

**OFFERTA TECNICA – RELAZIONE DESCRITTIVA**  
**Lotto 1**

Il sottoscritto **Mario Pisapia**, nato a Milano (MI) il 30/09/1971, residente a Bollate (MI) in via Cilea 13, in qualità di **PROCURATORE UNICO** dell'operatore commerciale **Optoprim Srl**, sede legale a Milano (MI) in via Timavo 34, sede operativa a Monza (MB) in via Rota 37, C.F./P.IVA 12908470151, TEL: +39 039 834 977, MAIL: [info@optoprim.it](mailto:info@optoprim.it) PEC: [amministrazione@pec.optoprim.it](mailto:amministrazione@pec.optoprim.it) – in riferimento alla gara 4/F/2020 con CUP (codice unico progetto) B17E19000000007, e relativamente al solo LOTTO numero 1, identificato con CIG 844725602D,

## OFFRE

un sistema laser amplificato per la generazione di impulsi ultra-corti composto da:

- Laser **PHAROS**, modello PH2-SP-2mJ
- Generatore di armoniche **HIRO**, modello TP-HG-HIRO-SH-FH
- Autocorrelatore **TIPA**, modello TP-AC-TIPA-AT2C1

Tutti i componenti del sistema sono prodotti dall'azienda "**Light Conversion**" con sede a Vilnius (Lituania), di cui l'operatore economico Optoprim Srl ne è distributore, ufficiale ed esclusivo, su tutto il territorio italiano.



## PHAROS

PHAROS è una sorgente laser amplificata, a stato solido pompato a diodi (DPSS), capace di generare impulsi altamente energetici ed ultra-corti nella regione temporale dei femtosecondi. La testa laser, che si presenta come un singolo box compatto e dal design di grado industriale, per garantire la massima robustezza e stabilità operativa, si compone al suo interno di quattro moduli principali:

- Oscillatore Laser (**OSC**)
- Amplificatore Rigenerativo (**RA**)
- Stretcher / Compressor (**SC**)
- Elettroniche di Controllo e Sincronizzazione (**TEM**)



I moduli sono accessibili sollevando la paratia superiore del PHAROS: ogni singolo modulo è completamente sigillato per evitare ogni possibile contaminazione da agenti esterni e garantire che eventuali variazioni delle condizioni ambientali di lavoro, principalmente temperatura e umidità, possano influenzare al minimo specifiche tecniche e prestazioni.

L'oscillatore è un laser a stato solido che utilizza come mezzo attivo un cristallo drogato itterbio (Yb) e pompato da diodi laser ad alta brillantezza. La generazione di impulsi ultra-corti è attivata tramite "Kerr lens mode-locking". L'oscillatore lavora a una frequenza fissa di ~76 MHz e produce impulsi ultra-corti dalla durata temporale di ~200 fs.

