Carlo Ligi (INFN – LNF) on behalf of the KLASH collaboration

FROM KLASH TO FLASH

Large Volume Haloscopes (or: the art of recicling magnets)



haloscopes for axion search

- The axion is a pseudoscalar particle predicted by Weinberg and Wilczek as a consequence of the mechanism introduced by Peccei & Quinn to solve the "strong CP problem". It is also a well motivated dark matter candidate, and can accounts for the local density of dark matter in our galaxy (0.45 Gev/cm³).
- Axion mass can be converted in a photon of the same energy, in presence of a strong magnetic field.
- To detect the produced photons, Sikivie proposed the so-called "haloscope", i.e. a resonant cavity immersed in a magnetic field.
- Many experiments (ADMX, HAYSTAC, ORGAN, CULTASK, RADES, QUAX...) will use a haloscope to detect axions.
- Due to their very big dimensions, KLOE or FINUDA magnets can be unique facilities to host a resonant cavity and become part of an haloscope for very low mass axions.



KLOE magnet as an haloscope

$$P_{\rm sig} = \left(g_{\gamma}^2 \frac{\alpha^2}{\pi^2} \frac{\hbar^3 c^3 \rho_a}{\Lambda^4}\right) \times \left(\frac{\beta}{1+\beta} \omega_c \frac{1}{\mu_0} B_0^2 V C_{mnl} Q_L\right)$$

• $\rho_a = 0.45 \text{ GeV/cm}^3$ DM local density Model param. \neg • $g_{\gamma} = -0.97 \ (0.36)$ KSVZ (DFSZ) par. • $\Lambda = 78 \text{ MeV}$ μ Hadronic scale par. • $v_a = 65 \div 225 \text{ MHz}$ $(\leftrightarrow 0.27 \div 0.93 \ \mu eV)$ • *B* = 0.6 T

KLASH param.

•
$$V = 22 (5.2) \text{ m}^3$$

• $O = 4 \div 7 \times 10^5$

$$\rightarrow P_{\rm sig} \sim 10^{-22} \rm W$$



KLOE magnet as an haloscope

Data taking time

$$SNR = rac{P_{\mathrm{sig}}}{k_B T_{sys}} \sqrt{rac{ au}{\Delta
u_a}}$$

•
$$P_{sig} \sim 10^{-22} \text{ W}$$

•
$$T_{sys} \sim 5 \text{ K}$$

•
$$\Delta v_a / v_a = 10^{-6}$$

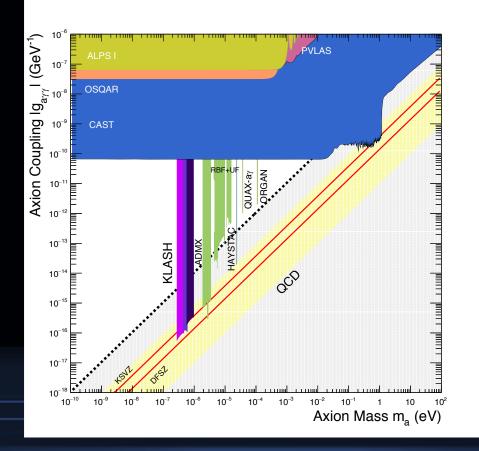
to get $SNR > 1 \rightarrow \tau \sim 5 \div 10$ min

KLOE magnet as an haloscope

$$P_{\rm sig} = \left(g_{\gamma}^2 \frac{\alpha^2}{\pi^2} \frac{\hbar^3 c^3 \rho_a}{\Lambda^4}\right) \times \left(\frac{\beta}{1+\beta} \omega_c \frac{1}{\mu_0} B_0^2 V C_{mnl} Q_L\right)$$

	KLASH	ADMX		
$ u_c [{ m MHz}]$	65-225	450-850		
B ² [T ²]	0.36	58		
<i>V</i> [m³]	22 (5.2)	0.13		
Q_L	4÷7 x10⁵	0.7÷2 x10 ⁵		
$ u_c B^2 V Q_L$ [T²m³/s]	0.2~0.4 x10 ¹⁵	0.5~1 x10 ¹⁵		

KLASH sensitivity



LNF Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

KLASH axion calling (...and I live by the river...)

KLoe magnet for Axion SearcH A proposal for a haloscope to detect Axions using a cryogenic cavity in a magnetic field (ADMX-like)

Proposal – June 2017

LOI – September 2018

In 2019 CSN2 funded us for a cryostat feasibility study and a CDR writing The KLASH Proposal Axion Calling

D. Alesini, D. Babusci, D. Di Gioacchino, C. Gatti, G. Lamanna, C. Ligi INFN, Laboratori Nazionali di Frascati, P.O. Box 13, I-00044 Frascati, Italy

The KLASH – Letter of Intent

D.Alesini¹, D.Babusci¹, F.Bossi¹, P.Ciambrone¹, G.Corcella¹, D.Di Gioacchino¹, P.Falferi², C.Gatti¹, A.Ghigo¹, G.Lamanna³, C.Ligi¹, G.Maccarrone¹, A.Mirizzi⁴, D.Montanino⁵, D.Moricciani¹, A.Mostacci⁶, E.Nardi¹, A.Paoloni¹, L.Pellegrino¹, A.Rettaroli¹, R.Ricci¹, L.Sabbatini¹, S.Tocci¹.

