

TITOLO Intrabeam scattering, vita media per effetto Touschek ed allungamento anomalo per l'anello di accumulazione per FEL infrarosso.

Per valutare gli effetti dell'intrabeam scattering sulle caratteristiche del fascio nell'anello descritto in [1] è stato utilizzato il programma ZAP sviluppato a Berkeley. Il programma calcola le soglie di corrente in funzione del valore dell'impedenza longitudinale $|Z_n/n|$. L'impedenza trasversa viene scalata da quella longitudinale mediante la formula:

$$Z_T = \frac{2R}{b^2} |Z_n/n|$$

dove R è il raggio medio della macchina e b la semiapertura della ciambella. Per i parametri descritti in [1] la corrente di soglia per instabilità trasverse risulta dell'ordine di 10^3 A, mentre le correnti (di picco) considerate non superano i 10^2 A. Viceversa, le correnti interessanti per il FEL sono tali che risulta sempre superata la soglia per l'allungamento anomalo.

Per valutare l'effetto dell'intrabeam scattering sull'emittanza e sulla vita media per effetto Touschek è stata dapprima stimata l'accettanza minima dovuta alla ciambella assumendo una semiapertura libera di 5 cm. Il valore fornito dal programma risulta in questo caso di 0.038 in $\Delta p/p$. Per la scelta dei parametri della radiofrequenza è quindi importante che l'accettanza in energia sia almeno pari a tale valore. Nelle Figg. 1 ÷ 5 è rappresentata l'accettanza RF in funzione della tensione al gap per vari valori di frequenza. L'accettanza è calcolata dal programma tenendo conto anche delle perdite parassite dovute alle impedenze di ciambella e di cavità. Per il nostro esempio si è assunta un'impedenza longitudinale di ciambella di 2Ω (senza "Spear scaling") e di 0.5Ω per la cavità. Come si vede dalle figure, un'accettanza di 4×10^{-2} può essere assicurata da una cavità a 200 MHz con 500 KV, o da frequenze più basse a tensioni minori.

In base a considerazioni di carattere tecnico (una cavità a 100 MHz dovrebbe facilmente assicurare 500 KV con una sola cella) è stato studiato il caso di una cavità a 100 MHz con 300 KV, sia per la macchina descritta in [1] che per la stessa macchina in presenza del wiggler di damping [2]. Nella Tab.1 sono indicati i parametri rilevanti ai fini del calcolo dell'intrabeam scattering per la macchina descritta in [1] con e senza il wiggler di damping per le energie di 200 e 300 Mev. I parametri del wiggler sono calcolati con il campo in approssimazione sinusoidale con $B_{\max} = 2$ T, lunghezza totale di 5 m, e periodo di 50 cm.

TITOLO

Nella Fig.6 è indicato l'andamento della lunghezza r.m.s. del bunch in funzione della corrente media accumulata in un solo bunch (fino a 150 mA/bunch) : la lunghezza è determinata essenzialmente dall'allungamento anomalo, e solo a 200 Mev senza il wiggler l'intrabeam scattering produce un modesto allungamento del bunch per correnti inferiori a 20 mA. In pratica quindi la lunghezza del bunch non dipende dall'energia nè dalla presenza del wiggler. Analoga osservazione vale per lo spread di energia, rappresentato, sempre in funzione della corrente media per bunch, nella Fig.7 .

Nella Fig.8 sono indicati gli andamenti dell'emittanza determinati dall'intrabeam scattering (calcolato con distribuzione gaussiana del bunch e in pieno accoppiamento) : si tratta di aumenti piuttosto vistosi (un fattore ~ 50 a 200 Mev e ~ 7 a 300 Mev con 150 mA in un bunch) che vengono sensibilmente ridotti dalla presenza del wiggler.

Le corrispondenti vite medie per effetto Touschek (sempre calcolate con 100 MHz e 300 KV di radiofrequenza) sono rappresentate nella Fig.8 , e risultano comunque superiori a 20 ore. L'effetto del wiggler è quello di migliorare leggermente la vita media; la diminuzione del volume del bunch viene infatti in questo caso compensata dalla diminuita ampiezza degli impulsi trasferiti.

