



Un esempio virtuoso

Team operativo di SmartFluidPower al lavoro

DAI TIROCINI AZIENDALI, AL LAVORO FIANCO A FIANCO PER LO SVILUPPO DI NUOVE VALVOLE SMART PER IL FLUID POWER CON UN INNOVATIVO CENTRO DI RICERCA. A MODENA, LA COLLABORAZIONE TRA UNIMORE E VIS HYDRAULICS GUARDA ALL'OLEODINAMICA DEL FUTURO

Sanzia Milesi

Creare una rete virtuosa di collaborazioni tra pubblico e privato, tra Università e azienda, per progredire nelle ricerche in ambito oleodinamico, ciascuno secondo le proprie competenze, ciascuno secondo le proprie necessità. È così che, ormai da anni, si interfacciano

prestigiose realtà del settore, come il Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari di Modena dell'Università di Modena e Reggio Emilia, grazie al professor Massimo Borghi; il Laboratorio di Idraulica del Veicolo di UniMORE, coordinato dalla professoressa Barbara Zardin, e SmartFluidPower Srl,

una realtà nata nel 2018 come spin-off dell'Università di Modena e Reggio Emilia, di cui presidente è Giovanni Cillo. Ed è proprio lui qui a spiegarci in dettaglio obiettivi ed esiti del recente progetto portato avanti con l'azienda modenese Vis Hydraulics di Adamo Venturelli.

L'idea iniziale

Come nascono i contatti con l'azienda e con quali sviluppi?

«La collaborazione tra l'Università di Modena e Reggio Emilia e Vis Hydraulics ha origine nel 2015, grazie alla possibilità offerta dall'azienda agli studenti laureandi in Ingegneria Meccanica (o del Veicolo) di svolgere un tirocinio mirato all'approfondimento di tematiche di ricerca nel settore oleodinamico. Nel 2019, un bando regionale dell'Emilia-Romagna volto a

favorire l'insediamento e lo sviluppo delle imprese ha rappresentato un'ulteriore opportunità per Vis Hydraulics, che ha investito in due direzioni: la realizzazione di un Centro di Ricerca per sistemi oleodinamici sensorizzati, con l'intento di creare un polo di riferimento per progetti innovativi, e un Progetto di Ricerca per lo sviluppo di valvole "smart" per i sistemi Fluid Power. In particolare, quest'ultimo filone di investimenti richiedeva competenze specifiche, facilitando così la collaborazione tra Vis Hydraulics, il Laboratorio di Idrraulica del Veicolo di UniMORE e il Dipartimento di Ingegneria Enzo Ferrari e la PMI innovativa SmartFluidPower».

Quali sono stati gli obiettivi pratici della ricerca e come è stata portata avanti?

«L'obiettivo principale del Progetto di Ricerca è stato ottimizzare le prestazioni delle famiglie di valvole oleodinamiche che regolano la portata e la pressione e direzionano il flusso negli impianti: componenti chiave per la maggior parte dei sistemi Fluid Power, sia fissi che mobili. Il progetto ha previsto l'ideazione, la progettazione e la sperimentazione di valvole oleodinamiche dotate di sensori interni, capaci di rilevare in *real time* le caratteristiche di funzionamento, correggere e compensare il comportamento secondo logiche di controllo definite, e utilizzare i segnali per la diagnostica predittiva. Vis Hydraulics ha operato su tre diversi fronti: la progettazione di un sistema avanzato di sensori per il controllo in tempo reale; lo studio di materiali, rivestimenti e trattamenti superficiali ad alte prestazioni; l'adozione della prototipazione virtuale per verificare la funzionalità e ottimizzare i parametri geometrici. Quest'ultimo fronte, relativo alla progettazione meccanico-idraulica



Giovanni Cillo
CEO di SmartFluidPower



Adamo Venturelli
Founder, Owner e CEO di Vis Hydraulics

lica supportata da simulazioni virtuali, ha avviato una stretta collaborazione tra tutti gli attori coinvolti. Nella prima fase, sono state realizzate attività parallele di modellazione e simulazione delle valvole e corsi di formazione per il personale tecnico di Vis Hydraulics sugli strumenti software utilizzati. La seconda fase è stata incentrata sulla creazione di modelli virtuali accurati di alcuni banchi prova di Vis Hydraulics, insieme a un'interfaccia intuitiva per la simulazione. L'obiettivo era ricreare virtualmente il layout completo di un banco sperimentale, includendo componenti fisici come pompe e tubazioni, le configurazioni standard delle prove valvole e i sensori per l'acquisizione dei risultati».