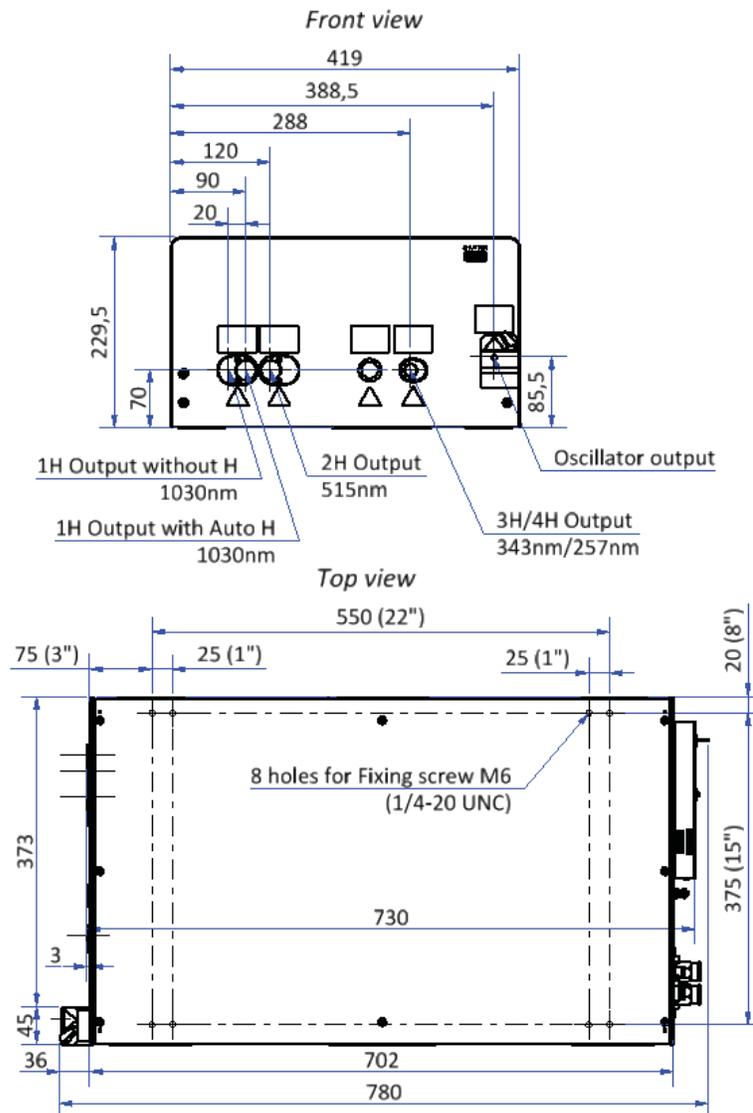
Gli impulsi generati dall'oscillatore vengono dapprima allargati temporalmente da un apposito modulo (Stretcher) e poi indirizzati all'interno dell'amplificatore rigenerativo. Quest'ultimo, basato anch'esso su un cristallo drogato itterbio (Yb) pompato a diodi, amplifica l'energia di ogni singolo impulso fino a un valore massimo di 2 mJ per frequenze operative fino a 3 KHz. Terminata la fase di amplificazione, gli impulsi vengono nuovamente compressi da apposito modulo (Compressor) e possono raggiungere la durata temporale di  $\leq 190$  fs (FWHM, Gaussian fit).

Tramite apposito software di controllo, preinstallato su computer laptop come parte integrante del sistema, l'operatore può agire sui moduli Stretcher e Compressor e variare la durata temporale degli impulsi da un minimo di  $\leq 190$  fs, come precedentemente specificato, fino a un massimo di ~10 ps.

Il modello di PHAROS oggetto di questa offerta tecnica integra inoltre:

- un Pulse-Picker (**PP**), dispositivo elettro-ottico tramite il quale è possibile ridurre (via software) la frequenza operativa della sorgente, da un massimo di 200 KHz (limite superiore) fino al singolo impulso (single-shot), permettendo all'operatore di lavorare anche in modalità "Pulse-on-Demand".
- un Beam-Splitter (**BS**). Questo è posizionato, in accoppiata con un isolatore di Faraday, tra l'uscita dell'oscillatore e l'ingresso dello Stretcher. Tramite questo componente è possibile avere dal PHAROS un'uscita ottica diretta dell'oscillatore (durata impulsi ~250 fs, frequenza ~76 MHz, potenza media  $\leq 500$  mW) simultanea a quella amplificata ad elevata energia. L'uscita dell'oscillatore può essere successivamente utilizzata per differenti applicazioni, tra le più comuni citiamo:
  - 1) Pompaggio di un secondo amplificatore rigenerativo (da acquistare successivamente)
  - 2) Trigger ottico per la sincronizzazione di dispositivi esterni (Timing-Distribution)
  - 3) Micro-machining a bassa energia e Micro-fabbricazioni (multi-photon polymerization)

A inizio 2019 la sorgente PHAROS è stata oggetto di un'importante revisione tecnica, evolvendo dal precedente e storico design "PH1" all'attuale e ormai già consolidato "PH2-730". L'alimentatore (power-supply) che prima era posizionato all'interno del rack del chiller è adesso integrato all'interno della testa laser (laser-head) ed inoltre è stato rivisto l'intero cammino ottico introducendo fondamentali aggiornamenti tecnici, sia sui singoli moduli che sulla gestione dello smaltimento termico dell'intero sistema. Questo aggiornamento ha comportato una lieve modifica delle dimensioni esterne della testa laser, che passa da < 750 (L) x 400 (W) x 400 (H) mm<sup>3</sup> agli attuali effettivi 780 (L) x 419 (W) x 229.5 (H) mm<sup>3</sup>, come da disegno che segue:



Dimensioni esterne lievemente modificate ma ingombro volumetrico sensibilmente ridotto.