KLASH Conceptual Design Report

D. Alesini¹, D. Babusci¹, P. Beltrame S.J.², F. Björkeroth¹, F. Bossi¹, P. Ciambrone¹, G. Delle Monache¹, D. Di Gioacchino¹, P. Falferi³, A. Gallo¹, C. Gatti¹, A. Ghigo¹, M. Giannotti⁴ G. Lamanna⁵, C. Ligi¹, G. Maccarrone¹, A. Mirizzi⁶, D. Montanino⁷, D. Moricciani¹, A. Mostacci⁷, M. Mück⁸, E. Nardi¹, F. Nguyen⁹, L. Pellegrino¹, A. Rettaroli^{1,10}, R. Ricci¹, L. Sabbatini¹, S. Tocci¹, L. Visinelli¹¹

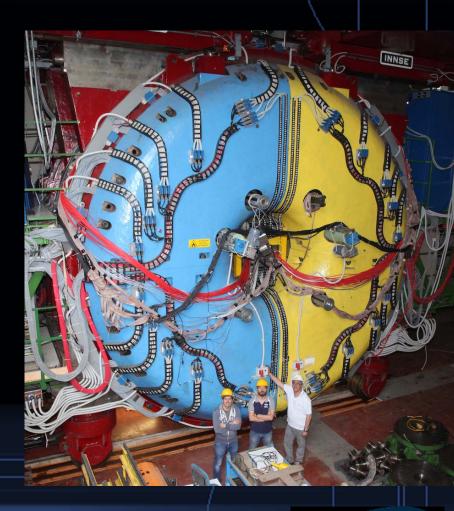
https://arxiv.org/abs/1911.02427

KLOE magnet

 $B_{max} = 0.6 \text{ T}$ $V_{bore} = 4.86 (\emptyset) \times 4.4(l) \text{ m}$

Main cavity constraints:

- $\mathbf{D} \sim 3.5 \ \mathbf{m} \rightarrow m_a < 1 \ \mu \mathbf{eV}$
- It should be cryogenic $\rightarrow 4.5 \text{ K}$





KLASH feasibility study

Work to do for KLASH:

- dismount the wire chamber and the calorimeter from KLOE
- design and build the cavity with the tuning system
- design and build the cavity cryostat and the tools for the installation
- modify the cryogenic transfer lines
- move the cryogenic valve box in the KLOE hall
- build a new power supply for the KLOE magnet
- make some R&D for the cryogenic amplification

KLASH feasibility study

In 2019, Fantini Sud S.p.A. won the tender for the feasibility study and the cost estimation about the work to build and install a cryostat with the cavity.

The company, based on our inputs and under our supervision, provided a preliminary mechanical design of the cavity and the cryostat. They took in account for all the issues (machinering, transportation, installation procedure and cooling) arising from such a peculiar task.

