



Finanziato dall'Unione  
europea  
NextGenerationEU



Università  
degli Studi  
di Ferrara

## Borsa di Studio finanziata da fondi PNRR ex DM 352 del 09.04.2022 e da D.V.P. VACUUM TECHNOLOGY S.P.A.

**Missione 4, componente 2, linea di investimento 3.3**

*Assegnazione di nuovi dottorati triennali in programmi dedicati ai dottorati innovativi che rispondano ai bisogni di innovazione delle imprese*

### Tematica di ricerca

Sviluppo e applicazione di metodologie di analisi numerica e prototipazione virtuale a macchine industriali "a secco"

**INGLESE**

Development and application of numerical analysis methods and virtual prototyping to dry vacuum industrial machines

### Dottorato di Ricerca

Scienze dell'ingegneria  
Ciclo di dottorato: XXXVIII

### Tipologia di Impresa e mesi frequenza obbligatoria

D.V.P. Vacuum Technology S.p.a. è un'azienda che vanta cinquant'anni di esperienza nel settore delle tecnologie del vuoto, e compete a livello mondiale nella produzione di Pompe per Vuoto e Compressori per applicazioni in svariati ambiti industriali. L'azienda D.V.P. ha sede in provincia di Bologna ma si espande nel mondo attraverso filiali commerciali negli Stati Uniti d'America e Brasile. Attualmente, l'azienda può contare su circa 80 dipendenti, con un fatturato annuo di circa 16 milioni di Euro.

I prodotti sviluppati dall'azienda vengono progettati e realizzati grazie alla ricerca svolta da D.V.P. LAB, il laboratorio innovativo e tecnologico all'interno di D.V.P. (formato da 3 risorse per la parte di analisi, studio e formazione), con il supporto del reparto tecnico e l'area esperimenti di D.V.P. (in cui operano 5 persone per la parte di progettazione, prototipazione e test). L'attività di ricerca dell'azienda riguarda lo studio di nuove geometrie, materiali innovativi, simulazioni numeriche, sensoristica, elettronica e nuovi accessori, ed ha portato negli anni alla pubblicazione di oltre 30 brevetti ed alla partecipazione a numerose fiere e conferenze internazionali di settore.

Mesi frequenza obbligatoria in impresa: 18

### Mesi frequenza obbligatoria all'estero

6 mesi

### Obiettivi generali della ricerca

Questo progetto di ricerca ha come obiettivo lo sviluppo di metodologie proprie dell'Industria Digitale applicate allo studio ed analisi delle pompe volumetriche per vuoto "a secco", in un'ottica di ottimizzazione progettuale ed efficientamento energetico. In particolare, il progetto intende sviluppare ed approfondire l'utilizzo della modellazione numerica (prototipazione virtuale o "Digital Twin") per l'analisi e progettazione delle pompe a "secco" che, tradizionalmente, sono scarsamente studiate in ambito scientifico a causa della notevole complessità della corretta simulazione dei cambiamenti di fase in condizione di alto vuoto.

Al fine di sviluppare le metodologie sopra menzionate, il progetto si concentrerà sullo studio di tematiche di simulazione numerica (termofluidodinamica, strutturale e vibro-acustica), High Performance Computing (HPC) e metodologie di progettazione meccanica e prototipazione virtuale, tutte coerenti con l'ambito tematico dell'industria e trasformazione digitale.

L'utilizzo della modellazione e analisi numerica per lo studio delle pompe per vuoto "a secco" permetterebbe un maggiore sviluppo tecnologico, consentendo di ottimizzarne consumi e prestazioni senza l'ausilio di prototipi fisici in fase di progettazione, ma



Finanziato dall'Unione  
europea  
NextGenerationEU



Università  
degli Studi  
di Ferrara

giovandosi di simulazioni numeriche multi-modello al variare del regime di vuoto atteso. Allo stesso tempo, gli strumenti di prototipazione e simulazione virtuale possono rivelarsi un supporto utile alla verifica strutturale e vibro-acustica in fase di progettazione dei sistemi soggetti a condizioni di vuoto così estreme. Lo scopo ultimo del progetto è quindi di sviluppare e validare modelli numerici multi-fisici in grado di replicare il funzionamento di pompe volumetriche per vuoto "a secco" innovative e definire una metodologia di progettazione che possa studiarne i comportamenti in varie condizioni di funzionamento, consentendo di intervenire con ottimizzazioni dal punto di vista energetico e prestazionale.

#### English version:

The project goal is to develop suitable methodologies, proper of Digital Industry, for the study and analysis of volumetric pumps for dry vacuum, with the aim of improving design and energy efficiency. More precisely, the project aims at developing the use of numerical modelling (virtual prototyping or "Digital Twin") for the analysis and design of dry vacuum pumps which, traditionally, are scarcely studied in the scientific literature due to the high complexity of modelling the phase change in high vacuum conditions.