Come vi siete coordinati sul progetto e con quali spazi e strumenti?

Il punto di vista aziendale: la parola a Vis Hydraulics

Ingegnere classe 1973, laureatosi in Ingegneria Meccanica proprio all'Università di Modena, Adamo Venturelli è titolare dell'azienda Vis Hydraulics, che ha fondato nel 2009 a Pavullo nel Frignano, in provincia di Modena, dopo un'esperienza decennale maturata all'interno dell'azienda di famiglia, Tarp, poi venduta a una multinazionale tedesca. Oggi Vis Hydraulics è una realtà famosa in tutto il mondo grazie alle sue valvole a cartuccia per l'oleodinamica (e non solo) che conta quattro sedi produttive per oltre 350 dipendenti e un fatturato di 50 milioni per l'80% realizzato oltreoconfine. Un'attività, con un moderno reparto prototipi e un laboratorio collaudi all'avanguardia, le cui recenti strategie di investimento parlano anche della creazione di un Innovation Center fatto germogliare in collaborazione con le Università. Come qui ci spiega l'ingegnere Adamo Venturelli, CEO di Vis Hydraulics, a proposito del recente progetto portato avanti insieme a Smart Fluid Power Srl e all'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia. «Vis Hydraulics nasce nel 2009 con l'ambizione di diventare un player mondiale nel campo delle valvole a cartuccia per il settore della oleodinamica. Ricerca e innovazione sono da sempre stati i capisaldi sui quali abbiamo costruito e sviluppato la nostra realtà, con l'intento di offrire al mercato un valore aggiunto fatto di soluzioni ottimizzate e personalizzate che ciascun cliente potesse concretamente capitalizzare nelle proprie applicazioni. La collaborazione con UniMORE parte alcuni anni fa quando abbiamo partecipato a un bando della Regione Emilia-Romagna su ricerca ed innovazione: è stato amore a prima vista! Abbiamo portato "in dote" una serie di requisiti sfidanti dal mercato che serviamo, soluzioni di una complessità che in autonomia non avremmo probabilmente avuto gli strumenti per sviluppare. In UniMORE abbiamo trovato un partner fenomenale, fatto di persone straordinarie con competenze veramente all'avanguardia. Da allora il percorso è proseguito e ad oggi ci dà piena e completa soddisfazione.»

NOME BANCO SPERIMENTALE #1_100 L/MIN - CONFIGURAZIONE A

Circuito banco

DESCRIZIONE curve caratteristiche senza deviatore

Foto configurazione

Schema configurazione

Conessioni

Nome	Unità	Valore
...

Modello configurazione

Immagine valvola in prova

Modello valvola in prova

LEGENDA

- testo in NERO -> elemento
- testo in BIANCO -> porta
- testo in AZZURRO -> valore da impostare/selezionare
- sensori
- valvole regolabili
- elementi banco
- elementi configurazione
- elementi valvola in prova

GRAFICI

PORTATA IN INGRESSO

CURVA CARATTERISTICA

CORSA OTTURATORE

PARAMETRI valvola in prova

Nome	Descrizione	Unità	Valore default	Valore modificabile
Indice_Fluido	Indice del fluido	Integer	1	
p_taratura	taratura valvola	bar	30	
Spring	codice molla	codice_molla	Spring_1	

PARAMETRI banco e configurazione

Nome	Descrizione	Unità	Valore default	Valore modificabile
FLUIDO_indice	Indice del fluido	Integer	Indice_Fluido	
BANCO_PUMP_switch	scelta pompa ingresso	switch_pompa	P2	
BANCO_P2_incolp_choice	scelta ingresso pompa P2 (portata o pressione)	scelta_incolp	q_incolp	
BANCO_P2a_TABU	portata pompa P2 (max 100 l/min)	scelta_tabella	tabella_A	
BANCO_P2a_TABU	pressione pompa P2	scelta_tabella	tabella_A	
BANCO_P1_TABU	portata pompa P1 (max 11 l/min)	scelta_tabella	tabella_A	
BANCO_V17	attivazione mandata secondaria V17	Boolean	true	
BANCO_V15	attivazione volantino V15	Boolean	false	
BANCO_V12	attivazione V12_istintivo	Boolean	false	
BANCO_V44	taratura V44	bar	420	
BANCO_V18	taratura V18	bar	420	
BANCO_V16_TABU	taratura valvola V16	bar	tabella_A	
BANCO_V16_TABU	taratura valvola V16	bar	tabella_A	
BANCO_V13_TABU	pressione tarbattolo	bar	1	
CONFIG_C1_00	della_p_aggiuntivo a valle valvola a 100 l/min	bar	0.1	
CONFIG_C1_00	della_p_aggiuntivo a valle valvola a 100 l/min	bar	0.1	
CONFIG_C1_00	della_p_aggiuntivo a valle valvola a 11 l/min	bar	0.1	

