Cost comparison of tuners

H. Hayano, KEK

05132014

Performance comparison at S1-Global experiment

Table 5-1: Overview of S1-Global tuner parameters.

	Blade Tuner	DESY/Saclay Tuner	Slide-Jack Tuner
Type	Coaxial	Lateral – PU side	Coaxial/ lateral coupler side
Cavity	C1,C2; TESLA-type	C3, C4; TESLA-type	A1, A2; coaxial A3, A4; lateral KEK TESLA-like units
Design tuner stiffness	30 kN/mm	40 kN/mm	290 kN/mm
Drive unit	Inside vessel, Stepper motor + HD	Inside vessel, Stepper motor + HD	Outside vessel, both manual or stepper motor actuation
Nominal range	600 kHz	500 kHz	900 kHz
Nominal sensitivity	1.5 Hz/step	1 Hz/step	3 Hz/step
Piezo	2, thin-layer (0.1 mm) Dim. 10 × 10 × 40 mm	2, thin-layer (0.1 mm) Dim. 10 × 10 × 40 mm	1, thick-layer (2 mm) Dim. ϕ35 × 78 mm
Voltage	200 V	200 V	1000 V, operated at 500 V
Nominal piezo stroke at RT	55 μm	55 μm	40 μm
Nominal piezo capacitance at RT	8 μF	8 μF	0.9 μF

Mechanical stroke

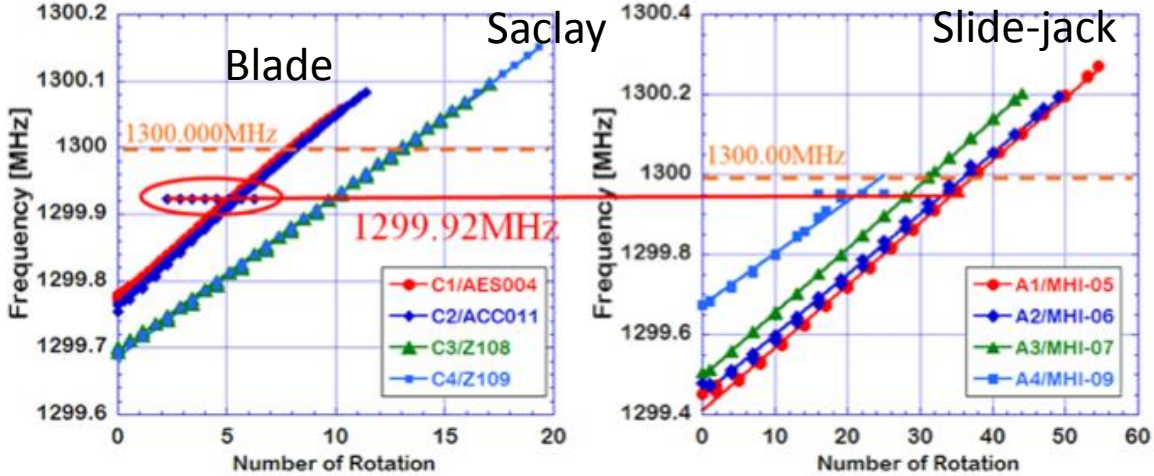


Figure 11-1: The result of the drive test for the motor tuner at low power. The tuner for TB9ACC011 did not work at 2 K, and MHI-09 could not be set to 1300.000 MHz.

Piezo stroke

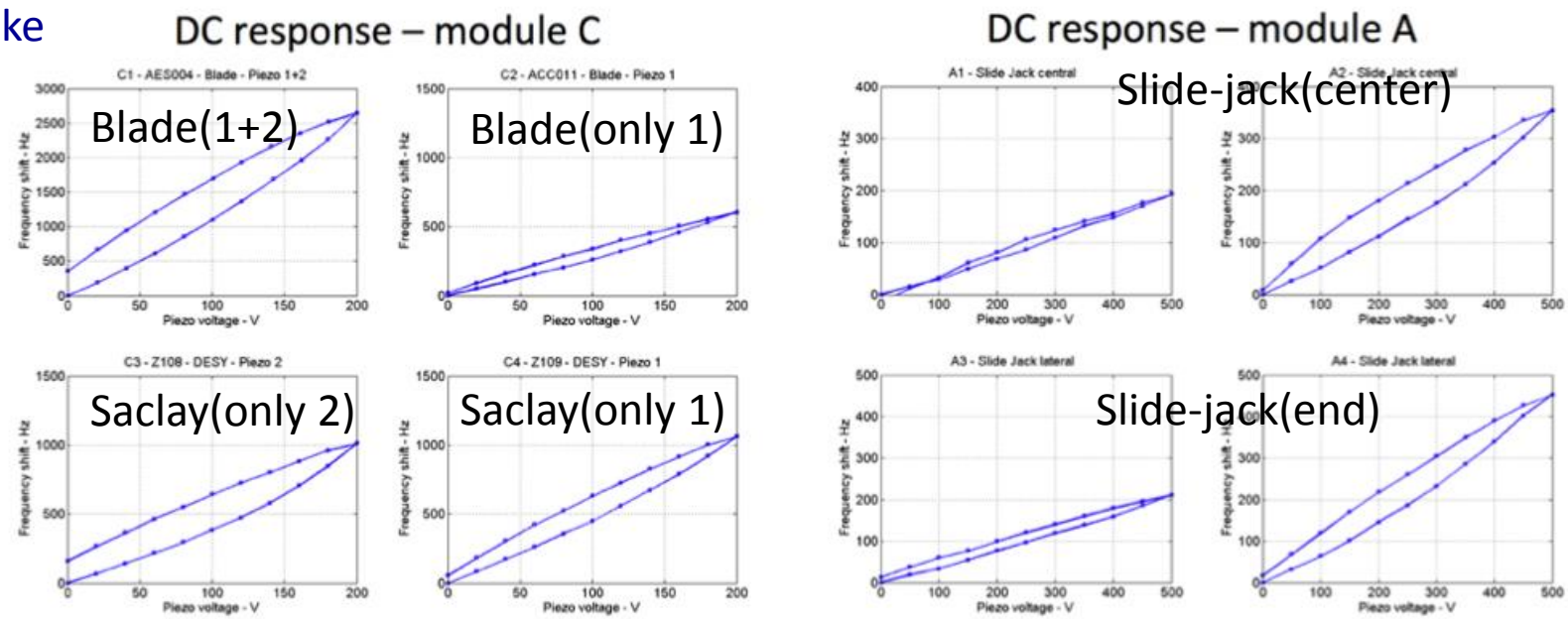


Figure 11-2: The result of the piezo tuner excursion test for all cavities.

