

Non solo un amplificatore di pressione

C'È FERMENTO IN EMILIA NEL MONDO DELL'OLEODINAMICA. DAL PROGETTO EUROPEO LIFE POWERCYLINDER CON IL BREVETTO DI UN AMPLIFICATORE A CARTUCCIA PER CILINDRI IDRAULICI (CARTRIDGE AMPLIFIER), ALL'OBIETTIVO DI INTEGRARE LA SIMULAZIONE NEI PROCESSI QUOTIDIANI DEGLI UFFICI TECNICI. IDRAULICA SIGHINOLFI CI PARLA DEGLI SVILUPPI DELLA SUA COLLABORAZIONE CON SMARTFLUIDPOWER

Sanzia Milesi

In termini di spinta propulsiva al settore dell'oleodinamica, la provincia di Modena sembra avere molto da dire in questo periodo. Nonantola, Mirandola e Modena: è questo il triangolo d'oro, le tre città da cui è partita l'esperienza che ha portato oggi allo sviluppo di un brevetto, quello del Cartridge Amplifier, un amplificatore a cartuccia integrato direttamente nello stelo del pistone, che libera il cilindro da blocchi idraulici esterni.

Una novità che mira a contribuire all'evoluzione di un mercato idraulico europeo a quota 34 miliardi di euro di giro d'affari, dove «il cilindro idraulico rimane la tecnologia leader nel prossimo futuro».

Ne sono convinti a Nonantola, dalla sede di Idraulica Sighinolfi, dove tutto ha avuto inizio già una decina d'anni fa, nel 2015, quando si sono iniziate a formulare le prime ipotesi di operatività a seguito dei primi obiettivi. Obiettivi che hanno coinvolto sin da subito come partner di progetto e primaria referente per l'applicazione l'azienda di Mirandola Mantovanibenne di MBI Group, e come fondamentale supporto per simulazioni e validazioni la società modenese SmartFluidPower. Così che quegli stessi obiettivi possono ora già dirsi ampliati lungo il percorso. Lo scopo originario di creare un "cambio idraulico" all'interno di un cilindro ha portato al brevetto di un amplificatore a cartuccia per cilindri idraulici (Cartridge Amplifier). In un'otti-

ca di Green Economy, anche grazie ai fondi del programma dell'Unione Europea LIFE, la sua naturale evoluzione è stato un sistema, lo SmartCylinder, per cui ora è possibile sondare anche nuove applicazioni. Questo ha reso evidenti i vantaggi, già in ipotesi, che verificati sul campo parlano di benefici ambientali (-20% di consumo energetico) e risparmi di anidride carbonica (sino a 245 mila tonnellate di CO₂ entro il 2029 per le sole attrezzature da demolizione), insieme a benefici evidenti in termini di velocità (+50%) e forza (+37%) rispetto a un cilindro convenzionale di pari peso, con la possibilità di dimezzare le dimensioni dei cilindri (-50%) integrandoli quindi in dispositivi più compatti e più convenienti rispetto ai cilindri idraulici standard (+50%), più facilmente installabili rispetto alle soluzioni tradizionali.

E tutto questo oltre alla stima di una trentina di nuovi posti di lavoro entro il 2029 distribuiti tra i vari protagonisti del progetto. Successi che portano oggi questi attori a muovere il prossimo passo, ancora insieme verso la medesima direzione, per portare i servizi di simulazione all'interno dell'azienda, come «competenza interna da integrare nei processi quotidiani dell'ufficio tecnico». E poi ancora, all'orizzonte, subito un'indagine marketing per ampliare la portata del prodotto a nuovi ambiti, e insieme anche corsi di formazione per condividere le conoscenze e promuovere il successo sul mercato.