- [1] - M. Preger "Parametri di massima per un F.E.L. infrarosso su di un anello di accumulazione di bassa energia" Memorandum interno Adone FEL-1 (22/5/86)
- [2] - M. Preger "Effetto del wiggler di damping sulle funzioni ottiche nel piano verticale per il F.E.L. infrarosso" Memorandum interno Adone FEL-2 (22/5/86)

TITOLO

TABELLA 1

Integrale di sincrotrone	Macchina	Wiggler 200 Mev	Wiggler 300 Mev	Macchina+wiggler 200 Mev	Macchina+wiggler 300 Mev
I_1 (m)	.943	- 0.142	- 0.063	0.801	0.880
I_2 (m^{-1})	4.189	22.50	10.00	26.689	14.189
I_3 (m^{-2})	2.792	57.308	16.98	60.100	19.772
I_4 (m^{-1})	-1.257	- 0.962	- 0.19	-2.219	- 1.447
I_5 (m^{-1})	0.215	0.653	0.086	0.868	0.301

	Macchina 200 Mev	Macchina + wiggler 200 Mev	Macchina 300 Mev	Macchina + wiggler 300 Mev
Energia irraggiata per giro (Mev)	9.440×10^{-4}	6.012×10^{-4}	4.777×10^{-4}	1.618×10^{-3}
Momentum compaction	0.01739	0.01477	0.01739	0.01622
Spread di energia naturale	1.517×10^{-4}	2.626×10^{-4}	2.276×10^{-4}	3.114×10^{-4}
Lunghezza naturale del bunch (cm)	0.263	0.419	0.484	0.638
Accettanza R.F. (+ - %)	5.52	5.97	4.50	4.64
Emittanza naturale (m.rad) in pieno accoppiamento	1.161×10^{-9}	6.631×10^{-10}	2.612×10^{-9}	1.271×10^{-9}
Damping di betatrone (s^{-1}) radiale	1.696	9.007	5.723	16.441
Damping di betatrone (s^{-1}) verticale	1.304	8.315	4.402	14.920
Damping di sincrotrone (s^{-1})	2.217	15.940	7.482	28.318

Valori calcolati con $L_w = 5$ m $\lambda_w = 0.5$ m, $B_w^{\max} = 2$ T $f_{RF} = 100$ MHz $V_{RF} = 300$ KV