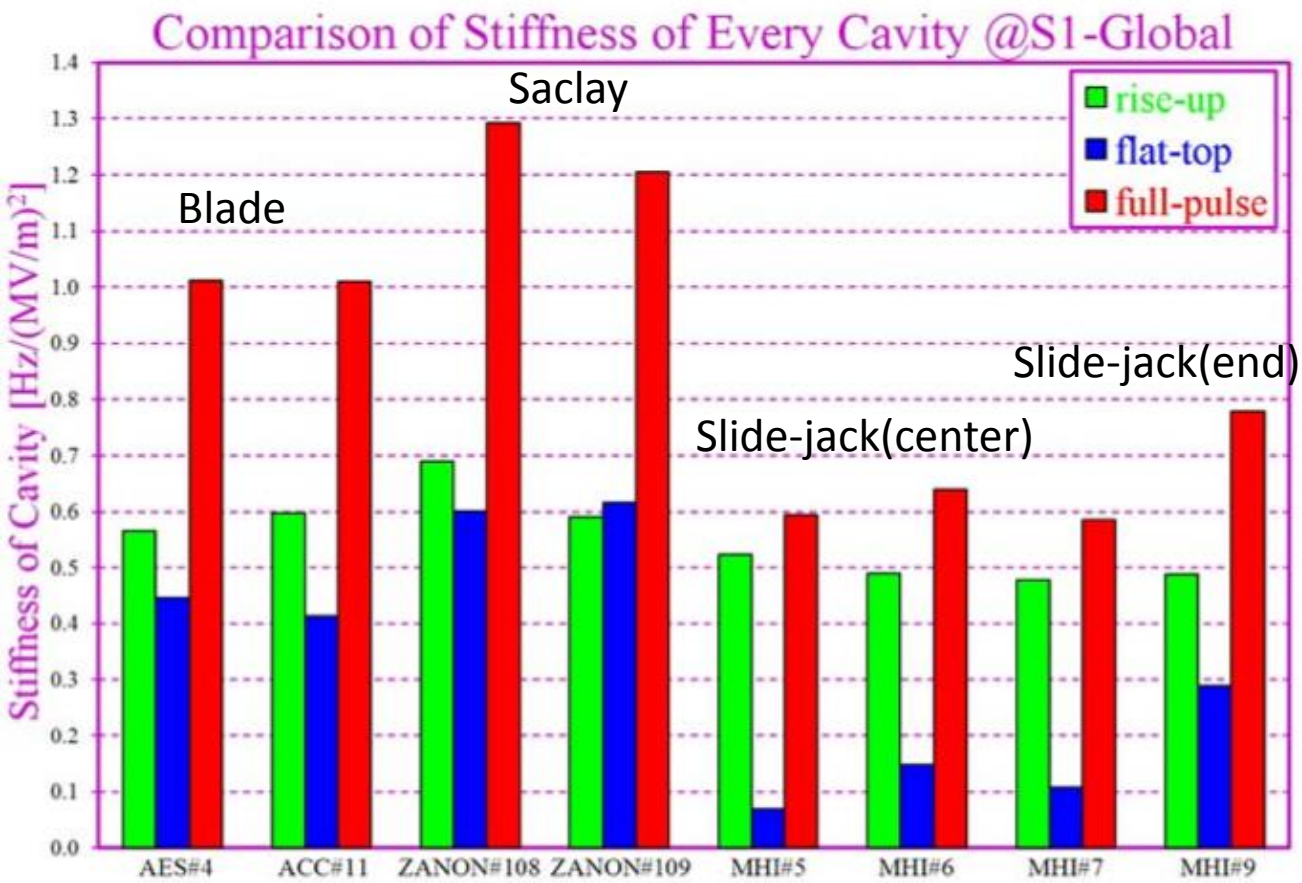
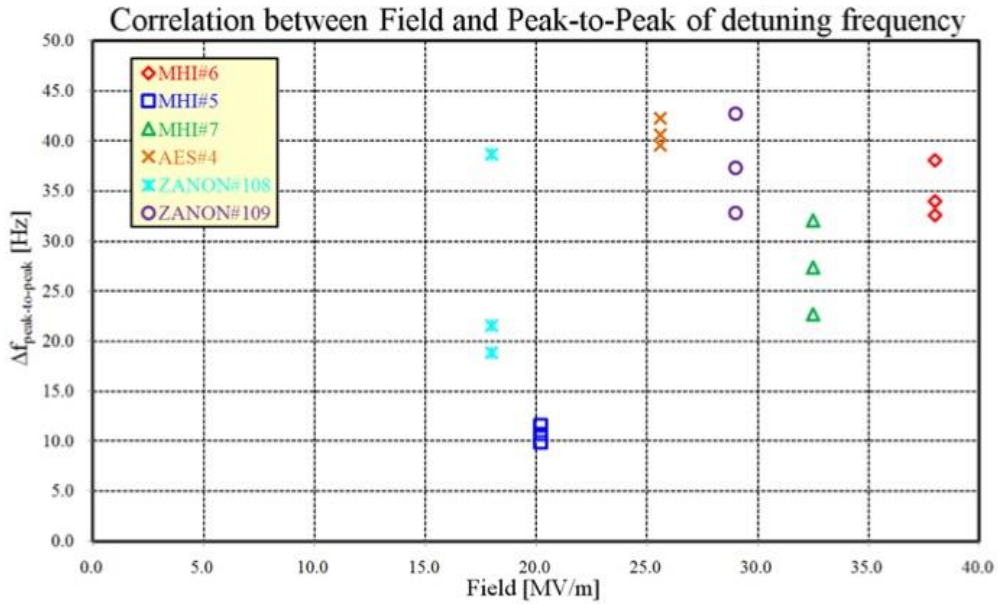


Figure 11-20: Comparison of the slopes from the linear fits to the rise-up, flat-top, and full-pulse data sets.

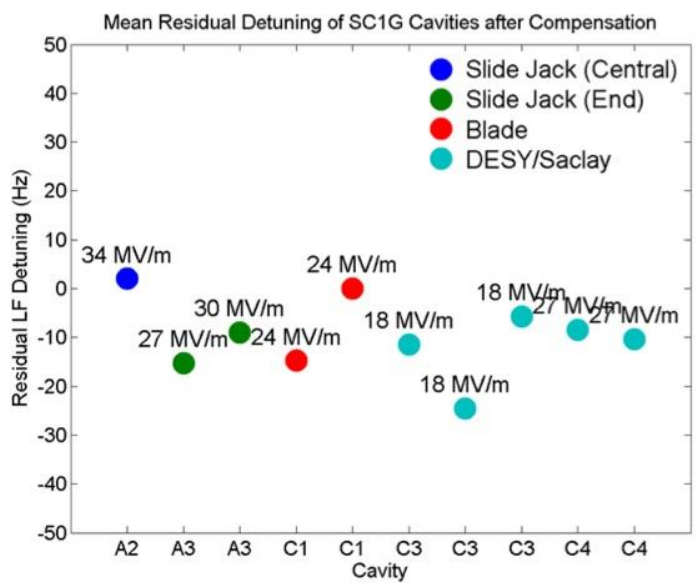


Half-sine wave compensation

Figure 11-24: The correlation between the peak-to-peak excursion of the detuning frequency during the flat part of the pulse and the field gradient. The three best sets of results are shown.

Detuning offset < 50Hz for every tuner

Every tuner worked well.



Adaptive F.F. compensation

Figure 11-29: Comparison of the average detuning offset during the flat-top in different S1-Global cavity designs following adaptive feed-forward compensation.

TDR design choice

Tuner design should keep cavity plug-compatible interface.
flange-to-flange length, support tab interval length,
coupler-to-coupler interval length, etc.