Marco Sighinolfi
CTO e R&D Manager di Idrraulica
Sighinolfi



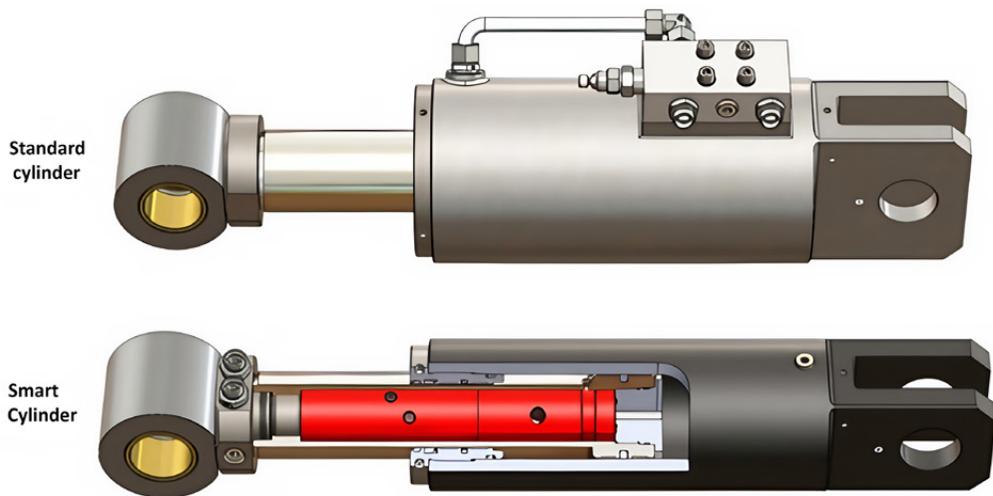
Giovanni Cillo
CEO di SmartFluidPower

I dettagli del progetto

Non solo quindi un “semplice” amplificatore di pressione per i circuiti idraulici, ma si potrebbe idealmente dire un amplificatore di processi e progressi condivisi, in un’ottica di crescita complessiva dell’intero comparto. A parlarci di tutto questo, sottolineando ogni dettaglio del progetto e delle sue prospettive, è qui allora Marco Sighinolfi, CTO e R&D Manager di Idrraulica Sighinolfi, da cui tutto ha preso il via.

Da quale evidenza siete partiti? Perché l’idea di lavorare a un amplificatore di pressione?

«È importante spiegare innanzitutto che la maggior parte delle macchi-



Differenza tra un cilindro standard con amplificatore esterno ed uno equipaggiato con il Cartridge Amplifier

Il ruolo fondamentale di SmartFluidPower

Qual è stata l’esperienza del team di SmartFluidPower in questo progetto? Come si sono “messi in gioco” e cosa “hanno portato a casa”, anche in termini di competenze specifiche, sviluppate grazie alle opportunità, ma anche magari alle criticità di questa collaborazione al fianco di Idrraulica Sighinolfi? Abbiamo chiesto un breve commento su questo a Giovanni Cillo, che ha contribuito a fondare, e oggi presiede e amministra, SmartFluidPower:

«La collaborazione con Idrraulica Sighinolfi è stata una delle prime a partire, poco dopo la nostra costituzione, e abbiamo seguito fin dall’inizio il progetto dell’amplificatore di pressione. È stata subito una sfida complessa dal punto di vista della simulazione perché il componente lavora ad alta frequenza, ma ci ha aiutato a testare e migliorare la nostra libreria virtuale nelle sue prime versioni di sviluppo. Inoltre, è stato (ed è tuttora) un progetto con integrazione di tutti i tipi di simulazione: oltre all’utilizzo del nostro prodotto principale, abbiamo aggiunto esperienza nel combinare nei modelli virtuali i risultati di simulazioni fluidodinamiche e strutturali. Infine, abbiamo l’occasione di partecipare a tutto il ciclo di progettazione che prevede anche le fasi di produzione e di test sperimentali dei prototipi fisici al banco prova: i risultati reali ci permettono di completare il processo di simulazione con la calibrazione accurata dei modelli e di validare il nostro lavoro di previsione delle prestazioni. Dal successo di queste diverse attività deriva il prossimo progetto di rendere la simulazione, non più un servizio esterno, ma una competenza interna all’azienda da integrare nei processi quotidiani dell’ufficio tecnico». Nata nel 2018 come spin-off dell’Università di Modena e Reggio Emilia grazie a un team di esperti del settore Fluid Power tra cui professori, ricercatori e ingegneri meccanici, SmartFluidPower è oggi una società che ha sede a Modena e conta attualmente sei soci, di cui due soci amministratori – Giovanni Cillo e Marco Rizzoli - che si occupano della gestione operativa della società attraverso progetti di ricerca e consulenza, con clienti principalmente in Italia. Nel 2024, si è qualificata come PMI innovativa attraverso i suoi valori di flessibilità, integrazione, personalizzazione e alta specializzazione nel settore Fluid Power. Obiettivo di SmartFluidPower è infatti lo sviluppo di strumenti avanzati di calcolo software, personalizzati e accessibili a tutti i livelli.

