## Struttura a bassa emittanza per DAΦNE Gamma Factory S. Guiducci

- Per la proposta di convertire DAΦNE in una "gamma factory" occorre valutare la possibilita' di diminuire notevolmente l'emittanza ed ottenere le dimensioni dei fasci necessarie all'esperimento
- Per stimare quale emittanza si puo' ottenere senza modifiche di hardware e per studiare gli effetti di IBS e allungamento anomalo sulle dimensioni dei fasci, si presenta qui una versione preliminare di una possibile ottica
- Una forte riduzione dell'emittanza in DA $\Phi \text{NE}$  si puo' ottenere:
  - Abbassando il campo del wiggler
  - Abbassando la dispersione nel wiggler

3/25/14

### Parametri per DA $\Phi$ NE Gamma Factory

Beam Parameters		
e <sup>-</sup> stored current [A]	1.5	
# of bunches	60	
bunch charge [pC]	8152	
e <sup>-</sup> beam energy [MeV]	510	
e beam energy spread [%]	0.050	
e <sup>-</sup> emittance [mm*mrad]	0.100	
coupling @ IP [%]	2.5	
e <sup>-</sup> bunch length [ps]	50	
$e^{-}$ vertical beam dimension @ IP [ $\mu$ m]	40.0	
e <sup>-</sup> horizontal beam dimension @ IP $[\mu m]$	1600.0	
e vertical beta function @ IP [m]	0.6	
e <sup>-</sup> horizontal beta function @ IP [m]	25.6	

Laser and Gamma beam Parameters	
laser circulating power [kW]	36.8
Laser energy per pulse [µJ]	200.0
laser wavelength [μm]	1.0
Fabri-Perrot resonator length [m]	1.63
Laser pulse length [ps]	20
laser beam dimension @ IP [µm]	40
maximum photon energy [MeV]	4.94
Collision angle $\phi$ [deg]	8
Luminosity [cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ]	1.4·10 <sup>36</sup>
total gamma flux [photons/s]	0.96·10 <sup>12</sup>
gamma beam energy spread [%]	0.57
total gamma flux in the bandwidth [ph/s]	5.8·10 <sup>9</sup>
spectral density SPD [ph/s/eV]	81533
maximum collecting angle [µrad]	63

D. Alesiniet al. DA $\Phi$ NE GAMMA-RAYS FACTORY to be published

## Parametri dell'ottica modificata

Beam Energy (GeV)	0.51
Circumference (m)	97.53
alfac	0.0077
Qx	4.870
Qy	4.075
Chromaticity x	-6.84
Chromaticity y	-10.69
Emittance x (m rad)	4.48E-08
E loss/turn (MeV)	0.0089
Transverse damping time (ms)	37.1
Relative energy spread rms	4.00E-04
RF Voltage (KV)	180
Energy RF acceptance (%)	1.5
Bunch length (mm)	6.65

#### Modello di DA $\Phi$ NE usato: P. Piminov, MAD8 14/2/2012 Confronto tra modello e misure betax del 19 dicembre 2014



# Riduzione di emittanza abbassando il campo del wiggler senza modificare la struttura ottica

Nominal	values						•						
E (MeV)	510						$\epsilon_0$						
B wig ref (T)	1.81	3.50E-07											
B wig/B wig ref	0.9	3.00E-07											
ro arc (m)	1.406	2.50E-07	-										
$\epsilon_0$ (m rad)	2.87E-07	2.00E-07	-										
		1.50E-07	-		•								
		1.00E-07											
Bwig/Bwig ref	6 <mark>0</mark> 3	5 00F-08											
0.9	2.87E-07	0.00E+00											
0.8	2.55E-07	0.002.00	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	-
0.6	2.04E-07						wig /n	wig					
0.4	1.77E-07					D	···•/ D	re	f				
0.2	1.73E-07			Per	Β.	/Bre	•f = (	).5 il	tem	po d	i		
0	1.76E-07		da	amp	ing s	i din	nezza	a e l'	emit	tanz	a si		

riduce di un fattore 1.5

 $\epsilon_0 = 1.9 \ 10^{-7} \text{ m rad}$ 





#### Effetto dell' IBS sulle dimensioni del fascio

	Only IBS				
E (GeV)	0.51	0.51	0.51		
N part/bunch	5.10E+10	5.10E+10	5.10E+10		
transverse damping time (ms)	37.1	37.1	37.1		
coupling k	0.025	0.025	0.050		
ε <sub>x0</sub> (m ) no IBS	4.48E-08	4.48E-08	4.48E-08		
ε <sub>γ0</sub> (m) no IBS	1.12E-09	1.12E-09	2.24E-09		
σ <sub>p0</sub> no IBS	4.00E-04	4.00E-04	4.00E-04		
RF Voltage (KV)	180.00	73.00	180.00		
σ <sub>ι0</sub> (mm) no IBS	6.65	10.50	6.65		
IBS emittance growth	1.92	1.70	1.71		
IBS energy spread growth	1.18	1.14	1.14		
$\epsilon_x$ (m) with IBS	8.60E-08	7.63E-08	7.65E-08		
ε <sub>y</sub> (m) with IBS	2.15E-09	1.91E-09	3.83E-09		
$\sigma_p$ with IBS	4.72E-04	4.57E-04	4.57E-04		
$\sigma_{I}$ (mm) (with IBS)	7.90	12.00	7.60		