Tuner should work at 31.5MV/m gradient within 50Hz residual detuning.

Tuner should have low-cost.

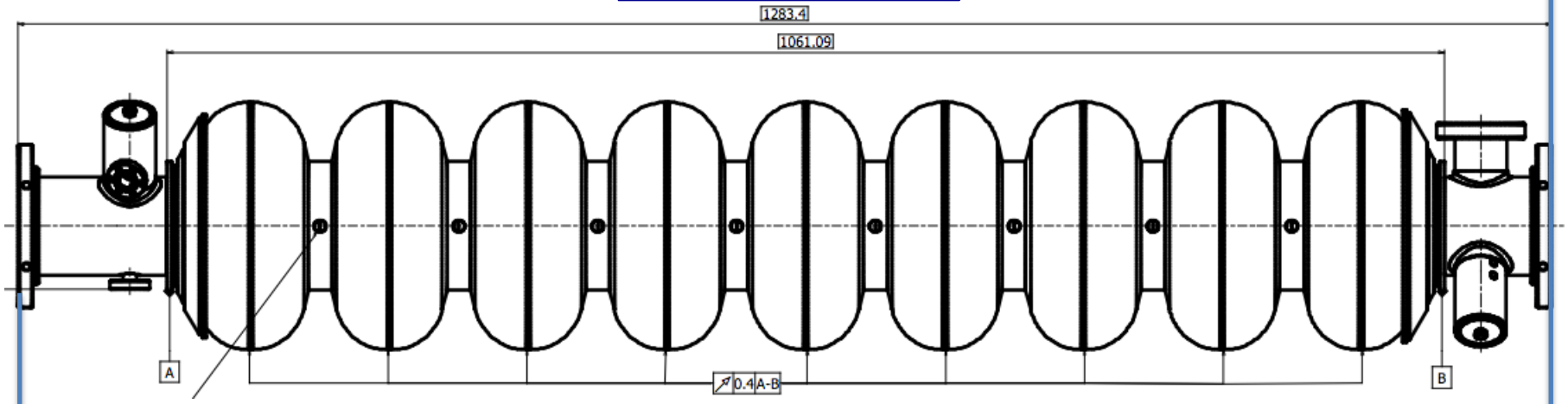
Blade tuner was selected for TDR design and cost estimation basement

If we can make new design keeping above condition,
it is worth considering and doing R&D.

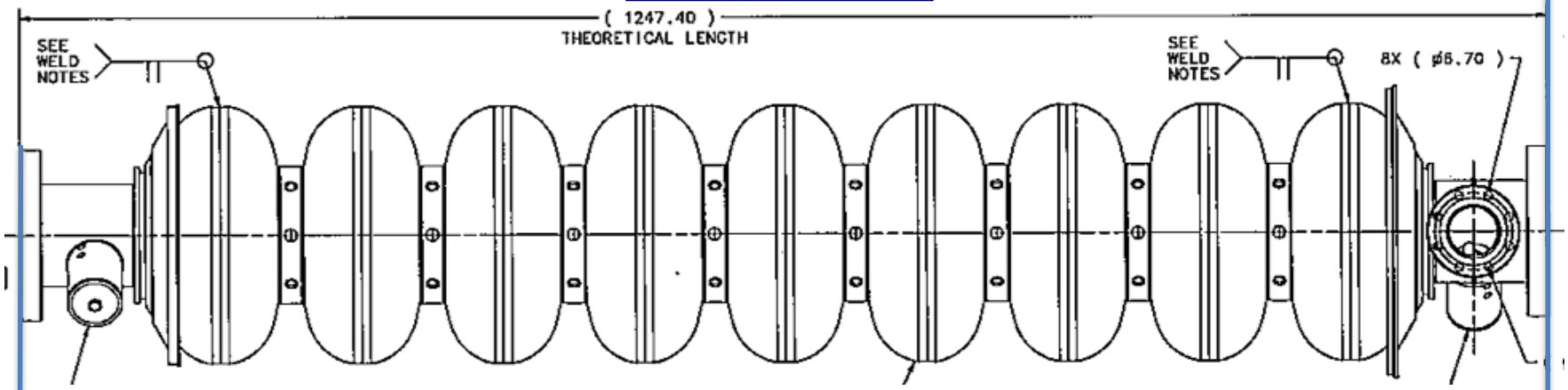
Adaptation of Saclay Tuner to ILC cavity design was considered.