VARIABILI

Nome	Descrizione	Unità	Grafici
BANCO_A6	sensores pressione A6	bar	
BANCO_BF3	sensores portata BF3	l/min	
BANCO_A8	sensores pressione A8	bar	
BANCO_BF4	sensores portata BF4	l/min	
BANCO_A25	sensores pressione A25	bar	
BANCO_A16	sensores pressione A16	bar	
BANCO_BF7	sensores portata BF7	l/min	
BANCO_P2_incolp	portata imposta pompa P2	l/min	
BANCO_P2a_incolp	portata imposta pompa P2a	l/min	
BANCO_V16_incolp	taratura imposta valvola V16	bar	
BANCO_V16_incolp	taratura imposta valvola V16	bar	
CONFIG_C1	pressione in C1	bar	
CONFIG_C2	pressione in C2	bar	
CONFIG_C1_0001	della_p_C1-C2	bar	
CONFIG_C1_0001	della_p_C1-C2	bar	
CONFIG_C1_0001	della_p_C1-C2	bar	
Port1_p	pressione porta 1	bar	
Port2_p	pressione porta 2	bar	
Port3_p	pressione porta 3	bar	
Port4_p	pressione porta 4	bar	
Port5_p	pressione porta 5	bar	

PARAMETRI simulazione

Nome	Unità	Valore
Tempo (step) (s)	s	10
Tempo (time) (s)	s	10
Intervallio (s)	s	0.010
Tolleranza		1.00E-06

Imposta simulazione

Apri modello in OpenModelica

Simula

Carica risultati

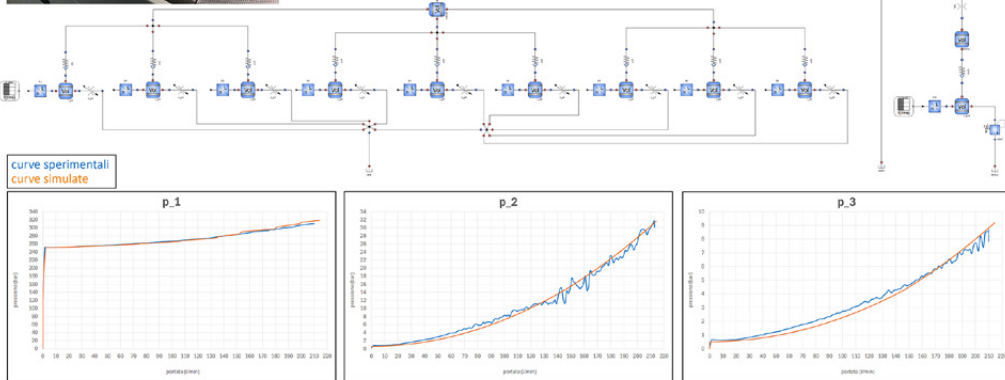
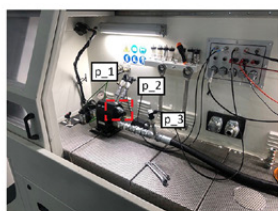
Salva risultati

Aggiungi a DATABASE

Pulisci interfaccia e risultati

Ripristina tabelle di default

Interfaccia per la simulazione di una valvola montata su un banco prova virtuale



Calibrazione di un modello di banco prova semplificato con il confronto tra risultati sperimentali e simulati