TITOLO

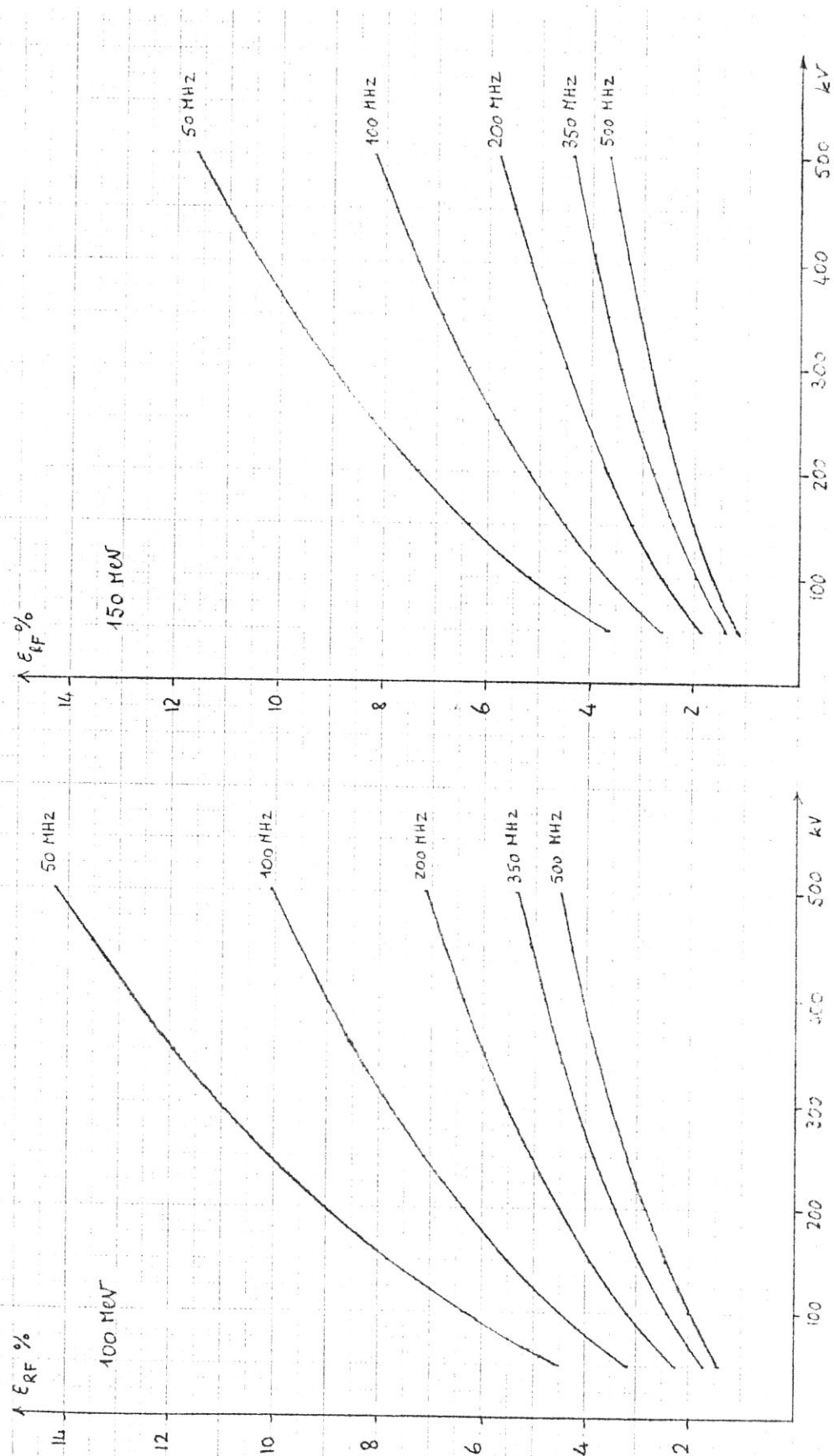


FIG. 1 - Accettanza R.F. a 100 Mev

FIG. 2 - Accettanza R.F. a 150 Mev

TITOLO

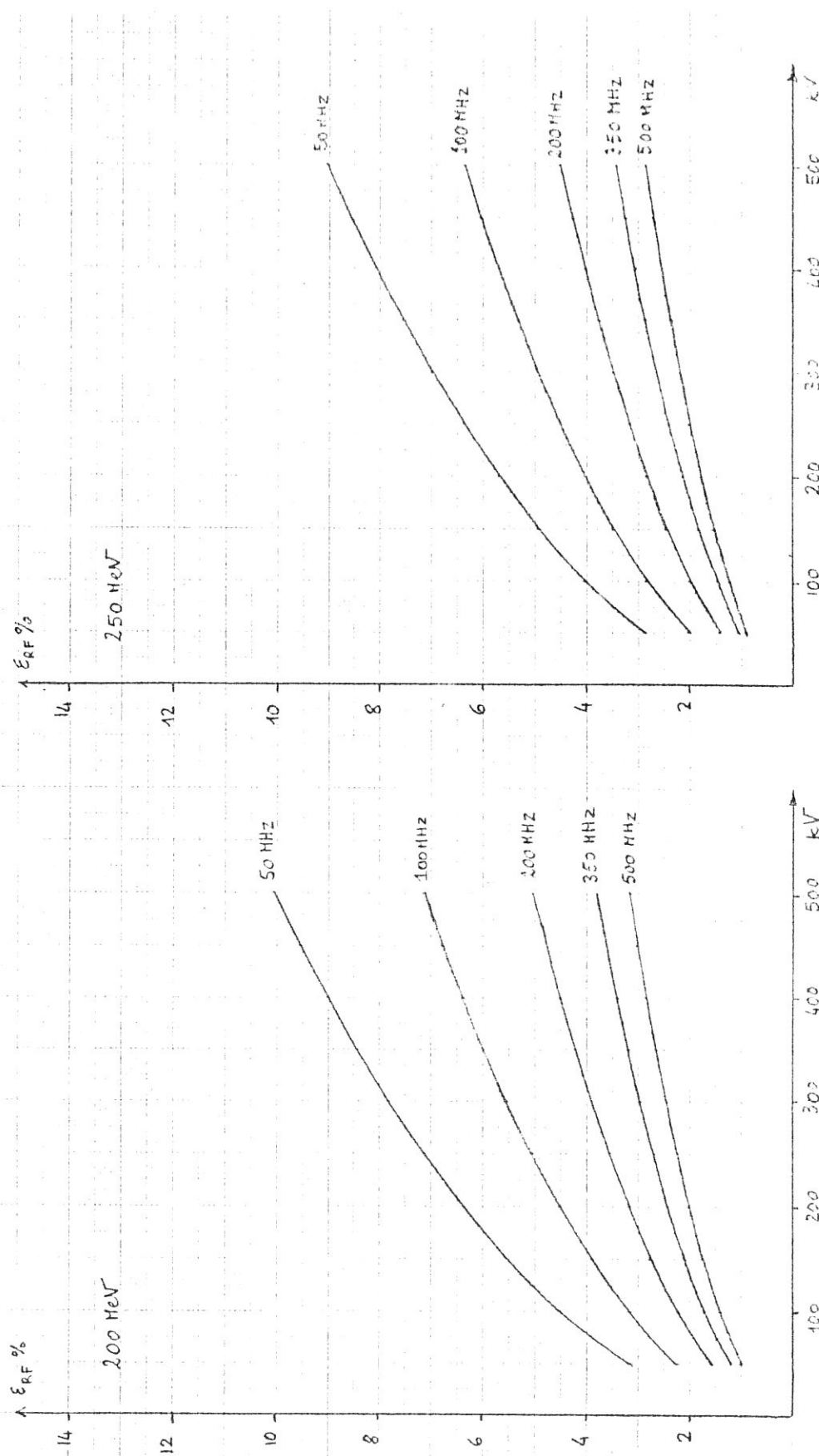