Length difference between TESLA cavity and ILC cavity

XFEL TESLA-Cavity

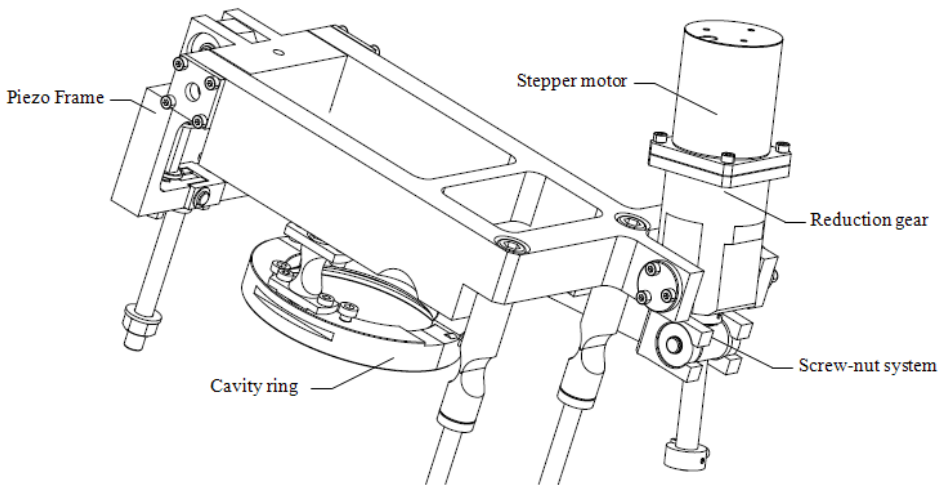


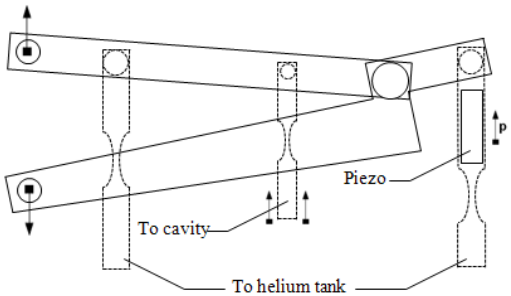
FNAL ILC-Cavity

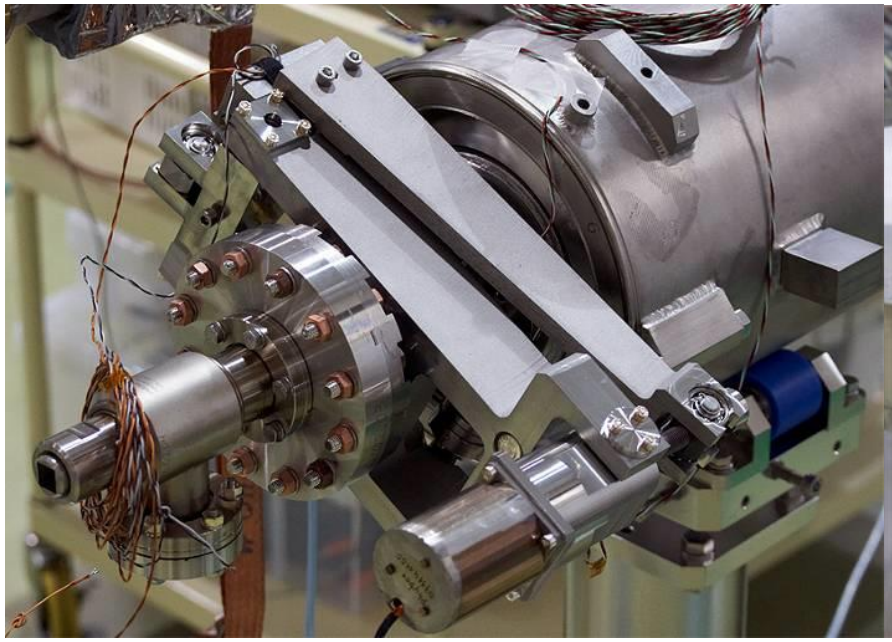


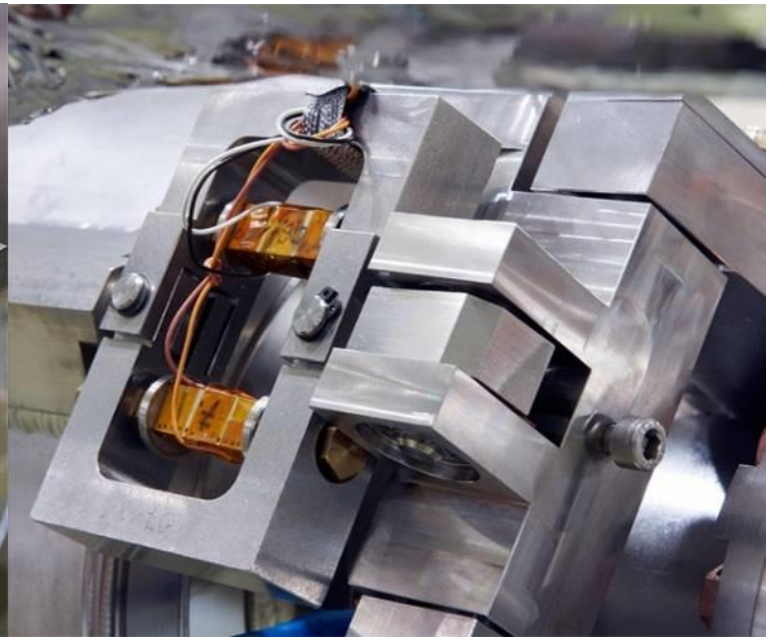