With the purpose of developing the above-mentioned methodologies, the project will focus on the study of numerical simulation (thermo-fluid dynamics, structural, vibro-acoustic), High Performance Computing (HPC) and methodologies of machine design and virtual prototyping, which are all consistent with the theme of digital transformation and industry.

The use of numerical analysis and modeling for this type of machines would allow for a better technological development, other than permitting an optimization of consumption and performance without the need of testing physical prototypes at design stage, but taking advantage of multi-physic numerical simulations developed for different levels of vacuum. At the same time, numerical simulation and virtual prototyping can be very beneficial when performing a structural and vibro-acoustic analysis at the design stage of components undergoing such a high vacuum condition.

The final goal of the project is thus to develop and validate multi-physic numerical models able to replicate the functioning of innovative dry vacuum pumps, and to define a methodology for design that allows the behavior of such components to be studied in various operative conditions, thus permitting an optimization in terms of energy consumption and overall performance.

**Impatto in relazione a uno o più dei seguenti fattori: (i) miglioramento della sostenibilità ambientale; (ii) accelerazione di processi di trasformazione digitale; (iii) promozione dell'inclusione sociale**

Il progetto di ricerca, e la correlata attività formativa per il dottorando coinvolto, rappresentano un esempio non solo di **accelerazione dei processi di trasformazione digitale** in ambito industriale, ma anche di ricerca applicata coerente con il tema dell'**innovazione e trasferimento tecnologico** verso il mondo produttivo previsto dalla Missione "M4C2" del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), intesa a "rafforzare le condizioni per lo sviluppo di una economia ad alta intensità di conoscenza, di competitività e di resilienza". Infatti, lo sviluppo e l'utilizzo della modellazione numerica e della prototipazione virtuale ("Digital Twin") nell'ambito della progettazione di componenti industriali contribuisce a migliorare il know-how aziendale sull'uso di strumenti avanzati di analisi a supporto di test su prototipi fisici, e quindi la competitività dell'azienda nel mercato globale. Nel contempo, l'attività di ricerca svolta in sinergia tra Università e azienda appare altresì come un'opportunità per la creazione e la valorizzazione di una partnership strategica tra mondo accademico e produttivo del territorio, tema anch'esso auspicato dal PNRR. Va infine riconosciuto come, grazie alle skills acquisite dal dottore di ricerca al raggiungimento degli obiettivi e milestones attesi, il progetto consentirà di incrementare le competenze e l'alta formazione post-laurea come previsto nella Missione 4 del PNRR.

Tra le ricadute che il progetto avrà in termini di **miglioramento della sostenibilità ambientale**, va certamente citata la riduzione dell'impatto ambientale delle produzioni industriali ottenuta grazie all'uso delle pompe per vuoto "a secco" – oggetto della ricerca – in quanto non utilizzano oli o altri contaminanti presenti invece nelle pompe "lubrificate" tradizionali. A questo aspetto si aggiunge certamente la possibilità di un miglior utilizzo dei materiali e della componentistica, nonché l'efficientamento energetico e riduzione dei consumi, ottenuti come risultato delle migliori frutte dell'attività di ricerca.

#### English version:

The research project, and its related didactic activity for the PhD student involved, represent not only an example of acceleration of digital transformation process in industry, but also an example of applied research coherent with the them of innovation and technology transfer towards the productive world as expected by Mission "M4C2" of Italy's Recovery and Resilience Plan (PNRR), which aims in fact at "strengthening the conditions for the development of an economy with high degree of knowledge, competitiveness and resilience". Indeed, the development and use of numerical modelling and virtual prototyping ("Digital Twin") in the design stage of industrial components contributes to improving the company know-how in the use of advanced analysis tools in support of experimental tests on physical prototypes, and therefore enhancing the competitiveness of the company in the global



Finanziato dall'Unione  
europea  
NextGenerationEU



Università  
degli Studi  
di Ferrara

market. Meanwhile, the research activity developed synergically between the University and the company is also an opportunity for creating and valorizing a strategic partnership between academia and local companies, a theme also foreseen by PNRR.

It has finally to be recognized that, thanks to the skills acquired by the PhD student at the achievement of the expected project's goals and milestones, the project will allow the competences and post-degree advanced training to be increased, as expected by Mission 4 of PNRR.

Among the positive repercussions that the project will have in terms of improvement of environmental sustainability, it has certainly to be mentioned the reduction of environmental impact of industrial productions obtained thanks to the use of dry vacuum pumps – studied in this research – since they make no use of oils or other contaminants, present instead in traditional lubricated pumps. A further aspect is the possibility of a better usage of materials and components, other than an improved energy efficiency and consumption reduction, which can be obtained as a result of the advances achieved by this research project.