They estimated a total cost of about 2.2 M€

ed economica relativo ad un nuovo criostato da installare all'intern dell'esistente magnete super-conduttore Klos. Lo studio è stato realizzato in conformità con la Specifica Tecnica emessa da INPN-LNF come allegato ad l'incario of manele dato alla Fatnini Sud. Il nuovo criostato per l'esperimento KLASH si comporrà dei seguen elementi principali: • recipiente esterno a tenuta di vuoto in acciaio inossidabile, idoneo a essere fatto scorrere assiamente e fissato all'interno dell'angenete; • schermo termico, completa di tre "tuners" longitudina posizionabili tramite servo-meccanismi; • artirezature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inseriment all'interno della cavità centrale del magnete; • torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'ello criogenico liquido all'interno dell'esistente mostermico, completa di tre "tuners" longitudina posizionabili tramite servo-meccanismi; • attrezzature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inseriment all'interno della cavità centrale del magnete; • torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'ello criogenico lisi quassos che liquido) per il raffreddamento dello schermo e della cavità ta torretta sarà posizionata all'esterno del magnete; • due line super-isolate sotto vuoto per la gestione dell'ello criogenico sia qui consento criostato; • sisterna super-isolato di tubazioni di mandata e ritorno (transfer lines per l'ello criogenico sia liquido (LHe) che gassoso (GHe) tra la torrett con il recipiento esterno a tenuta di vuoto. • due line super-isolate sossoso che liquido, congiungente la torrett con il recipiento sia gassoso che liquido, congiungente la torrett con il recipiento esterno a tenuta di vuoto. • dell'ello criogenicos: nica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613.800,000 (Materiali, Lavorazioni, Componentistica) C 54.500,000 inultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00 ermo radiativo ed apparati meccanici: trafi, Lavorazioni, Trattamenti) C 728.000,00					-					
FANTINI SUD S.p.A. Documentor Descriptione teorica O Contract Client INP.P. Laboratorio Nazionale di Frascati (RM) Contract Order Incarico per la redatione di uno studio di fattibilità Object TN - Descrizione tecnica CRIOSTATO PER IL NUOVO ESPERIMENTO KLASH Abstract Questo documento riporta gli esiti dello studio tecnico di fattibilità tecnicia de conomica relativo ad un nuovo criostato da installare all'interno dell'esistente magnete super-conduttore Klos. Lo studio è stato per l'esperimento KLASH In unovo criostato da installare all'interno dell'esistente magnete super-conduttore Klos. Lo studio è stato per l'esperimento KLASH In unovo criostato da installare all'interno dell'esistente magnete super-conduttore Klos. . Schermo termico all'Interno del recipiente in lega d'all'interno dello schermo termico all'interno del recipiente in lega d'all'interno della cavità risonate in rame raffreddate ad elo criogenico liquido all'interno della cavità risonate al eavità centrale del magnete; . steresta zerato per l'esperimento KLASH a attrazzature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inserimenta all'interno della cavità centrale del magnete; . torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'elo criogenico (si gassos che fiquido) per l'affreddamento dello scherno etala d'all' unidone atruttura di suporto; . due linee super-isolate sotto vuoto (transfer lines) per la circolazion dell'elio criogenico sia gassoso che liquido, congiun	F		INFN-LNS - ESPERIMENTO KLASH							
Olient Distribution O Contract Order INN – Laboratorio Nazionale di Frascati (RM) Object TN – Descrizione tecnica Object TN – Descrizione tecnica Abstract Questo documento riporta gli esiti dello studio tecnico di fattibilità tecnica de conomica relativo ad un nuovo criostato da installare all'intermo dell'esistente magnete super-conduttre Klos. Lo studio è stato realizzato in conformità con la Specifica Tecnica emessa da INFN-LIK come allegato all'incarico formale dato alla Fatnini Sud. Il nuovo criostato per l'esperimento KLASH si comportà dei seguent elementi principali: • recipiente esterno a tenuta di vuoto in accia lo inossidabile, idoneo at essere fatto scorre assimime e fissatone dell'esione dell'intermo dello schermo termico, completa di re "tuners" longitudinal posizionabili tramite servo-meccanismi; • attrezzature per Tassemblaggio di quanto sopra ed il suo inserimenta all'intermo della cavità centrale del magnete; • torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'esio criogenico (siguido all'intermo della cavità cantrale del magnete de data di un'ondonea struttura di supporto; • due line esuper-isolate sotto vuoto per la gestione dell'esio criogenico (siguido all'intermo della cavità in torretta criogenico sia salessos che liquido, per la circolaziono dell'esio criogenico sia salessos del fundo, congiungente la torretta constato di unalota eritorio (transfer lines) per l'elio criogenico sia sassos che liquido, congiungente la torretta con il recipiente esterno a tenuta di vuoto.				Do	cument no.		Туре	Release		