«Le attività interne legate al bando sono state guidate da Vis Hydraulics, con il coinvolgimento di diversi Centri di ricerca e aziende esterne. Per quanto riguarda il progetto di modellazione dei banchi prova, il reparto Ricerca e Sviluppo di Vis Hydraulics ha coordinato i test sperimentali e la va-

lidazione dei risultati finali. Nel reparto prove sono stati realizzati test ad hoc, utilizzando configurazioni standard su banchi prova e alcune tipologie di valvole campione, fornendo così dati specifici per i modelli virtuali. SmartFluidPower si è occupata della strumentazione software, della

creazione dei modelli e dell'interfaccia utente. Ha utilizzato la propria libreria dinamica per la modellazione di componenti e sistemi Fluid Power nel software open-source OpenModelica, che funge da editor grafico e solutore delle equazioni dei modelli. Questi strumenti sono stati utilizzati anche per la formazione dell'ufficio tecnico, rendendo i modelli accessibili ai progettisti. Per la creazione delle interfacce di simulazione rapide, è stata scelta la piattaforma Excel, familiare agli utenti e adatta all'analisi dei risultati. Dalla parte universitaria, il Laboratorio di Idraulica del Veicolo di UniMORE ha messo a disposizione due giovani ingegneri esperti di modellazione e simulazione, che hanno usato i dati sperimentali di Vis Hydraulics per calibrare i modelli virtuali dei banchi anche servendosi di simulazioni fluidodinamiche CFD (Computational Fluid Dynamics), ove la complessità degli elementi non permetteva un approccio diretto».

Quali gli investimenti e quali i fondi?

«Il progetto rientrava nel bando regionale che faceva riferimento alla Legge 14/2014 che prevedeva contributi fino al 50% per investimenti in 'Ricerca Industriale' e fino al 25% per progetti di 'Sviluppo sperimentale', per un massimo di 1,5 milioni di euro.

Questa iniziativa si inserisce nella Strategia di Specializzazione Intelligente (S3) dell'Emilia-Romagna, con l'obiettivo di trasformare il sistema produttivo verso segmenti a maggiore valore aggiunto e con più elevate prospettive di crescita competitiva. Il progetto di Vis Hydraulics trova applicazione nella meccanica agricola, nelle applicazioni mobili, nella meccanica industriale e nell'impianistica, con un focus sulla sostenibilità energetica. In particolare si inserisce tra le sfide della S3 con l'integrazione di tecnologie avanzate, come la microelettronica e la sensoristica, e la sicurezza, grazie all'adozione delle nuove normative in materia di sicurezza funzionale. Vis Hydraulics ha sfruttato questo bando per realizzare un Centro di Ricerca con un ruolo strategico nella Rete dell'Alta Tecnologia regionale e per sviluppare valvole innovative da posizionare in un mercato in continua evoluzione».

Gli step successivi e i risultati

Quali sono gli step del progetto?

«Dopo un'analisi tecnica del banco prova, il team SmartFluidPower ha pianificato una serie di test sperimentali da richiedere al reparto prove di Vis Hydraulics. I dati acquisiti dai sensori del banco sono serviti a identificare il comportamento specifico di componenti chiave, come le oscillazioni di portata delle pompe e le perdite di carico del circuito. SmartFluidPower ha quindi realizzato un modello semplificato del banco prova, parametrizzato con le distinte base dei componenti, mentre i ricercato-



(sopra)
Responsabile del
reparto di test
al lavoro su un
banco prova di Vis
Hydraulics

Giovani ricercatori
nel Laboratorio
di Idraulica del
Veicolo di Unimore
(a sinistra)

ri del Laboratorio di Idraulica del Veicolo di UniMore hanno svolto una prima calibrazione dei parametri, confrontando i risultati sperimentali con quelli simulati. I risultati sono stati inviati al team di Vis Hydraulics per una prima validazione di accuratezza del modello. Successivamente, SmartFluidPower ha completato il modello virtuale del banco prova, includendo funzionalità, uscite per i sensori e componenti dettagliati.

Sono state inoltre implementate configurazioni preimpostate, comunemente utilizzate per prove standard (curve caratteristiche, overshoot, tempi di risposta delle elettrovalvole, ecc.). La verifica di queste configurazioni ha consentito al Laboratorio UniMORE di calibrare accuratamente ogni porzione del circuito, grazie anche alle simulazioni CFD. La procedura di modellazione, parametrizzazione, simulazione e calibrazione è stata ripetuta per ogni banco prova selezionato da Vis Hydraulics, creando un'ampia gamma di mac-

chine virtualmente riprodotte. L'ultimo step per SmartFluidPower è stato "incapsulare" il modello virtuale in un'interfaccia utente personalizzata che consente la simulazione e l'analisi dei risultati in modo rapido e intuitivo. Il layout dell'interfaccia è stato definito in collaborazione con il reparto tecnico di Vis Hydraulics per includere tutte le funzionalità richieste e, allo stesso tempo, garantire un uso immediato e semplice. Il progetto è stato infine testato dai futuri utenti di Vis Hydraulics, raccogliendo feedback per ottimizzare lo strumento e apportare personalizzazioni in base all'utilizzo pratico».