La società emiliana si occupa quindi principalmente di simulazione di componenti e sistemi in campo oleodinamico, pneumatico e idraulico. In particolare, ha sviluppato una libreria virtuale all’interno della piattaforma open-source OpenModelica per la modellazione e la simulazione dinamica dei prodotti del settore. Insieme a questo, propone servizi di consulenza ingegneristica, creazione di strumenti di progettazione customizzati, sviluppo di modelli e librerie virtuali dedicate, simulazioni fluidodinamiche e strutturali, nonché corsi di formazione specializzati. Servizi integrativi a supporto e alla flessibilità del software, grazie ai quali – spiegano i fondatori - «rende agevole la sua integrazione nell’ecosistema di quelle aziende che ricercano una soluzione innovativa per sviluppare prodotti performanti ed efficienti con tempi ridotti di risposta al mercato».

ne mobili non stradali (NRMM) che svolgono attività lavorative in una vasta gamma di settori (come costruzioni edili e infrastrutturali, agricoltura, estrazione mineraria, eccetera) utilizza principi idraulici – e in particolare idrostatici – come metodo di trasmissione della potenza.

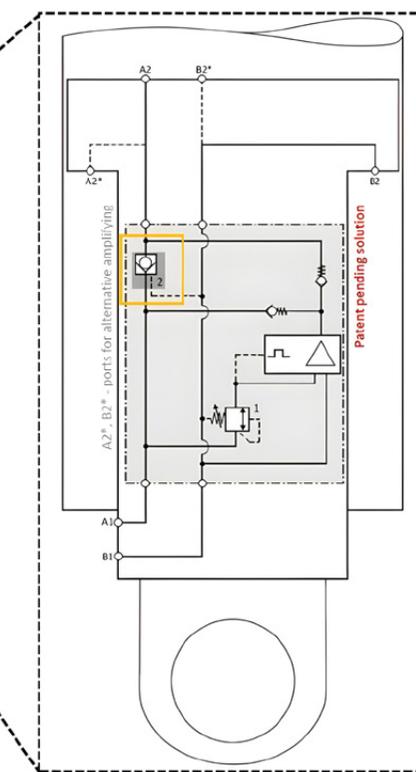
Come noto, il principale vantaggio della trasmissione di potenza idraulica è l'imbattibile densità di potenza (dimensioni e peso dei componenti in confronto alla potenza nominale) rispetto alle soluzioni meccaniche o elettriche. Nonostante negli ultimi anni i progressi tecnologici nella progettazione dei motori elettrici abbiano permesso un maggiore utilizzo della trasmissione di potenza elettrica per funzioni di movimento rotativo (come la propulsione dei veicoli), per le funzioni di movimento lineare la trasmissione di potenza idraulica effettuata dal motore idraulico lineare (chiamato anche cilindro idraulico) rimane la tecnologia leader nel prossimo futuro. Questo a causa della mancanza di attuatori lineari elettromeccanici con una gamma di potenza comparabile. I cilindri idraulici sono il tipo di motori idraulici più diffuso, anche perché sono in grado di sviluppare forze, costanti durante l'intera corsa, da alcune decine di Newton a diverse migliaia di kiloNewton con dimensioni relativamente contenute, garantendo anche una velocità costante a differenza delle trasmissioni meccaniche.

