experiment and currently a deputy director of the Institute of Particle and Nuclear Studies of KEK. "This three-year upgrade plan allows the Belle experiment to study the physics from decays of heavy flavor particles with an unprecedented precision. It means that KEK in Japan is launching a renewed research program in search for new physics by using a technique which is complementary to what is employed at LHC at CERN."

> [Media Contact] Youhei Morita, Head of Public Relations Office, KEK tel. +81-29-879-6047

> > 28

copyright(c) 2010, HIGH ENERGY ACCELERATOR RESEARCH ORGANIZATION, KEK 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801 Japan

| proffice@kek.jp | Copyright | Send Question



Construction Schedule of SuperKEKB/Belle II