FIG. 3 - Accettanza R.F. a 200 Mev

FIG. 4 - Accettanza R.F. a 250 Me

TITOLO

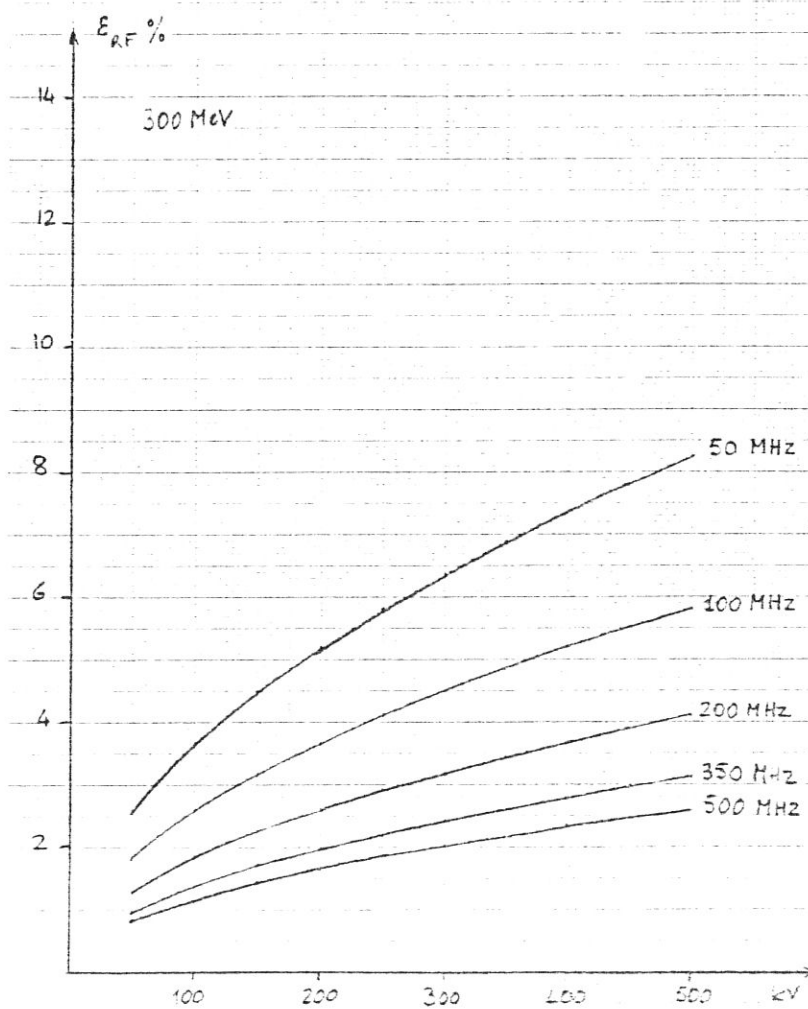


FIG. 5 - Accettanza R.F. a 300 Mev

TITOLO