Il nuovo design “PH2-730”, a fronte di una lieve modifica delle dimensioni esterne, offre una stabilità operativa nettamente superiore (stabilità in potenza <0.5% rms su 100 ore, stabilità in energia pulse-to-pulse <0.5% rms su 24 ore) e una vita media dei componenti interni stimata in oltre 20% più lunga. Inoltre, essendo adesso l'alimentatore integrato all'interno della testa laser, non c'è più la necessità di fornire un ingombrante rack che racchiude sia chiller che alimentatore: viene fornito esclusivamente il chiller che ha dimensioni effettive minori di 620 x 490 x 270 mm<sup>3</sup>, ingombro complessivo che tiene già conto dei filtri dell'acqua.

Il chiller in oggetto è di tipo acqua-aria: il raffreddamento della testa laser avviene tramite circuito idraulico tra la testa laser stessa e il chiller (nessuna ventola è installata all'interno della testa laser quindi totale assenza di rumore); il chiller è invece raffreddato completamente ad aria tramite l'utilizzo di apposite ventole (livello di rumore medio tipicamente <75 dB a 1 m di distanza). L'installazione della sorgente può essere eseguita in qualsiasi laboratorio perché non è richiesta la presenza di un circuito idraulico secondario.

L'assorbimento elettrico medio della nuova testa laser “PH2-730” è misurato in circa 600 W mentre quello del chiller in circa 1000 W; il sistema completo, alimentato a 220 V AC 50-60 Hz, ha dunque un consumo massimo < 2 KW.

Ad oggi, solo su specifica richiesta, è ancora possibile fornire la sorgente PHAROS nel vecchio design “PH1” ma, non essendoci alcun vantaggio tecnico, se ne sconsiglia fortemente la scelta.

Di seguito vengono riassunte tutte le specifiche tecniche fondamentali della sorgente PHAROS modello PH2-SP-2mJ, riferite sempre all'emissione fondamentale a 1030 nm:

Lunghezza d'onda fondamentale:	1030 nm ±10 nm
Durata impulso:	≤ 190 fs (FWHM, Gaussian fit)
Tuning durata impulso:	da ≤ 190 fs a ~10 ps
Frequenza di ripetizione impulsi:	da single-shot a 200 KHz Pulse-Picker integrato e “Pulse-on-Demand”
Energia massima per singolo impulso:	≥ 2 mJ a 1-3 KHz ≥ 0.5 mJ a 10 KHz ≥ 0.05 mJ a 100 KHz ≥ 0.03 mJ a 200 KHz

Potenza massima:	6 W, da 3 KHz a 200 KHz
Qualità spaziale del fascio:	TEM <sub>00</sub> – $M^2 < 1.3$
Forma temporale dell'impulso:	≤ 2x limite di diffrazione
Stato della polarizzazione:	lineare (orizzontale)
Rapporto di contrasto:	> 1000:1
Stabilità in energia (Pulse-to-Pulse):	< 0.5% rms su 24 ore (±1°C, ±10% umidità)
Stabilità in potenza:	< 0.5% rms su 100 ore (±1°C, ±10% umidità)
Stabilità di puntamento:	< 20 μrad/°C (funzione della temperatura, non del tempo)
Amplified Spontaneous Emission (ASE):	No specifica ufficiale; <b>valore tipico ≥ 10<sup>8</sup>:1</b>
Rapporto di contrasto dell'impulso:	< 1:1000 (pre-pulse) < 1:200 (post-pulse)
Uscite Trigger analogico:	TTL, 1 uscita regolabile
Jitter:	≤ 1 ns (valore tipico ~0.5 ns)
Ritardo programmabile:	fino a 100 ns
Dimensione testa laser:	780 mm (L) x 419 mm (W) x 229.5 mm (H) design "PH2-730", alimentatore integrato
Dimensione chiller (acqua-aria):	612 mm (L) x 483 mm (W) x 267 mm (H)
Uscita ottica dell'oscillatore:	si, ~76 MHz, durata impulsi ~250 fs, P ≤ 0.5 W simultanea ad uscita amplificata

In rosso tutte le specifiche tecniche che sono migliorative rispetto ai valori minimi richiesti sul capitolato tecnico o addizionali. Costituiscono ulteriori caratteristiche migliorative addizionali la doppia modalità operativa del sistema, illustrata nel successivo paragrafo "CONFIGURAZIONE FINALE", e l'estensione di garanzia sull'intero sistema a 24 (ventiquattro) mesi.