36mm

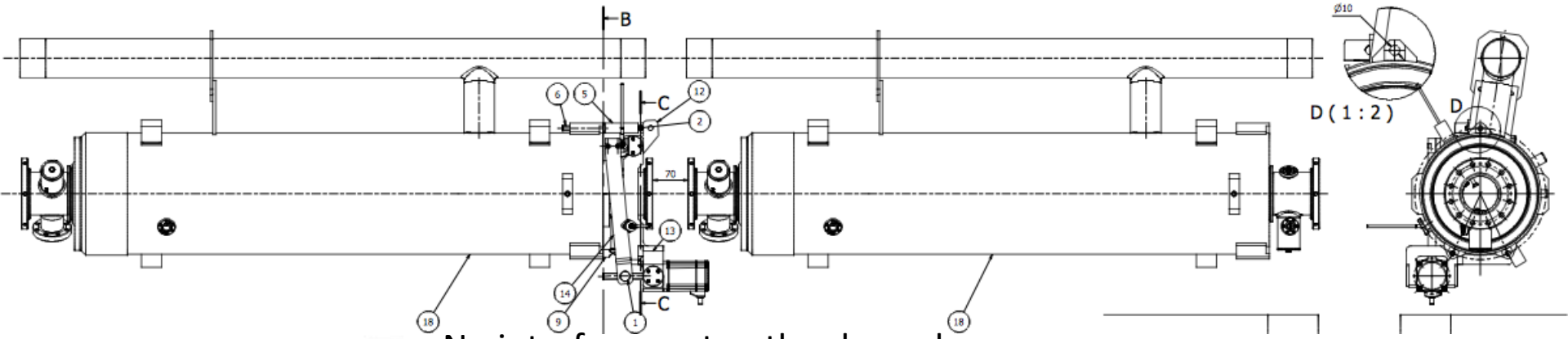
Saclay tuner for TESLA cavity





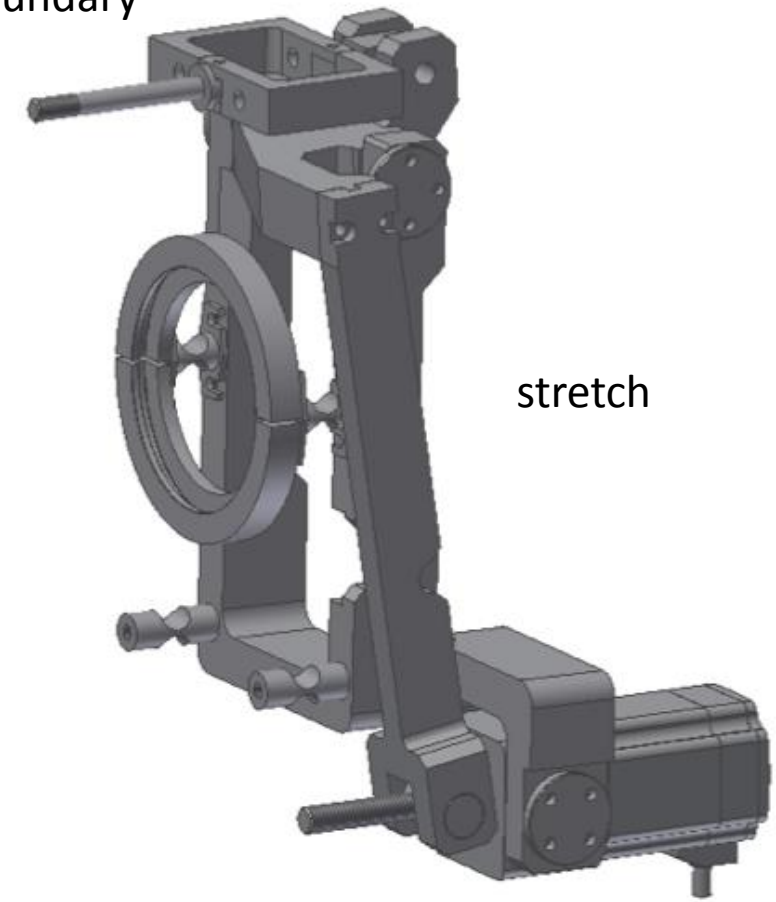






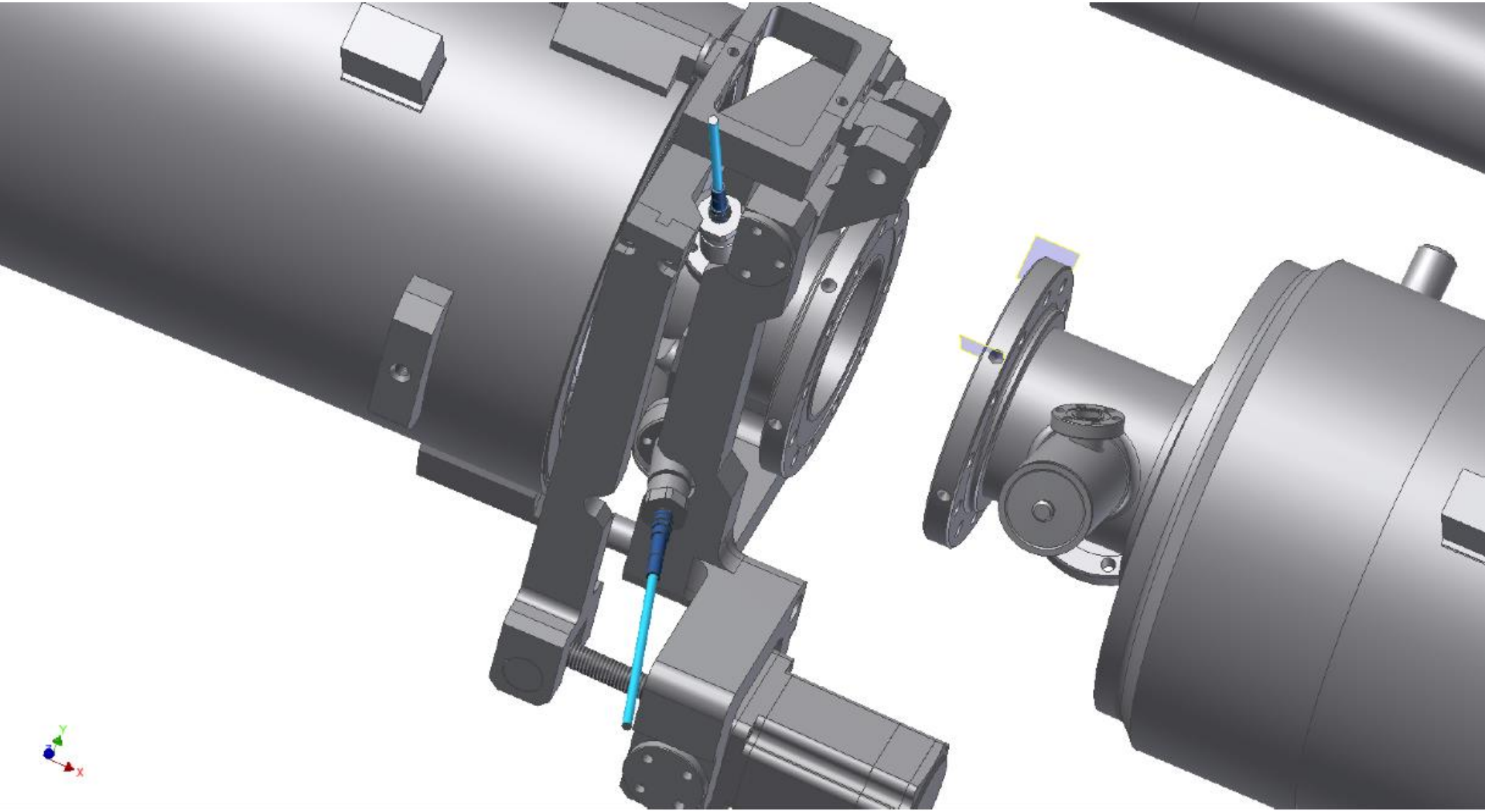
No interference to other boundary

release



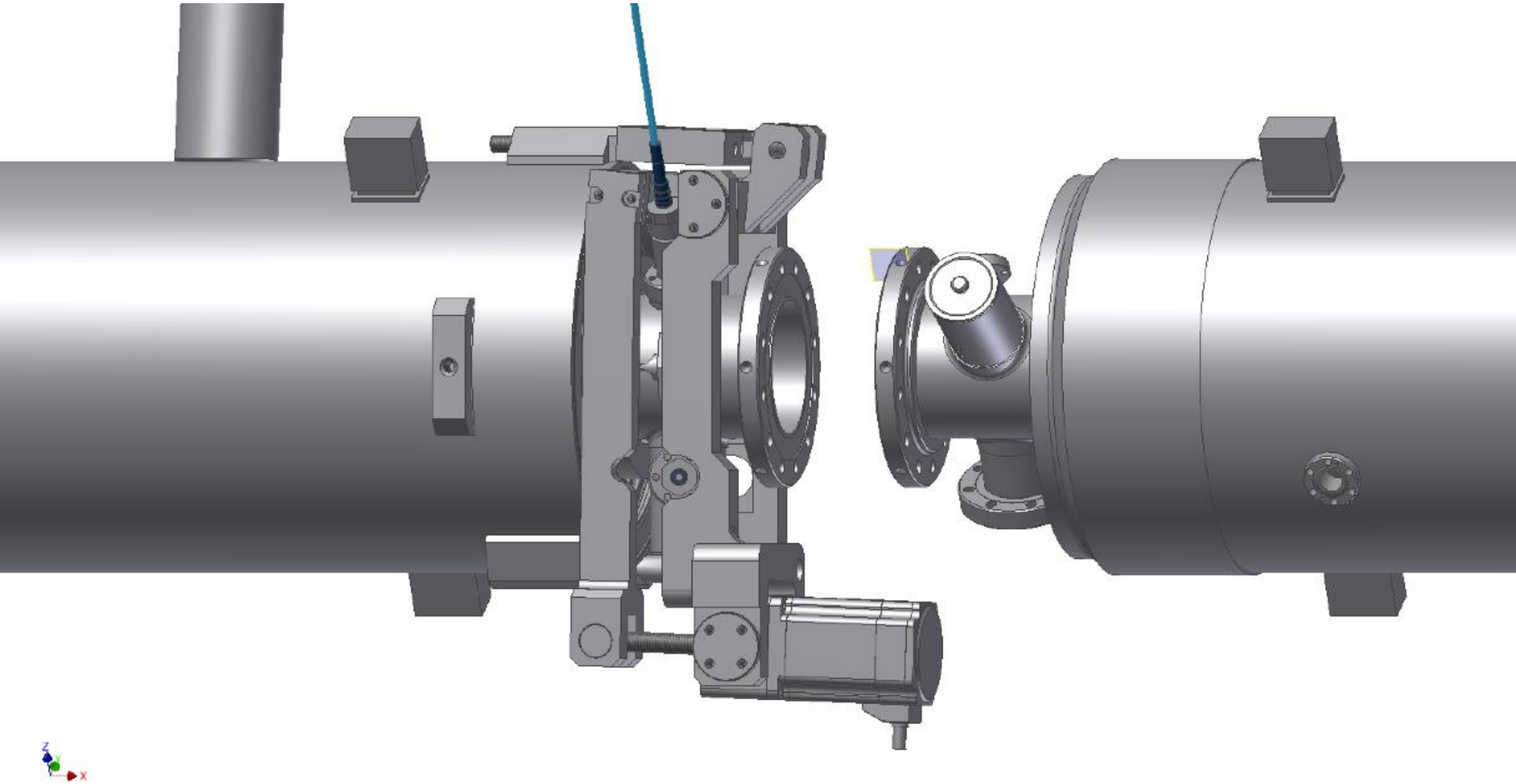