Quali dunque i risultati conseguiti e quali le prospettive di utilizzo?

«Il risultato finale è un'interfaccia personalizzata per la simulazione di valvole su banchi prova virtuali, che rende le potenzialità di simulazione accessibili anche ad utenti che non sono formati sull'utilizzo specifico



Alcuni dei banchi prova dell'Innovation Center di Vis Hydraulics

del software. L'interfaccia offre tutte le funzionalità per replicare una prova fisica al banco: impostazione del componente in prova, scelta del tipo di test (predefinito o libero), configurazione delle connessioni (attacchi e comandi esterni) e visualizzazione grafica dei risultati.

È stato integrato un database per il salvataggio delle combinazioni banco/valvola/configurazione/parametri, che permette di richiamare prove passate e rilanciare simulazioni con piccole modifiche per confronti. Con l'obiettivo di essere intuitiva per diverse tipologie di utenti, sono state inserite immagini, foto e riferimenti ai componenti reali per semplificarne al massimo la comprensione. Ovviamente sono sempre possibili integrazioni manuali ai modelli virtuali per chi, come i progettisti dell'ufficio tecnico, ha acquisito familiarità con il software di simulazione e vuole personalizzare ulteriormente lo strumento. Il progetto è stato pensato per un utilizzo trasversale e combinato tra diversi reparti e per questo lo strumento è stato integrato anche nell'ecosistema delle librerie virtuali di Vis Hydraulics. Infatti i modelli delle val-

vole vengono realizzati e validati in ufficio tecnico con il software di simulazione, avvalendosi dell'interfaccia per avere un'idea di cosa aspettarsi dalle prove al banco. Nel reparto di testing invece l'interfaccia viene utilizzata dagli operatori sul PC 'on board' per prevedere gli esiti delle prove sperimentali e confrontare i risultati simulati con quelli ottenuti realmente sul banco: la fase previsionale è fondamentale per correggere eventuali impostazioni che potrebbero invalidare le prove, mentre la fase successiva di confronto consente di capire se (ed eventualmente quanto) le prestazioni della valvola reale in test si discostano da quelle ideali. A questo punto si torna in ufficio tecnico che analizza nel dettaglio i risultati, può effettuare le modifiche necessarie ad ottimizzare il progetto e poi ritornare alla fase di testing. Questo processo di feedback circolare per la prototipazione di nuovi prodotti è valido anche per la ri-progettazione di componenti in cui, ad esempio, viene richiesta una personalizzazione o si verifica un comportamento inaspettato dovuto ad un'applicazione speciale».

Prospettive future

È un primo passo per altre ricerche?

«Un primo naturale sviluppo del progetto è quello di inserire altri banchi prova all'interno dell'interfaccia. Lo strumento è stato infatti progettato con struttura modulare che consente l'integrazione semplificata di nuovi modelli nello stesso sistema.

Un'altra possibilità futura riguarda l'espansione di questo tipo di strumenti con interfacce utente ad altri reparti con differenti scopi: l'obiettivo finale è sempre quello di consentire l'accesso alla simulazione (o a calcoli complessi in genere) a tutte le tipologie di utenti adattandone funzionalità e livello di dettaglio. Un altro scenario che si prospetta man mano che la pratica della simulazione diventa sempre più comune e integrata nel mondo aziendale è quello della co-simulazione: attraverso l'ampio diffuso FMI (Functional Mock-up Interface), che definisce lo standard per l'impacchettamento di un modello, è possibile lo scambio di componenti virtuali tra aziende pur mantenendo riservatezza su dettagli tecnici proprietari. Queste 'black box', che racchiudono il comportamento dinamico di un componente, possono essere scambiate tra le aziende per essere co-simulate nei rispettivi sistemi virtuali, anche attraverso software differenti che supportano lo standard (ormai più di 200 nella lista). In questo modo si semplificano significativamente le interazioni tra fornitori e clienti, che possono testare internamente le funzionalità complete di un prodotto inserendolo direttamente nel modello dell'applicazione specifica. Grazie a questo progetto si è creata una rete virtuosa di collaborazioni incrociate tra i protagonisti che continua tutt'oggi alimentando costantemente nuove attività come il design di valvole innovative, le attività di formazione e i percorsi per le tesi di laurea».