PHAROS-PH2 femtosecond laser



PHAROS-PH2 femtosecond laser (back view)

## HIRO

HIRO è un modulo esterno per la generazione di armoniche. Il modello oggetto di questa offerta tecnica è il TP-HG-HIRO-SH-FH; quest'ultimo, pompato dalla fondamentale a 1030 nm della sorgente PHAROS, è capace di generare un fascio di secondo armonica (SHG) a ~515 nm (luce verde) oppure un fascio di quarta armonica (FHG) a ~258 nm (radiazione UV).



L'efficienza di conversione è garantita  $\geq 50\%$  per la SHG a 515 nm e  $\geq 10\%$  per la FHG a 258 nm, a qualsiasi frequenza operativa fino a 200 KHz.

La massima energia di pompa è di 1 mJ a 1030 nm  $\pm 10$  nm. Pompando il modulo HIRO alla massima energia consentita si avrà in uscita:

- 1)  $\geq 0.5$  mJ a 515 nm  
oppure
- 2)  $\geq 0.1$  mJ a 258 nm

La qualità spaziale del fascio della SHG è la stessa della sorgente di pompa: TEM00 -  $M^2 < 1.3$ ; la stabilità in energia, intesa sempre "Pulse-to-Pulse", è specificata solo per la SHG ed è pari a  $< 1\%$  rms su 1 minuto. I valori di divergenza del fascio, sia SHG che FHG, non sono oggetto di specifica ufficiale.

## TIPA

TIPA è un autocorrelatore di tipo “single-shot”, strumento largamente utilizzato per l'allineamento di sistemi laser a impulsi ultra-corti amplificati con tecnica CPA (Chirped Pulse Amplification).



Il suo design unico consente il monitoraggio e la misura della durata temporale dell'impulso e dell'inclinazione frontale dell'impulso su entrambi i piani, verticale e orizzontale.

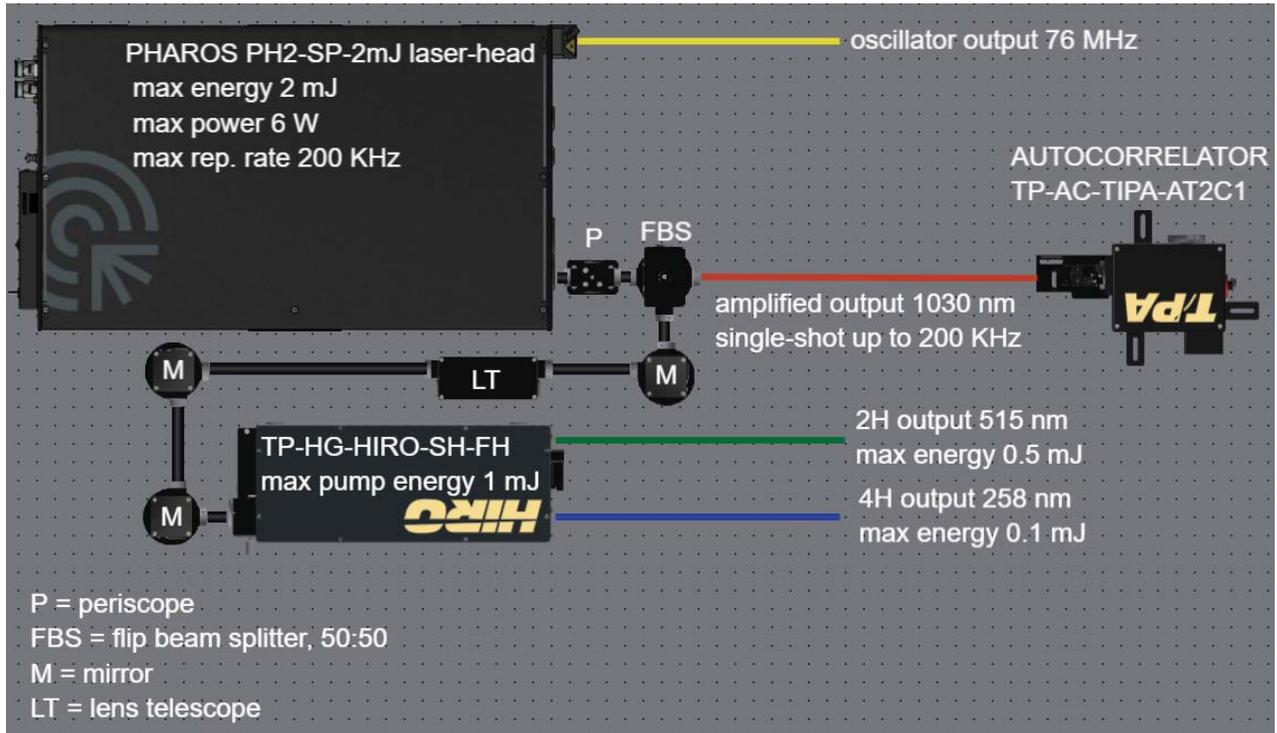
Il funzionamento dell'autocorrelatore TIPA si basa sulla generazione di seconda armonica (SHG) non collineare, in cui la distribuzione spaziale del fascio contiene informazioni sulla forma temporale dell'impulso fondamentale.