stretch

Modified Saclay tuner design for ILC cavity

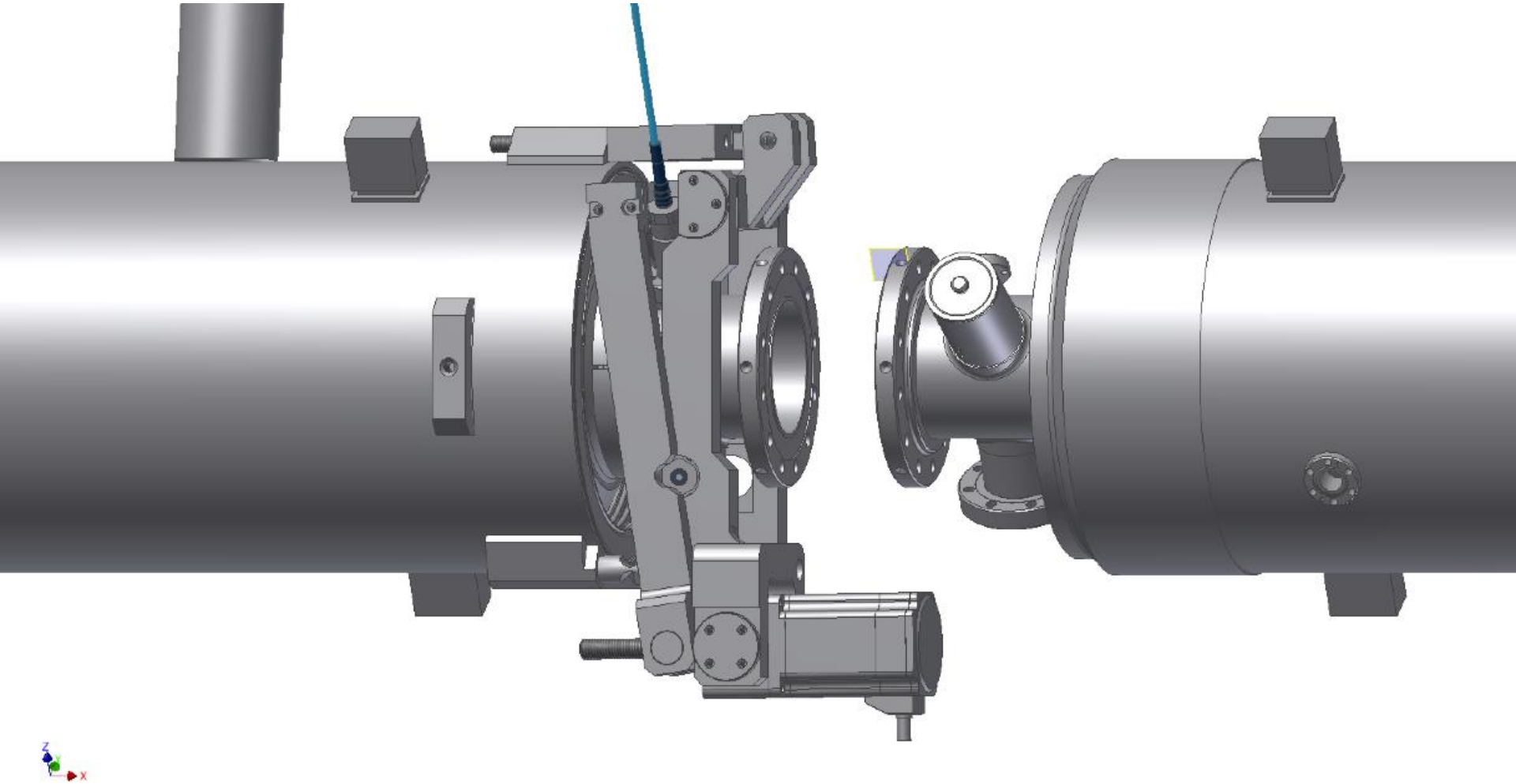


No interference of pickup cables to the tuner arm.
No interference of motor to the next cavity input coupler.

Stiffness is not yet examined, it is worry.