Contract Order Incarico per la redatione di uno studio di fattolittà Object TN - Descrizione tecnica CRIOSTATO PER IL NUOVO ESPERIMENTO KLASH Abstract Questo documento riporta gli esiti dello studio tecnico di fattibilità tecnici del conomica relativo ad un nuovo crisotato da installare all'interni dell'esistente magnete super-conduttore Kioe. Lo studio è stato realizzato in conformità con la Specifica Tecnica emessi da INFN-LNF come allegato all'incarico formale dato alla Fantini Sud. Il nuovo crisotato per l'esperimento KLASH si comportà dei seguenti elementi principali: • recipiente esterno a tenuta di vuoto in acciaio inossidabile, idoneo at essere fatto scorrere assialmente e fissato all'interno del magnete; • schermo termico all'Interno del recipiente in lega d'alluminito raffreddato ad ello criogenico gassoso; • cavità risonante in rame raffreddame ad ello criogenico liquido all'interno dello aschermo termico, completa di tre "tuners" longitudinal posizionabili ta tamite servo-meccanismi; • attrezzature per l'assemblaggio di quanto sopra di Isuo inserimente all'interno della cavità contrale del magnete; • torretta criogenico sotto vuoto per la gestione dell'ello criogenico (si gassos che liquido) per l'affreddamento dello schermo (transfer lines) per la circolazion dell'ello criogenico sia gassoso che liquido, congiungente la torretti con il recipiente esterno a tenuta di vuoto. 0 1406/2019 Fratisi 1 2607/2019 Updates upon commenta from NFN 0 1406/2019 Fratatai	FA	NTIN	I SUD	S.p.A.	3917	2-TN-DD.001	Descr	izione tecnica	0	
Object Th - Descrizione tecnica CRIOSTATO PER IL NUOVO ESPERIMENTO KLASH Abstract Questo documento riporta gli esiti diello studio tecnico di fattibilità tecnico dei conomica relativo ad en nuovo criostato da installare all'interno del totadio è statualizzato contornato con 6 Specifica Tecnica enesso da INNE-UFF come allegato all'incarico formale dato alla Fantini Sud. El Innovo criostato da installare all'interno del totadio è statualizzato in conformà con 6 Specifica Tecnica enesso da INNE-UFF come allegato all'incarico formale dato alla Fantini Sud. El Innovo criostato da ello criogenico passoso; escere fatto scorrera assialmente e fissato all'interno del magnete; escere fatto scorrera assialmente e fissato all'interno del magnete; escere fatto scorrera assialmente e fissato all'interno del magnete; esciene fatto scorrera assialmente e fissato all'interno del magnete; esciene fatto scorrera assialmente e fissato all'interno del magnete; esciene fatto scorrera mencianismi; e attrezzature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inserimenta all'interno della cavità contrate del magnete; e torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'ello criogenico (si gassos che figuido) per l'affreddamento dello schemo e della cavità la torretta sarà posizionata all'esterno del magnete e dotata d un donea struttura di suporto; e due linee super-isolate sotto vuoto (transfer lines) per la circolazione dell'ello criogenico sia gassoso che liquido, congiungente la borretti con il recipiente esterno a tenuta di vuoto. 0 14068/2019 First issue 6. Murru G. Santie R. Torali F. Fautiei R. Fautiei dell'ello criogenico sia gassoso (Ello Verified Approved 1 2607/2019 Updata supor comments from NFN 6. Murru G. Santie R. Torali F. Fautiei rica (Materiali, Lavorazi										
Object CRIOSTATO PER IL NUOVO ESPERIMENTO KLASH Abstract Questo documento riporta gli esiti dello studio tecnico di fattibilità tecnica ed economica relativo ad un nuovo criostato da instaliare all'interni dell'esistente magnete super-conduttore Kloe. Lo studio è stato realizzato in conformità con la Specifica Tecnica emessa da INFN-LNF come allegato all'incarico formale dato alla Fantini Sud. Il nuovo criostato per l'esperimento KLASH si comportà dei seguent elementi principali: • recipiente esterno a tenuta di vuoto in acciaio inossidabile, idoneo ac essere fatto scorrere assialmente e fissato all'interno del magnete; • schermo termico all'Interno del recipient in lega d'alluminio raffreddato ad elio criogenico gassoso; • cavità risonante in rame raffreddata ad elio criogenico liquido all'interno dello schermo termico, completa di tre "tuners" longitudinal posizionabili tramite servo-meccanismi; • attrezzature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inserimentu all'interno della cavità contrale del magnete; • torretta criogenico sotto vuoto per la gestione dell'elio criogenico (si gassos che liquido) per l'affreddamento dello schermo (transfer lines; per l'elio criogenico sia quassoso (CHe) tra la torretti ed il nuovo criostato; • sistema super-isolate sotto vuoto per la gestione dell'elio criogenico la un'donea struttura di suporto; • due linee super-isolate sotto vuoto (transfer lines; per l'elio criogenico sia gassoso che liquido, congiungente la torretti con il recipiente esterno a tenuta di vuoto. • 1 406/2019 First Isuue • Murru G. Santin R. Toruti F. Fant	Contr	ract	<u> </u>	Order	Incarico	per la redazione di	uno stu	udio di fattibilità)	
ed economica relativo ad un nuovo criostato da installare all'interno dell'esistente magnete super-conduttore Klos. Lo studio è stato realizzato in conformtà con la Specifica Tecnica emessa da INFN-LIF come allegado all'incarico formade dato alla Fantini Sud. Il nuovo criostato per l'esperimento KLASH si comportà dei seguent elementi principali: • recipiente esterno a tenuta di vuoto in acciaio inossidabile, idoneo ac essere fatto scorrere assiamente e fissato all'interno dell'anginete; • recipiente esterno a tenuta di vuoto in acciaio inossidabile, idoneo ac essere fatto scorrere assiamismete e fissato all'interno della cavità da libritermo termico, completa di tre "tuners" longitudinal posizionabili tramite servo-meccanismi; • cavità risonante in rame raffreddata ad ello criogenico liguido all'interno dello schermo termico, completa di tre "tuners" longitudinal posizionabili tramite servo-meccanismi; • tartezzature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inserimente all'interno della cavità centrale del magnete; • torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'ello cirogenico (sita gassoso che liquido) per il raffreddamento dello schermo e della cavità la torretta scata posizionata all'esterno del magnete; e sistema super-isolato oli tubazioni di mandata e ritorno (transfer lines) per l'ello criogenico sita gassoso che liquido, congiungente la torretta con il recipiente esterno a tenuta di vuoto. 0 1406/2019 Find Issue 6. Murru G. Santis R. Toreali F. Fantisi Rev. 1 2607/2019 Updates upon comments from NFN 0. Murru G. Santis R. Toreali F. Fantisi Revel <	Obje	ect		CRIOST					LASH	