Dal punto di vista costruttivo, richiedono esigenze minime (come spazio e numero di componenti del meccanismo) per realizzare un movimento rettilineo, trasmettendo al contempo la più alta densità di potenza. La pressione massima disponibile dell'olio è determinata dal tipo di pompa idraulica utilizzata che, in genere, raggiunge valori massimi compresi tra 350 e 420 bar. Questo limite di pressione disponibile della pompa implica che, per incrementare ulteriormente la capa-

rità del cilindro idraulico, è necessario incrementarne il diametro, rimettendoci in ingombro e peso. Questo è generalmente indesiderabile, poiché l'aumento delle dimensioni del cilindro è quasi impossibile in alcune applicazioni per i vincoli di installazione. Inoltre, un cilindro di grossa taglia – a causa della maggior quantità di olio che richiede – ha lo svantaggio di avere cicli operativi molto lunghi: un'importante variabile spesso tenuta in considerazione in questo campo».

Una soluzione per i cilindri idraulici è quindi l'amplificatore di pressione...

«Sì, è necessario un dispositivo capace di elaborare la potenza idraulica in ingresso, aumentando la pressione e riducendo la portata, e permettendo così di raggiungere localmente pressioni molto alte, senza l'obbligo di dover agire sulla pressione dell'intero circuito. Il cuore del sistema è un pistone differenziale che, con superfici di dimensioni diverse, è in grado di elaborare la pressione del fluido in ingresso in una pressione maggiore sul lato di uscita, secondo il principio fondamentale di Pascal. Un gruppo di



Schema idraulico semplificato dello SmartCylinder

valvole controlla il pistone, in maniera tale da trasformare questo principio, fondamentalmente statico, in una continua e costante trasmissione di potenza. I suoi punti di forza riguardano: l'efficienza energetica, che si genera mantenendo componenti leggeri e pompe che lavorano maggiormente in condizioni ottimali di progetto; la compattezza, intesa come generazione di alte pressioni in parti specifiche del circuito senza modificare l'intero sistema; non ultima, la versatilità, ossia l'integrazione in impianti esistenti senza grandi modifiche».

Quale elemento di novità introduce il vostro progetto, rispetto a quanto già disponibile oggi sul mercato?

«La progettazione e gli elementi principali che compongono il cilindro idraulico (pistone, tubo del cilindro e stelo del pistone) non hanno subito grandi cambiamenti negli ultimi anni. I progressi si sono concentrati principalmente: sul miglioramento dei componenti e dei processi di progettazione, con software di calcolo; dal lato della fabbricazione, guardando a materiali, tecniche di saldatura e rivesti-

menti per lo stelo; e infine come attività di ispezione e diagnostica. Dunque attualmente, per ottenere elevate pressioni/forze, esistono solo due metodi: un sistema idraulico completo, progettato per alte pressioni; oppure, un amplificatore di pressione esterno collegato al sistema standard. La soluzione del sistema completo è estremamente costosa e comporta spesso un sovradimensionamento dell'impianto che potrebbe essere risparmiato. Tuttavia, anche l'utilizzo di amplificatori esterni richiede connessioni ad alta pressione che possono essere difficili da installare e, inoltre, espone l'operatore al rischio di incidenti in caso di rottura dei tubi».

Così è nato il vostro sistema brevettato...