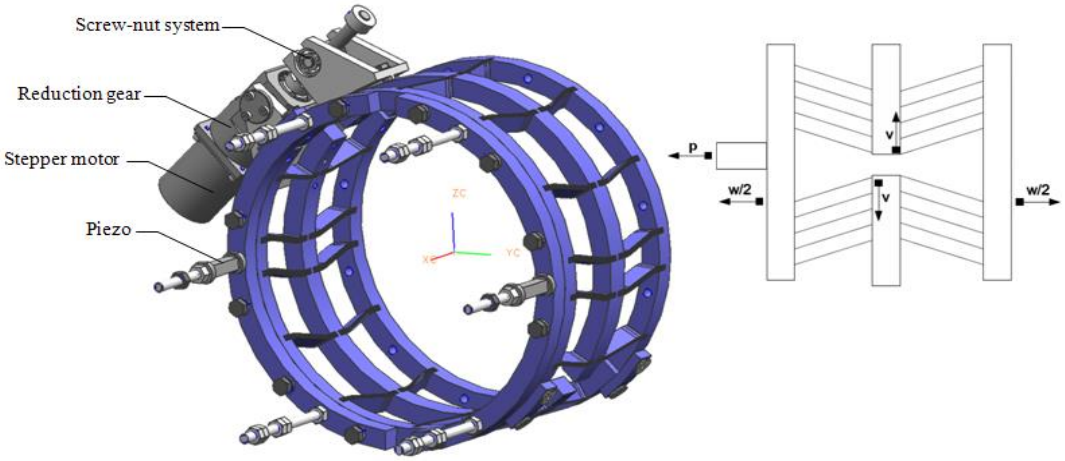


release

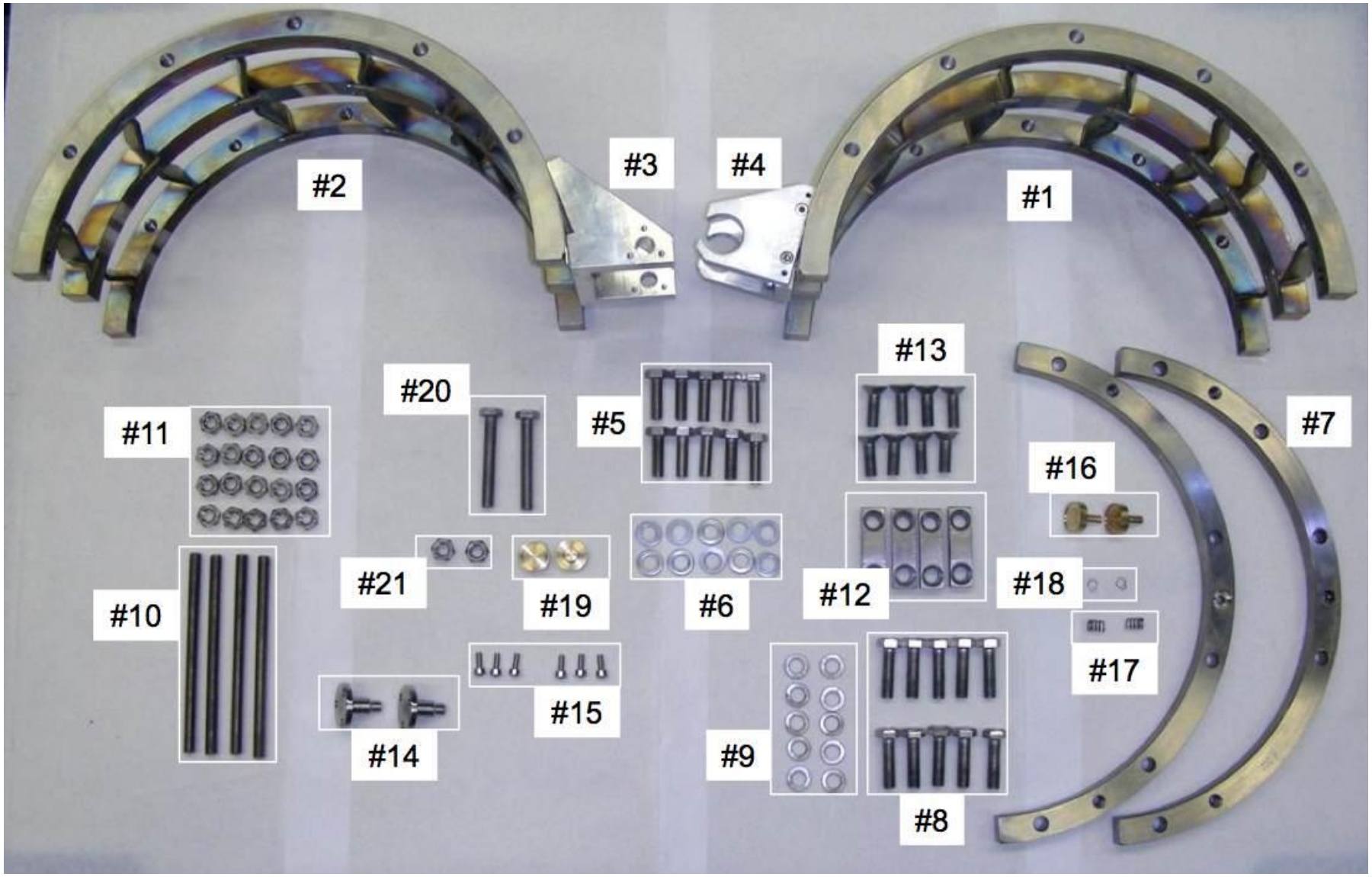


stretch

TDR Blade tuner for ILC cavity



Parts Picture from FNAL installation manual



Parts List from FNAL installation manual

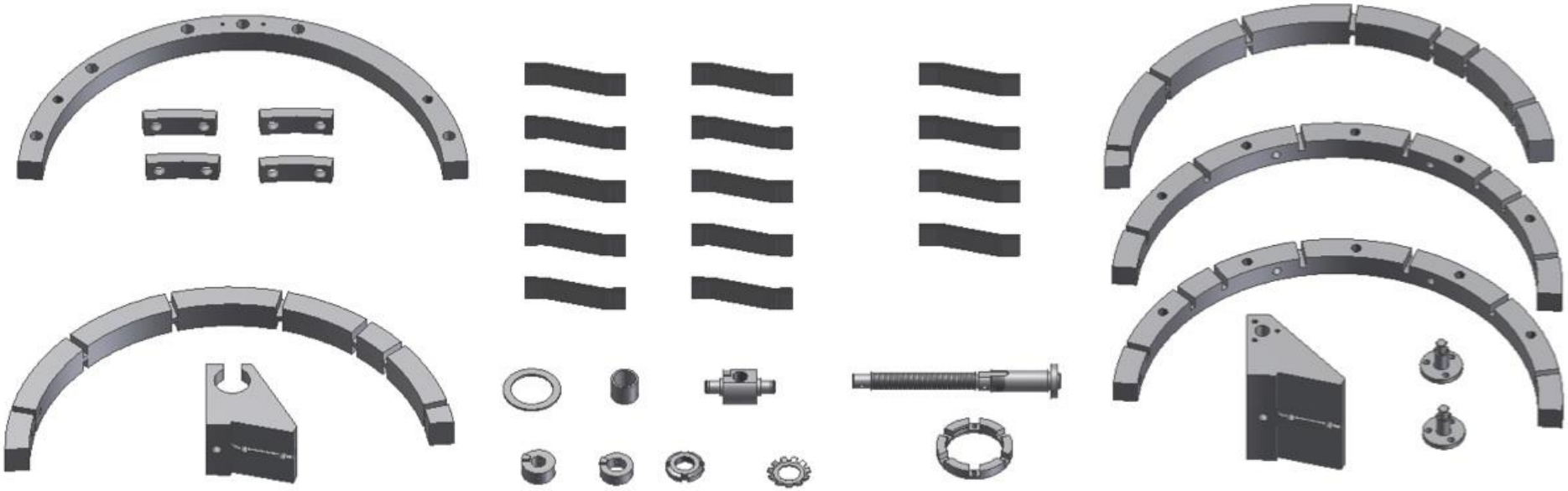
Part	Quantity	Reference number	Drawing & Part number	Comments
BT half #1	1	1		
BT half #2	1	2		
Motor support	1	3		
nut/screw support	1	4		
BT to ring M8 25 mm screw	10	5		UNI 5627 M8x1,25x25
BT to ring M8 washer	10	6		UNI 6592 8,4x17x1,6
Reinforcing half-ring	2	7		
Reinforcing rings screw M8 30 mm	10	8		UNI 5627 M8x1,25x30
Reinforcing ring M8 elastic washers	10	9		ELASTIC WASHERS M8x30
Safety rod	4	10		ROD M8x120
Safety rod nut	20	11		NUT M8x1
Ring connecting plate	4	12		
Ring connecting plate M8 conical head 25 mm screw	8	13		UNI 5933 M8x25
Motor pivot	2	14		M4x10
Motor pivot screw M4 10 mm	6	15		
Piezo 10x10 mm support tuner side	2	16		
Piezo support preload spring	2	17		0.80 6.3 10.5 DIN1724
Spring segger washer	2	18		SEGGER 5 A2
Piezo 10x10 mm support rod side	2	19		
Modified M8 55 mm screw	2	20		HEX ISO 4017 M8x1.25x55 A4-70
M8 nut for modified screw	2	21		M8 UNI 5588

In order to make fare cost comparison,
I asked cost estimation to the same company for both of