due linee super-isolate softb vuoto (transfer lines) per la circolazione dell'elio criogenico sia iguido (LHe) che gassoso (GHe) tra la torretta ed il nuovo criostato; sistema super-isolato di tubazioni di mandata e ritorno (transfer lines) per l'elio criogenico sia gassoso che liquido, congiungente la torretta con il recipiente esterno a tenuta di vuoto. de la constante di const	Abstr	ract	Lo studio è stato realizzato in conformità con la Specifica Tecnica emessa da INFN-INF come allegato all'incarico formale dato alla Fantini Sud. Il nuovo criostato per l'esperimento KLASH si comporrà dei seguenti elementi principali: s schermo termico a tenuta di vuoto in acciaio inossidabile, idoneo ad essere fatto scorrere assialmente e fissato all'interno del magnete; s schermo termico a dil'interno del recipiente in lega d'alluminio, raffreddato ad elio criogenico gassoso; c avilà risonante in rame raffreddata ad elio criogenico liquido all'interno dello schermo termico, completa di tre "tuners" iongitudinali posizionabili tramite servo-meccanismi; ettrezzature per l'assemblaggio di quanto sopra ed il suo inserimento all'interno della avidà centrale del magnete; torretta criogenica sotto vuoto per la gestione dell'elio criogenico (sia gassoso che liquido) per la raffreddamento dello schermo e della avità;							
1 2607/2019 Updates upon comments from RFN 6. Murru 6. Santin 8. Torelli F. Fartini 1 2607/2019 Updates upon comments from RFN 6. Murru 6. Santin 8. Torelli F. Fartini Rev. Date Object Prepared Verified Approved raffreddamento criogenico: nica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613. 800,00 mica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613. 800,00 Materiali, Costruzione, Componentistica) C 16.900,00 ctio (Costruzione, Componentistica) C 16.900,00 ctio (Costruzione, Componentistica) C 12.400,00 ctio non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6.800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00			• sis pe	il nuovo cri tema super- r l'elio criog	ostato; -isolato e enico si	di tubazioni di a gassoso che	manda liquid	ata e ritorno	(transfer lines	
1 2607/2019 Updates upon comments from RFN 6. Murru 6. Santin 8. Torelli F. Fartini 1 2607/2019 Updates upon comments from RFN 6. Murru 6. Santin 8. Torelli F. Fartini Rev. Date Object Prepared Verified Approved raffreddamento criogenico: nica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613. 800,00 mica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613. 800,00 Materiali, Costruzione, Componentistica) C 16.900,00 ctio (Costruzione, Componentistica) C 16.900,00 ctio (Costruzione, Componentistica) C 12.400,00 ctio non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6.800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00		_							1	
1 2607/2019 Updates upon comments from RFN 6. Morru G. Santria 8. Zordii 7. Fader 1 2607/2019 Updates upon comments from RFN 6. Morru G. Santria 8. Zordii 7. Fader Rev. Date Object Prepared Verified Approved raffreddamento criogenico: inca (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613.800,00 Materiali, Costruzione, Componentistica) C 54.500,00 16: non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00 ermo radiativo ed apparati meccanici: triali, Lavorazioni, Trattamenti) C 738.000,00	0	14/0	6/2019	First Iss	ue					
1 2507/2019 Optimiting the provided in the provided	-						_		-	
Comments from Re*N C. Mumu G. Santin R. Torell F. Fardiol Rev. Date Object Prepared Verified Approved Rev. Date Object Prepared Verified Approved raffreddamento_criogenico: inica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613.800,00 materiali, Costruzione, Componentistica) C 16.900,00 bito non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6.800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00 ermo radiativo ed apparati meccanici: rrall, Lavorazioni, Trattamenti) C 738.000,00	1	260	7/2010			9. Merry G. SAM	tin	R. Torelli	F. Fatiei	
raffreddamento criogenico: inica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613.800,00 Materiali, Costruzione, Componentistica) C 54.500,00 to costruzione, Componentistica) C 16.900,00 ito non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6.800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00 ermo radiativo ed apparati meccanici: rriali, Lavorazioni, Trattamenti) C 738.000,00	'	20/07/2018		comments fro	comments from INFN		tin	R. Torelli	F. Fantini	
raffreddamento criogenico: inica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613.800,00 Materiali, Costruzione, Componentistica) C 54.500,00 to costruzione, Componentistica) C 16.900,00 ito non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6.800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00 ermo radiativo ed apparati meccanici: rriali, Lavorazioni, Trattamenti) C 738.000,00										
nica (Materiali, Lavorazioni, Strumentazione) C 613.800,00 (Materiali, Costruzione, Componentistica) C 54.500,00 to (Costruzione, Componentistica) C 16.900,00 tilo non criogenico (Materiali, Costruzione) C 6.800,00 nultistrato all'esterno degli schermi termici C 12.400,00 ermo radiativo ed apparati meccanici: triali, Lavorazioni, Trattamenti) C 738.000,00	Kev.		ate	Obje	ct	Prepared		verified	Approved	
eriali, Lavorazioni, Trattamenti) € 738.000,00	nica (Mate oto (0 slio n	(Mat Fiali, Costr on cr	eriali, Costr ruzione riogen	Lavorazion uzione, Co e, Compon ico (Mater	ni, Stru ompone entisti iali, Co	entistica) ca) struzione)	c c c	54.5 16.9 6.8	00,00 00,00 00,00	
e (Materiali, Lavorazioni, Attuatori) € 237.000.00	eriali,	Lavo	orazio	ni, Trattan	nenti)					