I 3 differenti set di parametri differiscono per la lunghezza del bunch e per il valore dell'accoppiamento

#### Parametri tenendo conto dell' IBS

	No IBS With IB			
Beam Energy (GeV)	0.51			
Circumference (m)	97	.53		
alfac	0.0	077		
Qx	4.8	370		
Qy	4.0	)75		
Chromaticity x	-6.	.84		
Chromaticity y	-10.69			
Emittance x (m rad)	4.48E-08	8.60E-08		
Emittance y (m rad)	1.12E-09	2.15E-09		
E loss/turn (MeV)	0.0089 0.0089			
Transverse damping time (ms)	37.1			
Relative energy spread rms	4.00E-04 4.72E-0			
RF Voltage (KV)	180 180			
Energy RF acceptance (%)	1.5 1.5			
Bunch length (mm)	6.65 7.9			
Touscheck beam lifetime (s)	533	1381		
Horizontal beta function @ IP (m)	18	18		
Horizontal dispersion @ IP (m)	2.8	2.8		
Vertical beta function @ IP (m)	0.6	0.6		
Horizontal beam size @ IP (µm)	1436	1815		
Horizontal beam angle @ IP (µrad)	50	69		
Vertical beam size @ IP (µm)	26	36		
Vertical beam angle @ IP (µm)	43	60		

#### Dimensioni fascio tenendo conto dell' IBS

			CAIN
	No IBS	With IBS	simulation
Horizontal beam size @ IP (µm)	1436	1815	1600
Horizontal beam angle @ IP (µrad)	50	69	63
Vertical beam size @ IP (µm)	26	36	40
Vertical beam angle @ IP (µm)	43	60	65

Con l'IBS le dimensioni del fascio all'IP sono, entro il 10%, uguali a quelle usate per calcolare I parametri del fascio gamma beam con il codice di simulazione CAIN

#### Effetto dell' allungamento anomalo (1)

Una possibile sorgente di aumento delle dimensioni del fascio all'IP e' l'allungamento anomalo.

La lunghezza del bunch misurata in DA $\Phi$ NE e' ben rappresentata da:

$$\left(\frac{\sigma_z}{R}\right) \approx \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/6} \xi^{1/3} \left(\frac{Z}{n}\right)^{1/3} \text{ with } \xi = \frac{2\pi I}{heV_{RF}\cos\varphi_s}$$

$$con Z/n = 0.3 Ohm$$

RF Voltage (KV)	180
Bunch length (mm)	6.65
Bunch current (mA)	25
Bunch length (mm) @25 mA	18.8
Bunch lengthening factor	2.8

L'aumento della lunghezza del bunch ne riduce la densita' e di conseguenza riduce la crescita di emittanza dovuta all'IBS

## Effetto dell'allungamento anomalo (2)

- L'aumento della lunghezza del bunch ne riduce la densita' e di conseguenza riduce la crescita di emittanza dovuta all'IBS
- Il problema e' l'aumento di spread di energia associato, che in presenza di una dispersione alta all'IP da' un'aumento delle dimensioni trasverse del fascio
- E' molto importante ottenere una stima precisa dello spread di energia
- Simulazioni di allungamento del bunch eseguite per la camera da vuoto originale indicavano un'aumento di spread di energia minore dell'allungamento del bunch
- Queste simulazioni si dovrebbero ripetere per l'attuale camera da vuoto
- Il passo successivo sara' il calcolo di una struttura ottica che dia le dimensioni del fascio ottimali anche tenendo conto di IBS e allungamento anomalo

3/25/14

#### Possibile configurazione IR per Gamma Factory



Prossimo passo: realizzare una struttura ottica con una configurazione della zona d'interazione ottimizzata per l'installazione della cavita' laser e la realizzazione di una sala 3/25/14 sperimentale

# Conclusioni

- E' stata calcolata un'ottica preliminare a bassa emittanza per la gamma factory e sono stati stimati gli effetti di IBS ed allungamento anomalo
- Il passo successivo sara' il calcolo di una struttura ottica che abbia dimensioni del fascio ottimali anche tenendo conto di questi effetti
- In particolare l'emittanza si puo' aumentare fino a ~ 0.08x10<sup>-6</sup> mxrad aumentando la dispersione nei wigglers e di conseguenza riducendola all'IP
- In questo modo l'effetto dello spread in energia sulle dimensioni del fascio si riduce
- La nuova ottica avra' anche una sezione d'interazione ottimizzata per l'esperimento