(1) TDR blade tuner design
(2) Modified Saclay tuner design

TDR Blade tuner
Components for fabrication

Motor, gear, Bolts and nuts are excluded

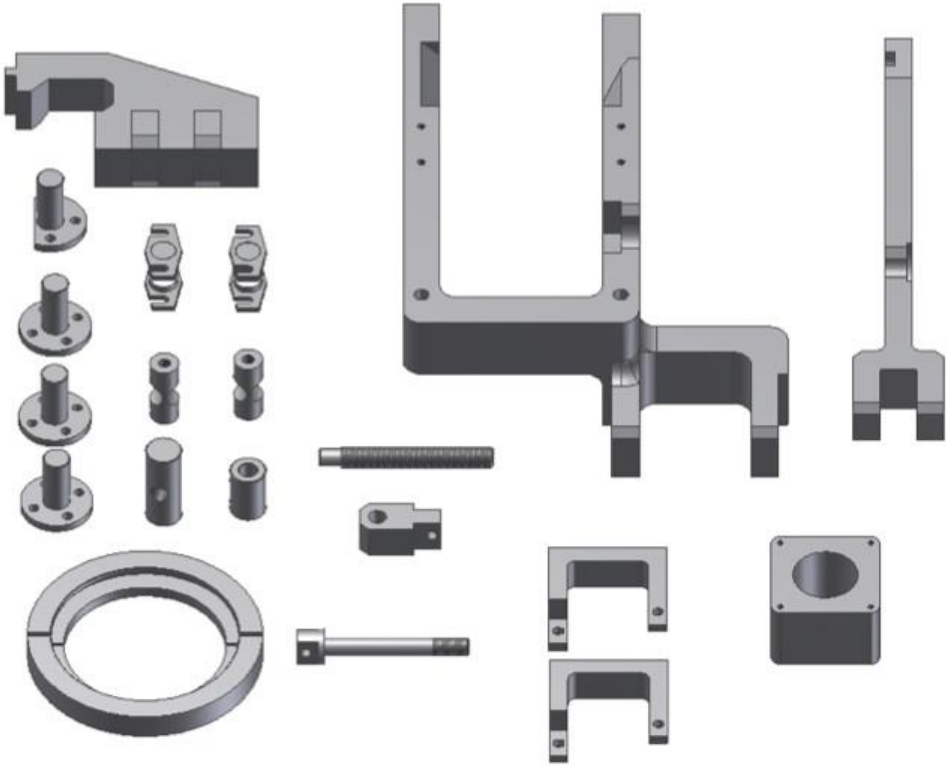


36 parts

(sorry, this picture is not correct. The number of parts will be much more.)

Modified Saclay tuner Components for fabrication

Motor, gear, Bolts and nuts are excluded



21 parts

Cost estimation comparison

(Cost = materials + machining + inspection + assembly + company benefit)

TDR Blade tuner design

Component list

図番（規格）	名称	数量
（1） 13-1-7512-01	リングコネクタ	4 個
（2） 13-1-7512-02	フィリングブロック	248 枚
（3） 13-1-7512-03	ブレード	92 個
（4） 13-1-7512-04	セントラルリングボトム	1 個
（5） 13-1-7512-05	リテラルリングモーターサイド	2 個
（6） 13-1-7512-06	モーターホルダー	1 個
（7） 13-1-7512-07	スクリューホルダー	1 個
（8） 13-1-7512-08	リテラルリングピエゾサイド	2 個
（9） 13-1-7512-09	ピボット	2 個
（10） 13-1-7512-10	レインフォーシリングリング	2 個
（11） 13-1-7512-11	セントラルリングトップ	1 個
（12） 13-1-7512-12	３ブレードバック	20 ｾｯﾄ
（13） 13-1-7512-13	４ブレードバック	8 ｾｯﾄ
（14） 13-1-7512-14	リングWブレードボトム	1 組
（15） 13-1-7512-15	リングWブレードトップ	1 組
（16） 13-1-7512-16	モーターサポートモーターサイド	1 式
（17） 13-1-7512-17	モーターサポートスクリューサイド	1 式
（18） 13-1-7512-18	ピエゾエンクロージャーアッセンブリ	2 式
（19） 13-1-7512-19	ピエゾハウジングウェルドメント	2 式
（20） 13-1-7512-19-2	ラウンドチューブ	2 個
（21） 13-1-7512-19-3	アイソレーションリングG-10	4 個
（22） 13-1-7512-20	インサート	2 個
（23） 13-1-7512-21	リッド	2 個
（24） 13-1-7512-22	モーター HD	1 式
（25） 13-1-7512-23	モーターファイトロンボックス	1 個
（26） 13-1-7512-24	ベアリングテナーリング	1 個
（27） 13-1-7512-25	ベアリングストップリング	1 個
（28） 13-1-7512-26	ストップリングモーターサイド	1 個
（29） 13-1-7512-27	ストップリング	1 個
（30） 13-1-7512-28	ボールベアリングスペーサー	1 個
（31） 13-1-7512-29	スクリューナット	1 個
（32） 13-1-7512-30	カップリング-1	1 個
（33） 13-1-7512-31	カップリング-2	1 個
（34） 13-1-7512-32	キューブスクリュー HD-2	1 個
(35) 52, 200. 2, 5-4LP-5M-UHVC-NSSN	モーターファイトロンVSS	1 ｾｯﾄ
(36) HDVC-14-88-BLS-SP2571	ハーモニックドライブ	1 ｾｯﾄ

Modified Saclay tuner design

Component list

図番（規格）	名称	数量
（1） 14-1-7406-部01M	ローラーナット(Mﾈｼﾞ)	1 個
（2） 14-3-7406-部02	ヨークナックル	1 個
（3） 14-3-7406-部03	モーターブラケット	1 個
（4） 14-3-7406-部04	ボス	3 個
（5） 14-3-7406-部05	ピエゾヨーク	2 個
（6） 14-3-7406-部06	ピエゾストラット	1 個
（7） 14-3-7406-部07M	ネジ軸(Mﾈｼﾞ)	1 個
（8） 14-3-7406-部08	チューニングリング	1 組
（9） 14-3-7406-部09	ストレインバーロング	2 個
（10） 14-3-7406-部10	カップリング	1 個
（11） 14-3-7406-部11削	ストレインバーショート(削り出し)	2 個
（12） 14-3-7406-部12	アクチュエーターリンク	1 個
（13） 14-3-7406-部13	メインフレーム	1 個
（14） 14-3-7406-部14	アクチュエーターレバー	1 個
（15） 14-3-7406-部15	ボス切欠き	1 個
（16） AR69AA-1 ｵﾘｴﾝﾀﾙﾓｰﾀｰ	ステッピングモーター	1 台
（17） PSSFGR10-50 ﾐｽﾐ	シャフト 止め輪溝付タイプ	1 本
（18） PSSFGR6-20 ﾐｽﾐ	シャフト 止め輪溝付タイプ	2 本
（19） STWS10 ﾐｽﾐ	C形止め輪 軸用	2 個
（20） STWS5 ﾐｽﾐ	C形止め輪 軸用	4 個
（21） ボルト		一 式

* Motor and harmonic drive are in the both list,
But not included into cost.

Cost (Blade tuner) : (Modified Saclay tuner) = 1 : 0.52

Conclusion

The modified Saclay tuner for ILC cavity was designed.
Their cost was compared to TDR Blade tuner by the one company.
The result was 52% of TDR Blade tuner,
for the mechanical parts fabrication and assembly.

However, the modified Saclay tuner for ILC cavity design
need to be done further study of tuning range, stiffness, toughness, etc.
The R&D is required.