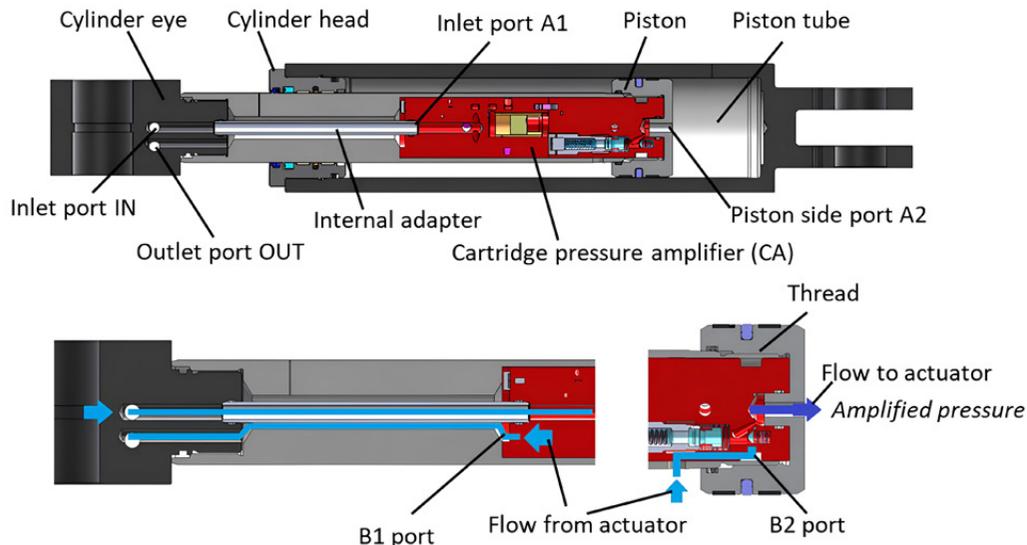
«Insieme ai nostri partner, abbiamo potuto sviluppare con questo progetto un approccio completamente nuovo, che ci ha portati a una soluzione brevettata, che segue tutti gli standard di produzione dei cilindri idraulici ed elimina la necessità di amplificatori esterni, collegamenti esposti o soluzioni che appesantiscono l'attuatore. Si tratta di un amplificatore a cartuccia (Cartridge Amplifier) integrato direttamente nello stelo del pistone, liberando il cilindro da blocchi idraulici esterni. Il sistema amplificatore è montato concentricamente all'interno dello stelo perforato, vicino al pistone, e può essere personalizzato in base all'applicazione: secondo diametro, lunghezza della corsa, tipo di connessione. Le connessioni idrauliche di ingresso e uscita si trovano nell'occhio del pistone e sono progettate per ricevere le pressioni standard di un impianto oleodinamico di questo tipo. L'alta pressione – che può raggiungere i 700 bar – viene generata solo all'interno del cilindro, eliminando il rischio di perdite esterne e migliorando la sicurezza. Questo siste-

ma nel complesso è stato chiamato SmartCylinder e possiede numerosi vantaggi rispetto alle sue alternative tradizionali: a parità di carico, si riducono le dimensioni del cilindro migliorando l'interfaccia sulla macchina; si eliminano i rischi di perdite esterne e si semplifica il processo di integrazione nel sistema, grazie alla compattezza e alla versatilità dell'amplificatore a cartuccia».

Quali saranno quindi ora le sue applicazioni più comuni?

«Considerando sia gli aspetti tecnici, che quelli commerciali basati sulle esigenze del mercato, si possono riassumere due fondamentali vantaggi della nostra soluzione: aumento della forza massima del cilindro a parità d'ingombro e aumento della sua velocità (ciclo operativo ridotto). Poiché lo SmartCylinder agisce essenzialmente come un cambio idraulico, scambiando tra alta pressione e alta portata, non è adatto per applicazioni che richiedono contemporaneamente alta pressione mantenendo un'alta velocità. Infatti l'amplificatore riduce la portata, per poter garantire la giusta spinta. Motivo per cui i mercati target includono applicazioni come il settore della demolizione, che necessitano di alta forza solo per una parte limitata del ciclo operativo. In questo settore, strumenti speciali come frantumatori, polverizzatori e cesoie vengono mon-

