



## Il progetto U-PHOS

**Cos'è:** Il progetto U-PHOS (Upgraded Pulsating Heatpipe Only for Space) dell'Università di Pisa è un esperimento di ricerca scientifica che studia il comportamento di un dispositivo per lo scambio termico senza organi in movimento: il **PHP (Pulsating Heat Pipe)** o tubo di calore pulsante, permette la dissipazione di calore e il raffreddamento di corpi caldi. Tale dispositivo è già stato approfonditamente studiato a terra: mai però ancora è stata studiata una sua applicazione **in assenza di peso**.

**Come nasce:** Il progetto U-PHOS è il seguito di quello che è stato **PHOS**: un esperimento che mirava a scoprire le differenze che esistono tra un PHP funzionante a terra e un PHP teoricamente funzionante solo in assenza di peso. L'interesse da parte dell'Agenzia Spaziale Europea è stato così alto da selezionare il nostro progetto **una seconda volta** e permetterci così di continuare i nostri studi.

**Quali risultati vogliamo ottenere:** Riuscendo a dimostrare un incremento di efficienza è possibile ipotizzarne un futuro utilizzo del dispositivo in applicazioni spaziali, campo in cui la sua semplicità costruttiva e la sua completa passività sono molto interessanti dal momento che permetterebbe una manutenzione del dispositivo pressoché nulla.

**Chi lo fa:** Questo progetto di ricerca ha la particolarità di essere curato in tutte le sue fasi **interamente da studenti** provenienti da diverse facoltà dell'Università di Pisa: il team conta 19 membri che stanno progettando, realizzando e testando ogni aspetto dell'esperimento, grazie anche al patrocinio dell'**Università di Pisa**, del supporto dell'**Università di Napoli** e della **University of Brighton**.

**Cosa stiamo cercando, cosa offriamo:** Il progetto è in parte sostenuto dall'Università di Pisa: i fondi destinati però non sono sufficienti a coprire tutti i costi. Cerchiamo sponsor che vogliano accompagnarci in questa avventura: noi, in cambio, offriamo un'alta visibilità sia a livello locale che europeo tramite il nostro sito web ed i social network; tramite gli articoli scientifici e divulgativi che abbiamo pubblicato e pubblicheremo regolarmente; tramite pubblicizzazione agli eventi in programma sia dedicati a studenti che pubblici, con la partecipazione di astronauti italiani come ospiti.

**Tempi:** Il progetto è ufficialmente iniziato a settembre 2015 e si concluderà con il lancio a **marzo 2017**,





**U-PHOS**  
UPGRADED PULSATING HEAT PIPE  
ONLY FOR SPACE



UNIVERSITÀ DI PISA

## Il programma REXUS/BEXUS

Il programma REXUS/BEXUS permette a studenti provenienti dalle università di tutta Europa di effettuare esperimenti tecnologici e scientifici di ricerca in assenza di gravità; questa condizione viene garantita grazie all'utilizzo di un razzo sonda (per il programma REXUS) o ad un pallone aerostatico (per il programma BEXUS) che vengono lanciati nella stratosfera e fatti ricadere a terra, carichi degli esperimenti degli studenti.

Ogni anno viene programmato il lancio di due razzi e due palloni aerostatici, permettendo a 20 team studenteschi di mandare in orbita gli esperimenti che loro hanno progettato e realizzato, potendone analizzare i dati ottenuti in condizioni così particolari.

Gli esperimenti di REXUS sono lanciati su razzi sonda con propellente a stato solido, capaci di contenere fino a 40 kg di carico, portando così gli esperimenti fino ad un'altitudine di circa 90 km: una volta raggiunta tale quota vengono spenti i motori e lasciato il carico in caduta libera.

Il programma REXUS/BEXUS è realizzato da **ESA**, l'Agenzia Spaziale Europea, tramite un accordo tra le agenzie spaziali tedesca e svedese: la German Aerospace Centre (DLR) e la Swedish National Space Board (SNSB).

Esperti di agenzie spaziali come DLR, SSC, ZARM, ed ESA forniscono un supporto tecnico ai gruppi di studenti durante lo svolgimento dell'intero progetto.

I programmi REXUS e BEXUS sono lanciati da SSC, presso l'Esrange Space Centre a Kiruna, nel nord della Svezia.