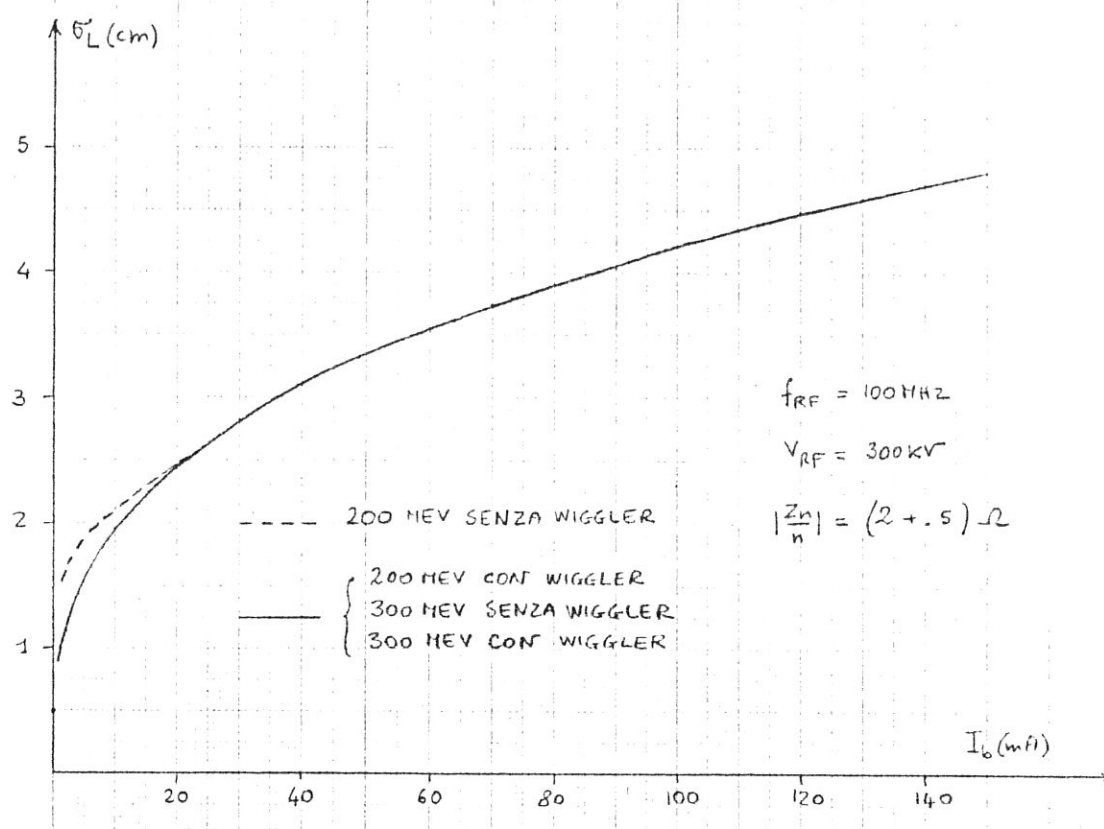


FIG. 6 - Lunghezza del bunch in funzione della corrente media per bunch

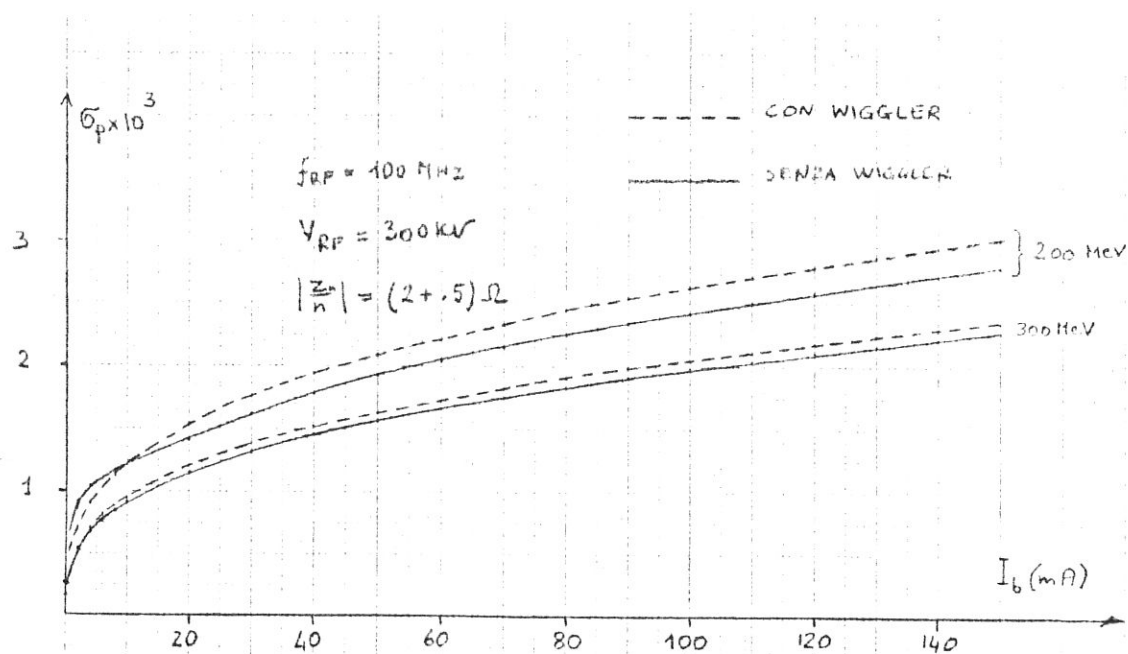