Questa tecnica di misura combina la modalità “low-background” con la possibilità di misurare la durata temporale del singolo impulso.

Il modello oggetto di questa offerta tecnica è il TP-AC-TIPA-AT2C1; quest'ultimo permette di misurare la durata temporale di impulsi di lunghezza d'onda nell'intervallo spettrale 900-1100 nm: utilizzando TP-AC-TIPA-AT2C1 si può dunque misurare l'effettiva durata temporale degli impulsi laser del fascio fondamentale del PHAROS a 1030 nm.

## CONFIGURAZIONE FINALE

Di seguito è riportato il layout della configurazione finale che l'operatore Optoprim Srl offre.



All'uscita della sorgente PHAROS viene posizionato un Flip-Beam-Splitter (FBS) con rapporto di split 50:50; quest'ultimo è montato su un supporto di tipo "flip-mount" in modo tale che possa essere inserito o rimosso dal cammino ottico molto facilmente e velocemente.

Quando il FBS è disattivato si avrà, come output dell'intero sistema, il fascio amplificato del PHAROS, massimo 2 mJ a 1-3 KHz, in simultanea con l'uscita ottica dell'oscillatore a ~76 MHz. Quando invece il FBS è attivo lungo il cammino ottico allora si avranno tre uscite simultanee: oscillatore a ~76 MHz, PHAROS a 1030 nm al 50% dell'energia massima impostata, fascio di 2H a 515 nm (50% dell'energia di pompa) oppure fascio di 4H a 258 nm (10% dell'energia di pompa). Il telescopio ottico (LT) posizionato tra il PHAROS e il modulo HIRO ha la sola funzione di ridurre il diametro del fascio laser per renderlo compatibile con l'ingresso del generatore di armoniche.

Come esempio pratico per illustrare le due modalità operative dell'intero sistema si ipotizzi di impostare la sorgente PHAROS per generare impulsi da 2 mJ alla frequenza di 3 KHz (6 W di potenza media); in funzione del posizionamento del FBS si avrà:

**FBS: ON → TRE Uscite Simultanee:**

- oscillatore 1030 nm a ~76 MHz
- PHAROS 1030 nm, 1 mJ, 3 KHz, 3 W
- HIRO-2H 515 nm, 0.5 mJ, 3 KHz, 1.5 W  
(o HIRO-4H 258 nm, 0.1 mJ, 3 KHz, 0.3 W)

**FBS: OFF → DUE Uscite Simultanee:**

- oscillatore 1030 nm a ~76 MHz
- PHAROS 1030 nm, 2 mJ, 3 KHz, 6 W

In fase d'ordine è possibile richiedere un FBS con rapporto di split diverso da 50:50; quest'ultimo è comunque la soluzione ottimale, raccomandata per sfruttare il modulo HIRO al massimo delle sue potenzialità nel rispetto delle soglie di danneggiamento.