tati sugli escavatori per demolire grandi quantità di materiali, quali cemento armato, acciaio e muratura. La forza di frantumazione e la velocità d'apertura e chiusura dell'attrezzo per demolizione definiscono l'efficienza dello strumento. La maggior forza delle cesoie consente di demolire più materiale in una singola operazione di chiusura, vincendo sulle strutture più resistenti. Un corretto dimensionamento dell'attuatore, equipaggiato con lo SmartCylinder, permette di elaborare un altissimo volume di materiale nell'unità di tempo, attivando la funzione di amplificazione della pressione solo negli istanti di massima resistenza ed evitando che la pompa idraulica raggiunga la saturazione in coppia, che causerebbe un crollo delle performance. Queste caratteristiche, sommate a una netta riduzione di emissioni di CO₂ osservata sul campo, permettono allo SmartCylinder di poter essere impiegato al meglio in questo settore. Un altro mercato riguarda però anche le presse industriali che, oltre a trovare ampio utilizzo nel mercato della forgiatura dei metalli - ad esempio per tranciatura, stampaggio e coniatura - sono largamente diffuse in altre applicazioni, come il riciclaggio, e richiedono forze molto elevate solo per una parte limitata del ciclo operativo o della corsa del cilindro».



Dettaglio di uno SmartCylinder con la sezione del Cartridge Amplifier e dei suoi componenti interni

I vari passaggi del progetto

Torniamo un attimo indietro, a quando tutto ha avuto inizio. Quando sono cominciati i primi studi e come vi siete mossi in questi anni?

«L'idea del Cartridge Amplifier è partita nel 2015, quando sono stati osservati e formulati i primi principi di base, definendo l'obiettivo del progetto: creare una trasmissione all'interno di un cilindro idraulico. Il concetto tecnologico è stato elaborato descrivendo il principio di funzionamento, e un primo prototipo esterno al cilindro è stato prodotto e testato a metà del 2016. Dopo la validazione del concetto e del principio di funzionamento nel blocco esterno, insieme a Piston Power, azienda danese nata per svi-

luppare il concetto dell'amplificatore a cartuccia e che detiene il brevetto, abbiamo realizzato il primo prototipo montato all'interno dello stelo del pistone nel 2017. Durante il periodo 2017-2018, la tecnologia è stata valida presso banchi di prova e, insieme

a SmartFluidPower, abbiamo intrapreso lo studio di simulazione e ottimizzazione. Fino al 2020, sono stati condotti test intensivi presso i clienti pilota, così che diverse unità sono state testate sul campo in condizioni di carico reale. A settembre del 2021 abbia-



PowerCylinder Project

Da sinistra, Cartridge Amplifier, SmartCylinder e sua applicazione su un attacco da demolizione

Insieme nel progetto, due aziende modenesi

Committente e coordinatore del progetto: Idraulica Sighinolfi

Fondata nel 1963 da Albano Sighinolfi a Nonantola in provincia di Modena, da oltre sessant'anni Idraulica Sighinolfi produce cilindri idraulici, caratterizzandosi sin dai suoi esordi come una delle prime aziende in Italia per prodotti di grandi dimensioni e alta qualità. Da subito, il mercato di riferimento è stato ed è tutt'ora quello delle gru e delle macchine per il movimento terra, a cui si sono aggiunti negli anni le macchine per la logistica intermodale e marittima, le presse per il riciclaggio e la rottamazione, nonché la fornitura di prodotti a supporto anche in ambito di ingegneria civile. Saldamente rimasta a gestione familiare, e oggi infatti guidata dai fratelli Donatella e Marco Sighinolfi, l'azienda emiliana mantiene prioritario l'impegno a investire in tecnologia e formazione,