Per maggiori informazioni è possibile consultare il sito

<http://rexusbexus.net/>



## Obiettivi dell'Esperimento

L'esperimento portato avanti da U-PHOS ha due obiettivi paralleli da raggiungere:

- **Educativo:** U-PHOS, collaborando con ESA, vuole formare e istruire un gruppo di studenti a lavorare in team, collaborare con enti istituzionali, sviluppare un progetto vero e realizzabile che preveda fasi di progettazione, implementazione, test, analisi dei dati, sviluppo di software specifici e outreach e ricerca di fondi.
- **Tecnico:** U-PHOS intende dimostrare l'incremento delle performance della PHP sotto la condizione di assenza di gravità. progettare e realizzare un particolare scambiatore di calore che avrà utilità in ambito spaziale, per caratterizzarlo e testarlo, utilizzando anche tecnologie all'avanguardia nell'applicazione aerospaziale.  
I risultati ottenuti serviranno per lo sviluppo tecnologico e spaziale, in modo da aumentare il know-how disponibile alla comunità scientifica.



UNIVERSITÀ DI PISA

## U-PHOS Team

---

Il team di U-PHOS è composto da **19 studenti dell'Università di Pisa**, provenienti da diverse facoltà. Il team ha il compito di rappresentare l'Italia in questo programma di carattere europeo, in quanto U-PHOS è **l'unico esperimento italiano** selezionato per quest'anno; solo cinque sono stati i progetti italiani selezionati da ESA su un totale di più di 70 esperimenti per 22 lanci del programma REXUS, e l'Università di Pisa è stata selezionata dall'Agenzia Spaziale Europea per la seconda volta consecutiva.

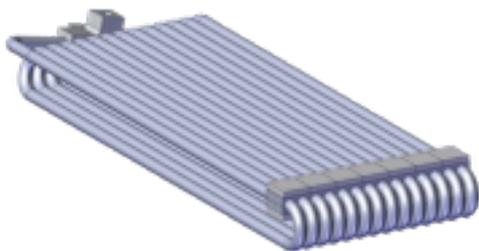
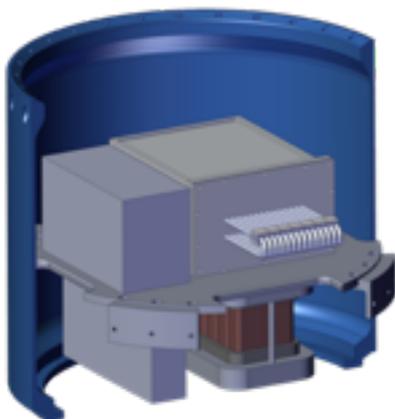
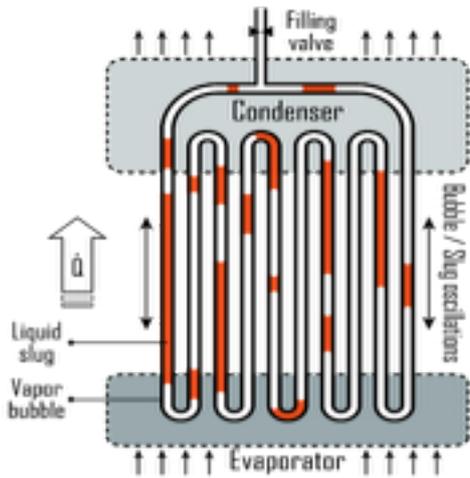
Gli studenti del team hanno il compito di ideare, progettare, costruire e testare il loro esperimento, il quale volerà nello spazio per marzo 2017.

Anche se proviene dall'evoluzione di un precedente progetto basato sul medesimo dispositivo e sulle medesime premesse, il nostro team ha però visto un rinnovamento completo dei propri partecipanti: solo 4 infatti sono i membri che hanno partecipato al precedente progetto PHOS.

Il team è strutturato in gruppi di lavoro focalizzati sui diversi aspetti che coinvolgono l'esperimento (la sezione elettronica, termica, lo sviluppo del software, i test e l'integrazione), è guidato da un team leader e supervisionato da docenti universitari.



## Abstract dell'esperimento



Il progetto UPHOS mira a analizzare e caratterizzare il comportamento di una **PHP (Pulsating Heat Pipe, condotta a calore pulsante)**, un sistema per il controllo termico molto interessante in applicazioni spaziali.