## CONDIZIONI AMBIENTALI DI LAVORO

Per garantire la massima stabilità operativa e il rispetto di tutte le specifiche tecniche si raccomanda di seguire le seguenti indicazioni:

- 1) Installare il sistema sopra un tavolo ottico che abbia buone capacità di smorzamento delle vibrazioni meccaniche.
- 2) Installare il sistema in un ambiente con valori di temperatura e umidità controllati. La temperatura ambiente deve essere all'interno dell'intervallo 19-25°C con umidità relativa del 20-70%; all'interno di questi valori le fluttuazioni massime dovrebbero essere di massimo  $\pm 1^\circ\text{C}$  per la temperatura e  $\pm 10\%$  per l'umidità.
- 3) Non installare il sistema vicino a condizionatori, termosifoni o sistemi di ventilazione.
- 4) Evitare di posizionare il chiller sotto il tavolo ottico su cui è installato il sistema.
- 5) Installare il sistema in un ambiente il più possibile pulito e privo di polvere; camera bianca non strettamente necessaria.



## INSTALLAZIONE E TRAINING

Installazione del sistema completo, collaudo e training approfondito sull'utilizzo e manutenzione ordinaria (durata minima 2 giorni lavorativi) si intendono parte integrante di questa offerta tecnica.

Il tutto sarà eseguito da un tecnico specializzato della Light Conversion entro e non oltre 30 (trenta) giorni solari dalla consegna del sistema, salvo impedimenti di forza maggiore.

## GARANZIA

La garanzia ufficiale standard sull'intero sistema è di 12 (dodici) mesi a partire dalla data di installazione e positivo esito del collaudo.

L'operatore economico Optoprim Srl offre, incluso nel prezzo complessivo del sistema, l'estensione della garanzia per successivi 12 (dodici) mesi.

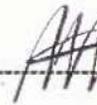
**La garanzia effettiva è dunque di 24 (ventiquattro) mesi a partire dalla data di installazione e positivo esito del collaudo.**

Si intendono esclusi dalla garanzia ufficiale tutti i componenti che sono classificati come materiale consumabile, come ad esempio ottiche e cristalli per radiazione UV.

Durante il corso di validità della garanzia sarà sempre possibile richiedere a Optoprim Srl una quotazione per l'estensione di quest'ultima fino a un massimo cumulativo complessivo di 60 (sessanta) mesi.

MONZA, 04/12/2020

IL PROCURATORE



**OPTOPRIM SRL**  
Via C. Rota 37 - 20900 Monza (MB)  
Tel 039 834977 - Fax 039 7845269  
P. IVA e C.F. 12908470151

Dichiarano di essere informati di quanto segue:

Informativa ai sensi dell'art. 13 del Regolamento (UE) 679/2016 recante norme sul trattamento dei dati personali.

I dati raccolti con il presente modulo sono trattati ai fini del procedimento per il quale vengono rilasciati e verranno utilizzati esclusivamente per tale scopo e comunque nell'ambito delle attività istituzionali dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. Titolare del trattamento è l'Università, nelle persone del Rettore e del Direttore Generale, in relazione alle specifiche competenze. Esclusivamente per problematiche inerenti ad un trattamento non conforme ai propri dati personali, è possibile contattare il Titolare inviando una email al seguente indirizzo: [ateneo@pec.unina.it](mailto:ateneo@pec.unina.it); oppure al Responsabile della Protezione dei Dati: [rpd@unina.it](mailto:rpd@unina.it); PEC: [rpd@pec.unina.it](mailto:rpd@pec.unina.it). Per qualsiasi altra istanza relativa al procedimento in questione è possibile inviare una pec a [garecontratti-s@pec.unina.it](mailto:garecontratti-s@pec.unina.it). Agli interessati competono i diritti di cui agli artt. 15-22 del Regolamento UE. Le informazioni complete, relative al trattamento dei dati personali raccolti, sono riportate sul sito dell'Ateneo: <http://www.unina.it/ateneo/statuto-e-normativa/privacy>.