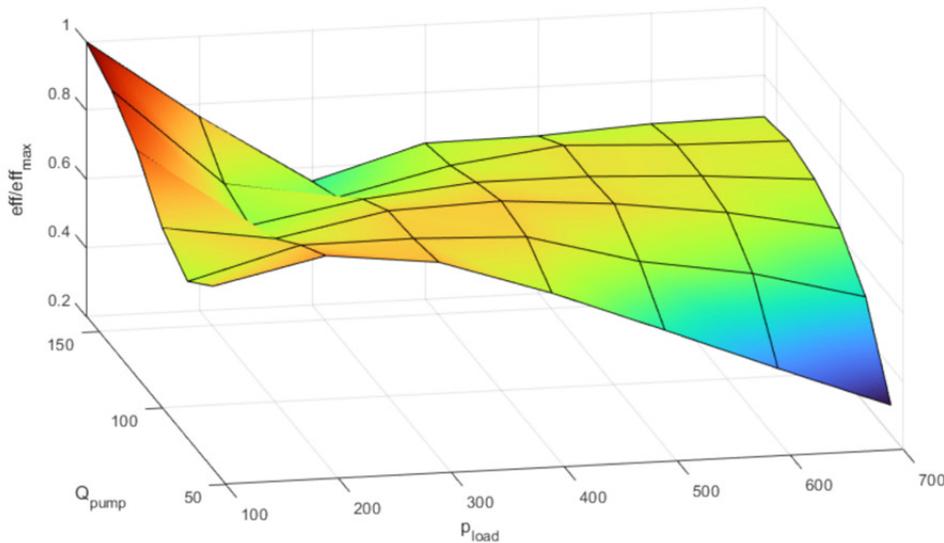
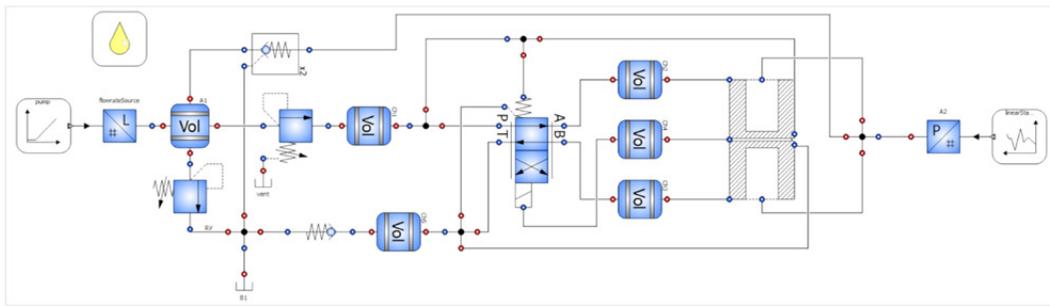
con importanti riconoscimenti locali e nazionali. Tutte le lavorazioni per trasformare la materia prima in prodotto finito sono concentrate nel cuore dell'Emilia, ovvero nello stabilimento produttivo modenese di Nonantola. Qui ha sede anche l'ufficio tecnico, continuamente impegnato nello sviluppo di soluzioni personalizzate al cliente, con prodotti in grado di rispondere alle più svariate esigenze di resistenza ed estrema durata, anche grazie a una fitta rete di fornitori locali, nazionali e internazionali. A tal fine, vengono utilizzati software 3D e simulazioni di stress meccanico statico e a fatica, e il personale con frequenza prende parte a programmi di Open Innovation. Una particolare attenzione è infine dedicata allo sviluppo del prodotto in un'ottica di contaminazione con altre tecnologie, per cercare di

risolvere problemi di applicazioni reali integrando soluzioni innovative per il mercato. Una direzione che non poteva che far loro incontrare l'operatività e le competenze di un'altra realtà radicata nel medesimo territorio e spinta alla ricerca, come SmartFluidPower.