B - Vessel Criostato Cavità risonante (Materiali, Lavorazioni, Attuatori) 237.000,0 Schermo radiativo (Materiali, Lavorazioni) 43.000,00 44.000,00 Attrezzature di montaggio Progettazione, gestione, qualità e servizi (A + B); Progettazione (Disegni, Verifiche, Manuali) 145.300,00 108.000,00 Gestione tecnica e Oualità Servizi (Trasporti, Montaggi, Prove, Misure) 180.300,00 TOTALE C 2.200.000,00 Opzione aggiuntiva: Cavità #2 di cui al Par. 250.000,00

<u>A - Sisten</u> - Torretta d - Transfer

> Passanti (Tubazioni Coibentaz

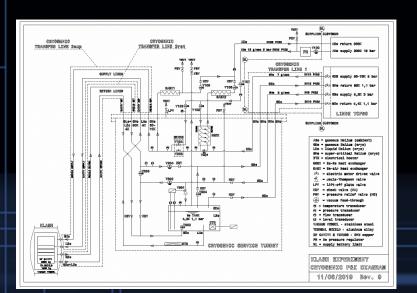
KLASH cryostat design

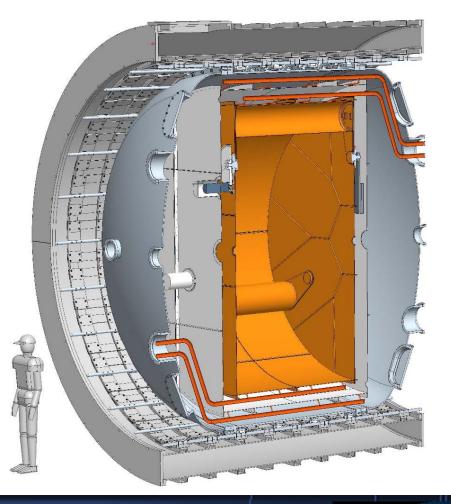
KLOE cryostat + KLASH

Cavity dim.: 3.69(Ø)×1.96(*l*) m

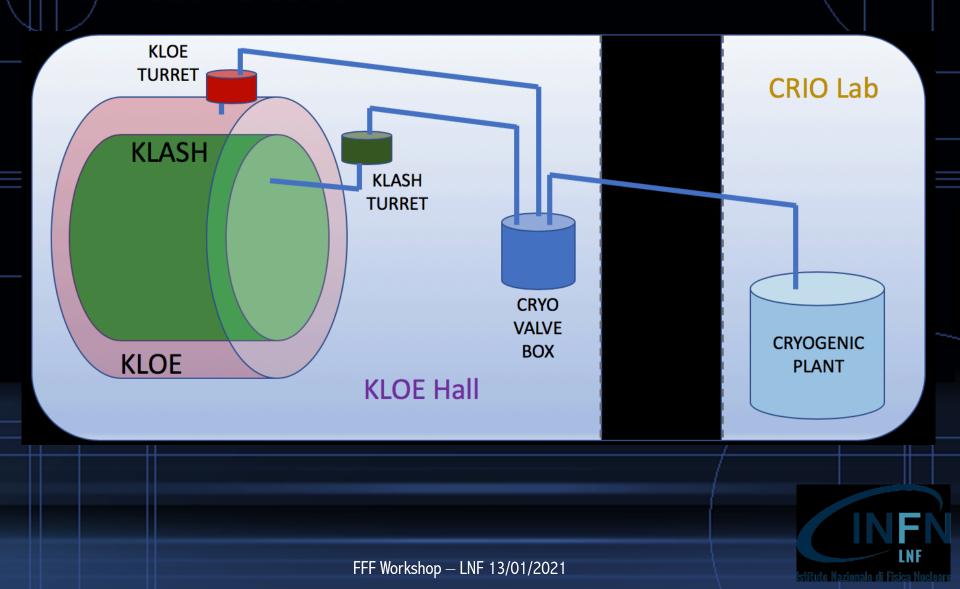
Vacuum container + 70 K Shield

Cryogenic service turret

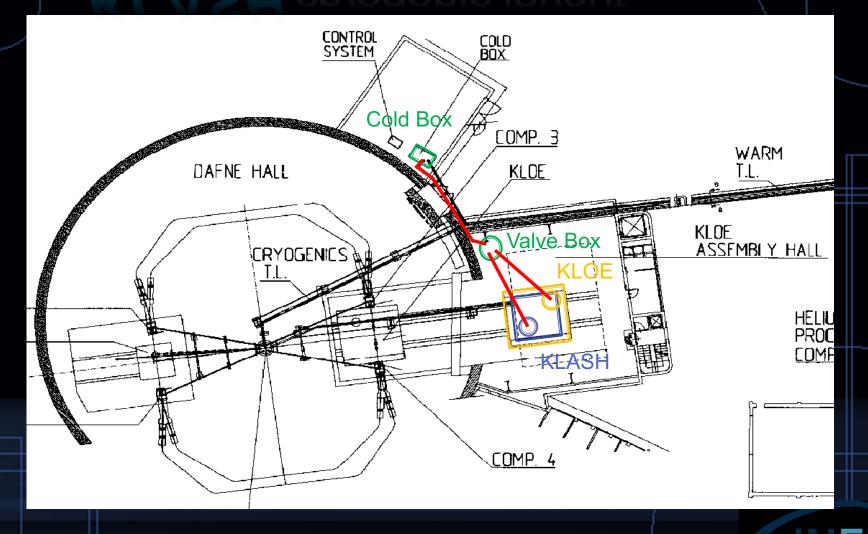




KLASH cryogenic layout



KLASH cryogenic layout



FFF Workshop - LNF 13/01/2021

Istituto Nazionale di Fisica Nuclea

DA\PhiNE cryogenic plant

LINDE TCF 50 LHe liquefactor/refrigerator

Running since 1996 Compressor replaced in 2015

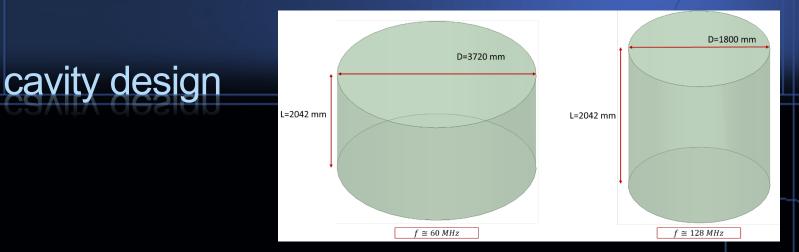
Total Capacity: 4.5K capacity: 99 W + 1.14 g/s 70K capacity: 800 W

Available capacity for KLASH: 4.5 K: 44 W + 0.8 g/s 70 K: 270 W

Available capacity for FLASH: 4.5 K: 55 W + 0.9 g/s 70 K: 530 W

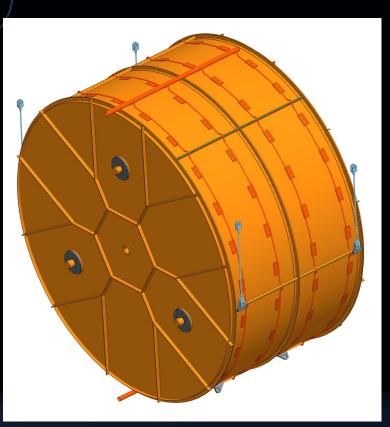


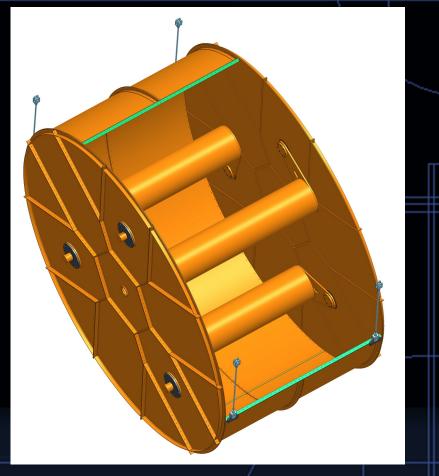




- TM₀₁₀ resonant mode (best geometrical form factor)
- Cryogenic copper resonant cavity gets a Q $\sim 10^5 \div 10^6$ (RRR=50)
- To cover the range 65 ÷ 225 MHz two cavities will be alternated
- 3 tuners + fins on the lo-f cavity, 3 tuners on the hi-f one
- About 10⁵ steps required to cover the freq range (30 μ rad/step) \rightarrow
- Sapphire piston insertion for the fine tuning / avoid mode mixing