FIG. 7 - Spread di energia r.m.s. in funzione della corrente media per bunch

TITOLO

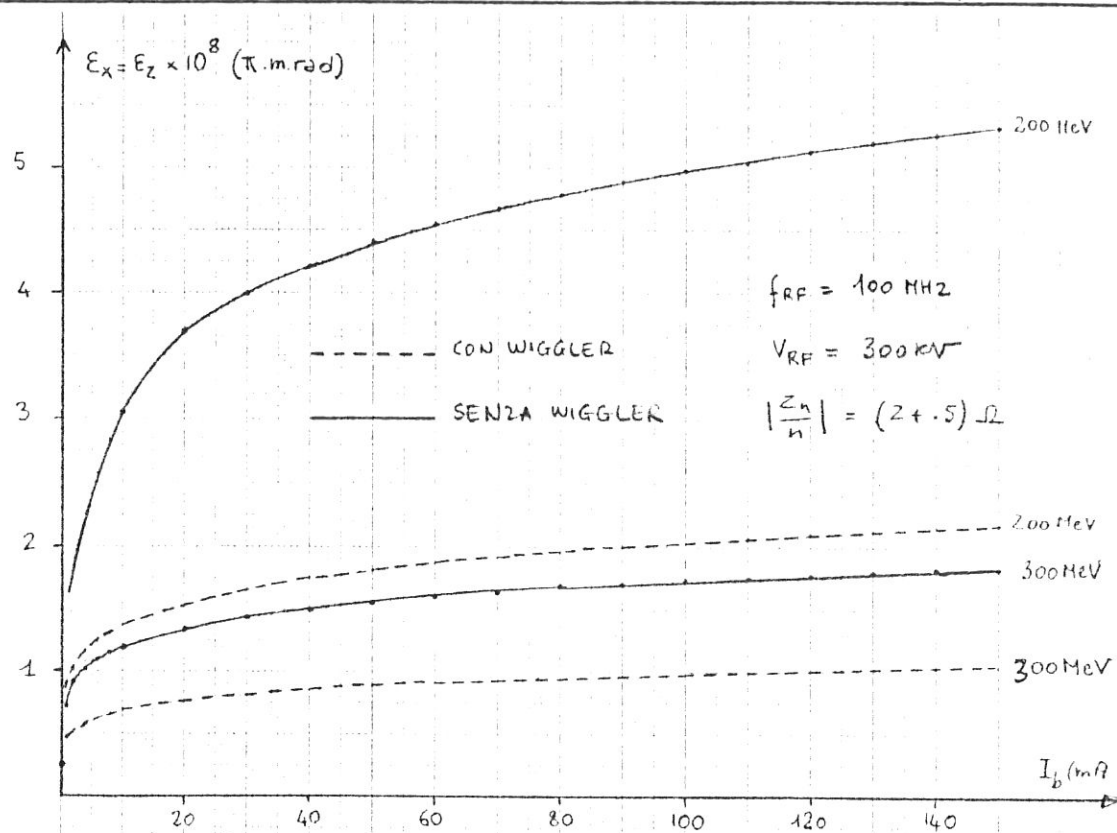


FIG. 8 - Emittanza in pieno accoppiamento con intrabeam