Una **PHP** è un dispositivo completamente passivo composto da una condotta di dimensione capillare ripiegata a serpentina riempita con un refrigerante fluido e sigillato.

Il calore è trasportato dall'azione combinata del cambio fase del refrigerante e dalle forze capillari che si generano all'interno del tubo: grazie a ciò non è necessario l'utilizzo di pompe idrauliche per il ricircolo del fluido.

Questo permette una riduzione degli spazi d'ingombro ed un dispositivo di più semplice realizzazione e manutenzione dal momento che non ci sono parti meccaniche in movimento.

Per ottenere un ricircolo del fluido efficiente però è necessario che il diametro della condotta sia sufficientemente piccolo in modo da generare le forze di capillarità: sulla base di studi effettuati a terra, il diametro interno è basato su coefficienti limite di capillarità;

al contrario gli esperimenti effettuati in precedenza in assenza di gravità mostrano che in tali condizioni il diametro critico di una PHP è più grande di quello calcolato sulla terra: questo consente una dissipazione di calore maggiore e un **miglioramento delle performance** della PHP in queste condizioni.

Il set-up termico dell'esperimento consiste in una zona di evaporazione costituita da un termo riscaldatore che simuli un dispositivo da raffreddare; da una zona di raffreddamento ottenuta tramite l'uso di paraffina unita con una schiuma metallica per raffreddare la PHP nella zona di condensatore.

In aggiunta il nostro modulo contiene anche dispositivi per l'erogazione dell'energia necessaria, per il controllo della potenza, la registrazione dei dati in ingresso dai sensori di temperatura e accelerazione e l'interfaccia di tutti questi sistemi tramite un modulo di comando che consente il controllo e l'invio di dati a terra.

L'obiettivo del nostro progetto è la **progettazione** del set-up di tale esperimento, il **test** della PHP e l'**analisi** del trend dei principali parametri, come pressione e temperatura, dentro la PHP stessa.



UNIVERSITÀ DI PISA

## Sponsorizzazioni

Il progetto U-PHOS è stato selezionato da ESA a dicembre 2015: è il primo caso di un esperimento italiano che sia stato scelto due volte nel programma REXUS.

Questo dimostra l'interesse che l'Agenzia Spaziale Europea ha nei confronti del nostro esperimento

Il nostro progetto ha già avuto come supporter e partner di progetto le seguenti:

- Università agli studi di Pisa
- Università di Napoli
- University of Brighton
- ESA
- DLR
- SNSC

Inoltre il team si è posto l'obiettivo di cercare collaborazioni con sostenitori presenti sul territorio pisano in primis, regionale e italiano poi, in modo da avere un forte valore aggiunto dato dal territorio nel nostro progetto.

Siamo quindi in collaborazione con:

FinMeccanica	Supporto tecnico, infrastrutture e strumenti di test
Henkel	Supporto materiale: fornitura di sigillante
Aavid Thermalloy	Supporto materiale: tubatura per PHP Supporto tecnico: lavorazioni altamente specializzate
Sitael	Supporto tecnico, infrastrutture e strumenti di test
Smart Fibres	Supporto materiale: fornitura di interrogatori per fibra ottica
Vicor	Supporto materiale e tecnico: fornitura di convertitori DC-DC
Kayser Italia	Supporto tecnico allo sviluppo
PEC Italia	Supporto tecnico allo sviluppo
Elemaster Group	Supporto materiale e tecnico: fabbricazione schede elettroniche

Stiamo inoltre collaborando con uno spin-off creato dalla Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna di Pisa, InFibra Technologies S.r.l., che progetta, produce, commercializza e offre assistenza post vendita di sistemi di **sensori termici in fibra ottica**: questo tipo di tecnologia è altamente all'avanguardia e presenta un nostro primato nella storia del programma REXUS: mai prima d'ora infatti un sistema del genere è stato utilizzato per applicazioni spaziali.

## Contatti

**Sito web:** [www.uphos.ing.unipi.it](http://www.uphos.ing.unipi.it)

**E-mail:** [uphosproject@gmail.com](mailto:uphosproject@gmail.com)

**Project manager:** Pietro Nannipieri  
[pietro.nannipieri@gmail.com](mailto:pietro.nannipieri@gmail.com)

**Responsabile outreach:** Lorenzo Barsocchi  
[lorenzo.barsocchi@gmail.com](mailto:lorenzo.barsocchi@gmail.com)