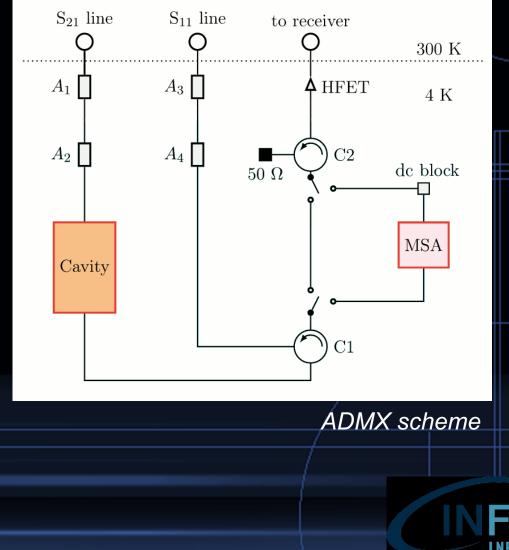




LNF LNF Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

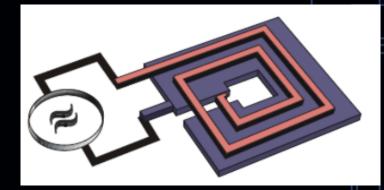
signal detection

- Cavity/Antennas
- MSA SQUID
- Cryogenic Amplification
- Room T Amplification



cryogenic amplification stage

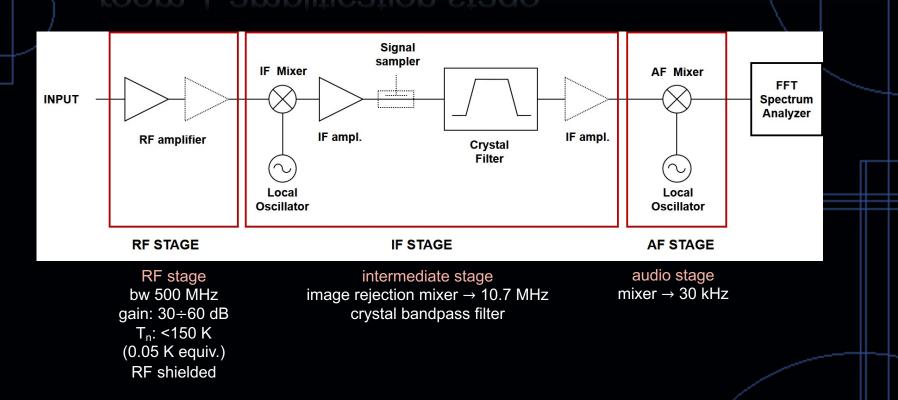
- Microstrip SQUID Amplifier (MSA) is effective even for f > 100 MHz
- At least 3 MSA required (65-115, 115-150, 140-225 MHz)
- Operating T = 4.5 (0.3?) K
- Thermal noise $\propto T$
 - T_n (0.3 K) = 16÷82 mK (for 50÷250 MHz)
 - T_n (4.5 K) = 0.24÷1.23 K (for 50÷250 MHz)
- HFET as a 2° stage amp
- Total Gain = 35 dB



 Magnetic Shield needed – delicate task because it stay inside the magnetic field (SC/cryoperm/m-metal/active shielding)



room T amplification stage



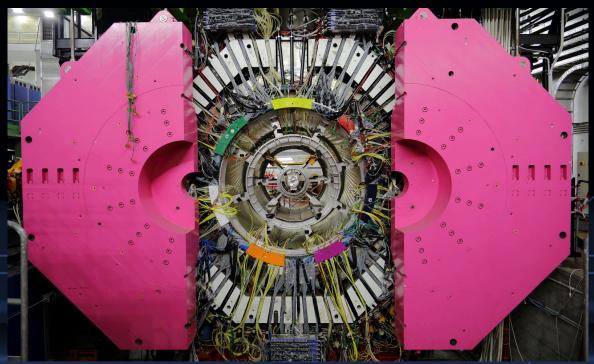
cryo amp gain = 35 dB \rightarrow Room T commercial low noise components

from KLASH to FLASH

In July 2019 we were informed that the KLOE magnet was assigned to the DUNE experiment

It is possible to use the FINUDA magnet in its place

FLASH (Finuda magnet for Light Axion SearcH)



FFF Workshop - LNF 13/01/2021

<u>stituto Nazionale di Fisica Nuclear</u>

from KLASH to FLASH

FINUDA magnet and power supply should be tested for functionality Magnet cryogenics and ancillary systems should be refurbished Transfer lines should be prolonged for cryogenic tests CDR should be revised with new simulations (<u>S. Tocci</u>, new COLD member) Experiment cost should be roughly the same

Competitors:

- DMRadio/Abracadabra (but they need a 10-20M € magnet)
- RADES (they will use the BabyIAXO magnet) possible FLASH/RADES joint collaboration to search for axion in the 100-400 MHz range