scattering in funzione della corrente media per bunch

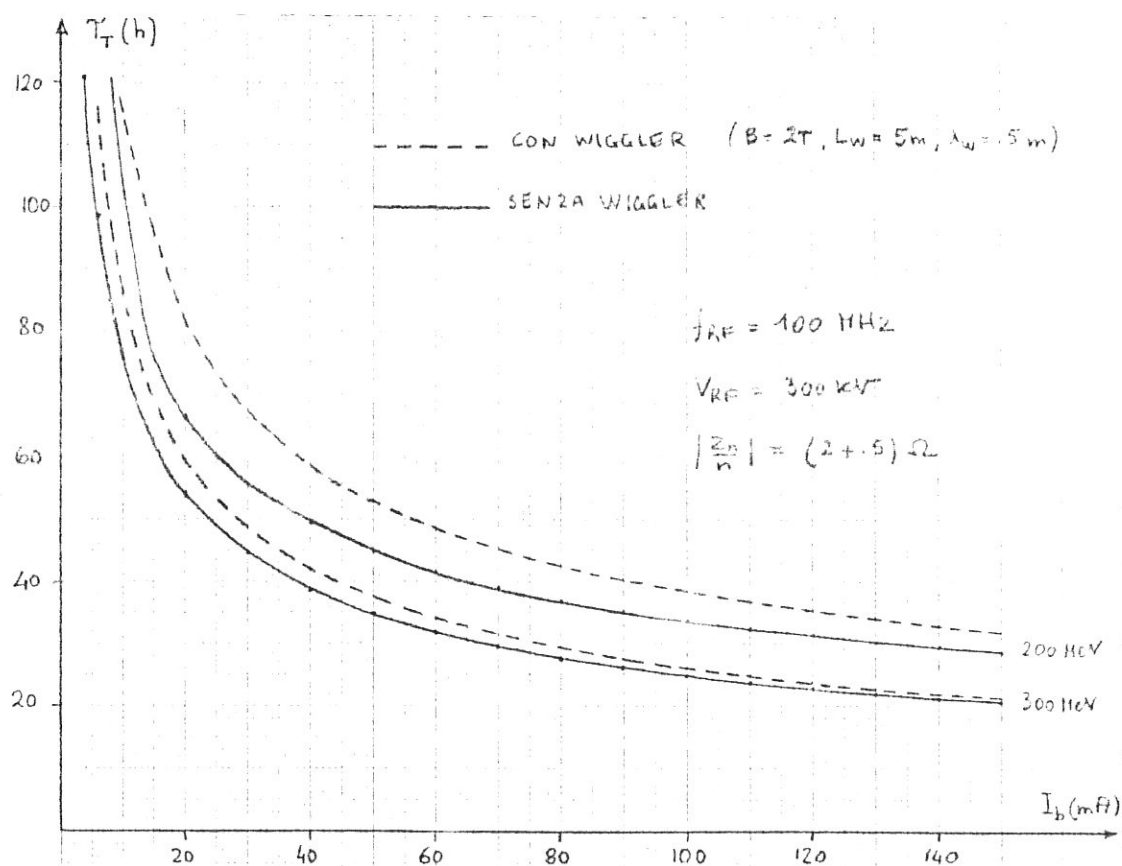


FIG. 9 - Vita media per effetto Touschek in funzione della corrente media