Il partner di progetto: Mantovanibenne (MBI Group)

Un'altra storica realtà emiliana è coinvolta nel progetto di ricerca di Idraulica Sighinolfi e SmartFluidPower: Mantovanibenne, un'azienda pioniera nelle attrezzature per escavatori, fondata nel 1963 da Alberto Mantovani a Mirandola, in provincia di Modena. Partendo nelle prime fasi del suo sviluppo dalla produzione in serie di benne e introducendone un innovativo sistema di classificazione, l'azienda ha in seguito accresciuto

la propria competenza e ampliato la propria gamma di prodotti con la produzione di attrezzature idrauliche per i settori dell'edilizia, della demolizione, del riciclaggio e del movimento terra, divenendo riconosciuta e apprezzata nel mondo delle attrezzature idrauliche. Oggi Mantovanibenne – una sessantina di dipendenti in tutta Europa e una fitta rete di rivenditori internazionali – è a capo della multinazionale MBI Group, che progetta, produce e commercializza l'omonimo marchio MBI, presidiando in particolare i settori della demolizione e del riciclaggio dove i frantoi, i polverizzatori e le cesoie Eagle Mantovanibenne sono riconosciute e apprezzate a livello mondiale. Obiettivo dichiarato: "una nuova tecnologia che possa rendere le attrezzature idrauliche della nostra azienda ancora più efficienti e green".



Modello dinamico del Cartridge Amplifier con la libreria di SmartFluidPower e mappa di efficienza simulata

mo avuto l'opportunità di diffondere e replicare il successo dei risultati ottenuti, aderendo al programma dell'Unione Europea LIFE della durata di 4 anni che promuove progetti nell'ambito della priorità tematica "Efficienza delle risorse, inclusi suolo e foreste, ed economia verde e circolare". Il nostro progetto chiamato "LIFE Power-Cylinder" è pienamente in linea con queste priorità, poiché contribuisce ad aumentare l'efficienza dei cilindri idraulici, una delle principali componenti di un'ampia gamma di macchinari, in particolare quelli per applicazioni gravose e su macchine mobili non stradali, che hanno un impatto ambientale significativo. Inoltre, questi macchinari sono utilizzati in settori, come quello delle costruzioni e demolizioni, tra i maggiori generatori di rifiuti in Europa, responsabili di oltre un terzo del consumo finale di energia mondiale e quasi del 40% delle emissioni totali dirette e indirette di anidride carbonica».

Quando e come è avvenuto il coinvolgimento di SmartFluidPower?

«La collaborazione con SmartFluidPower è iniziata nel 2019 con un progetto che riguardava proprio la simulazione dei primi prototipi di Cartridge Amplifier. Sono risultati i partner perfetti vista la natura sperimentale del progetto, l'esperienza del loro team nel settore oleodinamico, i contatti con il laboratorio di Idraulica del Veicolo dell'Università di Modena e Reggio-Emilia e i loro strumenti software dedicati al mondo Fluid Power. I dati provenienti dalle simulazioni sono stati fondamentali per direzionare lo sviluppo dei diversi componenti del sistema e, da qui, è iniziata una collaborazione continuativa negli anni che dura tuttora. Implementare la simulazione fin dalle prime fasi di progettazione è stato fondamentale per identificare criticità, ottimizzare le prestazioni e ridurre i tempi di sviluppo. Questo approccio ci ha permesso di procedere in modo più rapido ed efficace verso la realizzazione del prodotto finale. Le attività all'interno del progetto sono sta-

te molteplici: oltre alle simulazioni dinamiche con il loro software, il team di SmartFluidPower si è occupato anche di validazioni funzionali ed energetiche in diverse applicazioni, simulazioni fluidodinamiche e strutturali, nonché della creazione di strumenti di calcolo dedicati al nostro ufficio tecnico. Un esempio di questi ultimi riguarda il calcolo delle efficienze e delle potenze in gioco di un sistema che integra il Cartridge Amplifier rispetto alle soluzioni tradizionali, per evidenziare punti di forza e limiti legati alle applicazioni e ai rispettivi cicli operativi. Abbiamo scelto di coinvolgere SmartFluidPower anche nel progetto LIFE perché la simulazione dinamica del componente è lo strumento migliore per valutare funzionalità e prestazioni a seconda dell'applicazione. Inoltre, la loro esperienza di base nel settore oleodinamico unita a quella acquisita nelle nostre precedenti collaborazioni su questo tipo di componenti, rendono la loro competenza perfettamente coincidente con le nostre necessità di sviluppo».