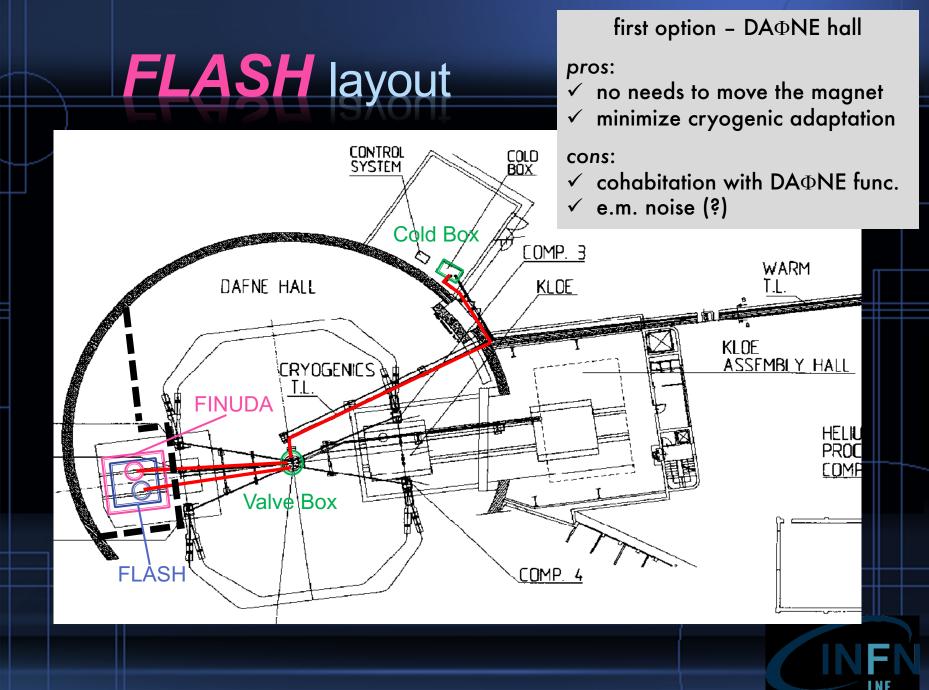
FLASH vs KLASH sensitivity

$$P_{\rm sig} = \left(g_{\gamma}^2 \frac{\alpha^2}{\pi^2} \frac{\hbar^3 c^3 \rho_a}{\Lambda^4}\right) \times \left(\frac{\beta}{1+\beta} \omega_c \frac{1}{\mu_0} B_0^2 V C_{mnl} Q_L\right)$$

	KLOE	FINUDA		
$\nu_c \; [{ m MHz}]$	65-225	~ 135-250		
B^2 [T ²]	0.36 1.21			
<i>V</i> [m³]	22 (5.2)	~ 5.2		
Q_L	4÷7 x10⁵	~ 3÷6 x10 ⁵		
$ u_c B^2 V Q_L$ [T²m³/s]	0.2~0.4 x10 ¹⁵	~ 0.4 x10 ¹⁵		

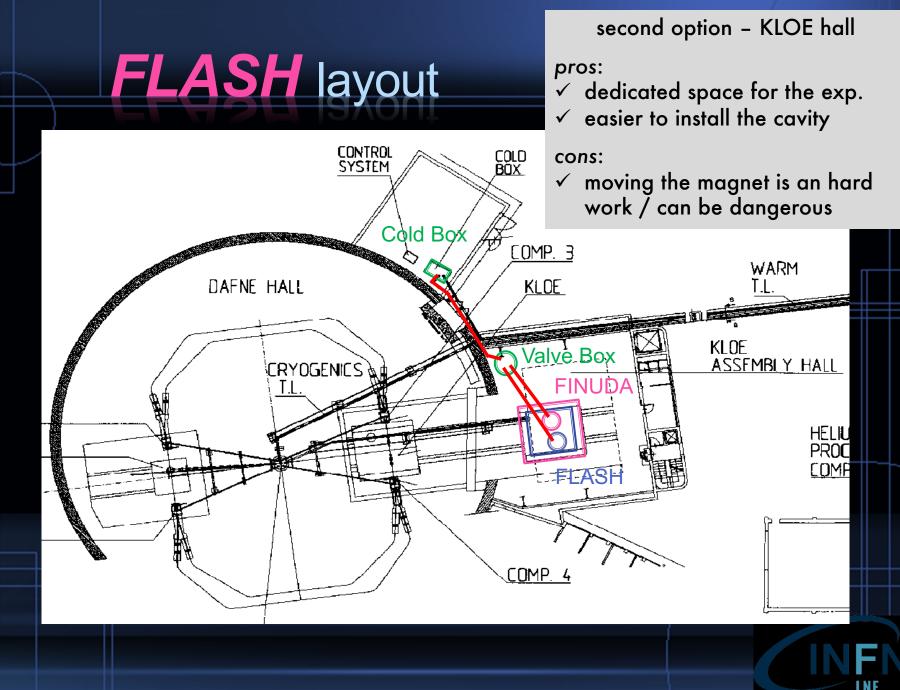
FFF Workshop - LNF 13/01/2021

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



FFF Workshop - LNF 13/01/2021

Istituto Nazionale di Fisica Nuclea



FFF Workshop - LNF 13/01/2021

Istituto Nazionale di Fisica Nuclea

summary

- FLASH can profit for no more used unique facilities (FINUDA / Cryoplant)
- Calculated parameters give good sensitivity expectation
- No competitors in this axion mass range (at least, in the next years...)
- Big technological effort to:
 - operate the FINUDA magnet again
 - design / build / install / operate the cryostat
- Some R&D to do:
 - get a reliable and precise cavity tuners motion
 - Characterize and operate the MSA SQUIDs
- Some open tasks to go deep in (ambient noise, magnetic shielding...)
- No timeline yet