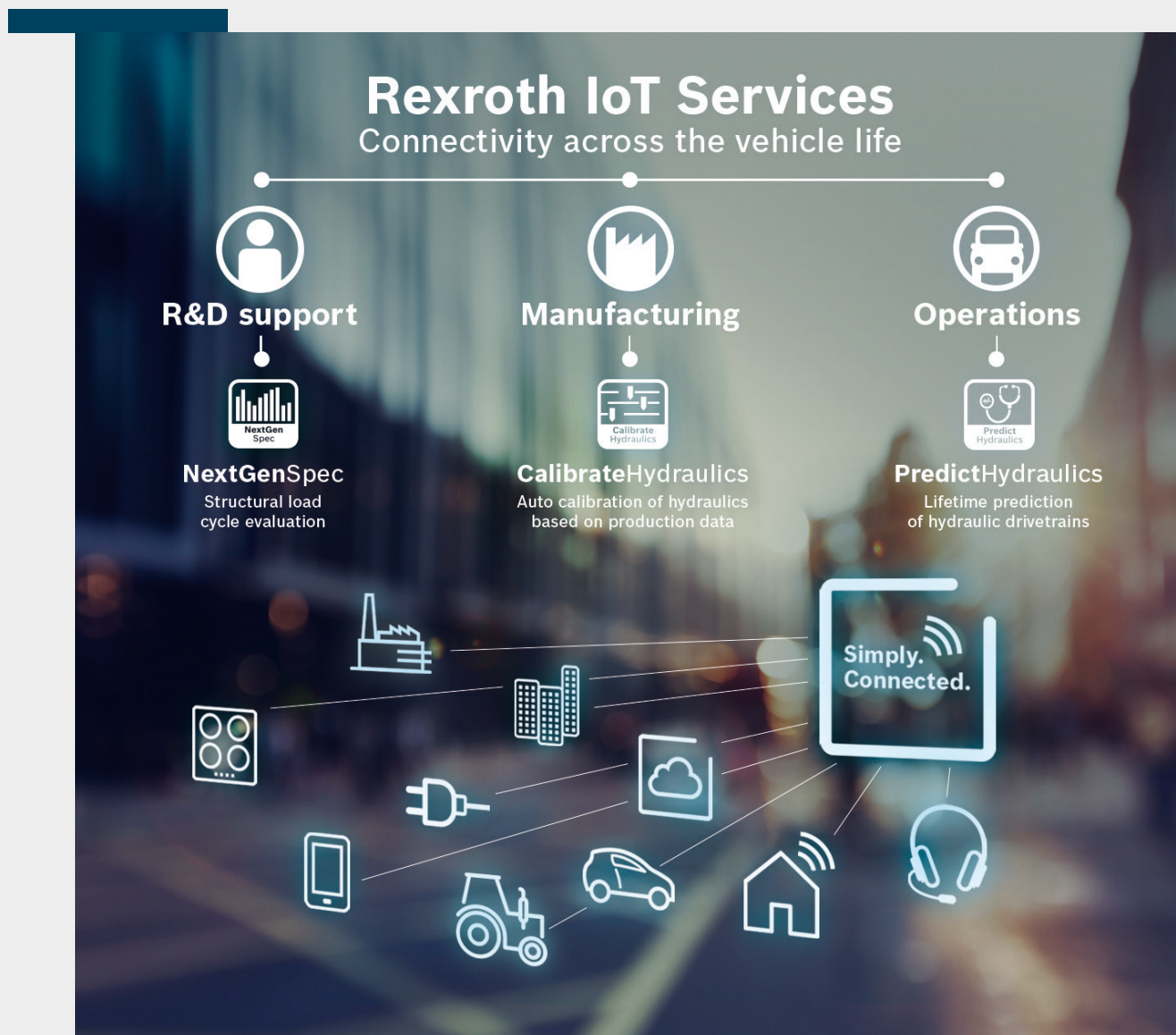


# LA DIGITALIZZAZIONE DEI SISTEMI OLEODINAMICI

UN NUOVO APPROCCIO ALLO SVILUPPO DEGLI IMPIANTI PER I VEICOLI MOBILI – INTERNET OF THINGS E CLOUD COMPUTING PER LA RACCOLTA DELLE INFORMAZIONI DIRETTAMENTE DALLE MACCHINE



DOCUMENTO DI APPROFONDIMENTO TECNICO REALIZZATO A CURA DELLE RIVISTE: OLEODINAMICA PNEUMATICA E MACCHINE AGRICOLE E BOSCH REXROTH S.P.A.

- SCENARIO TECNOLOGICO
- DALLA DIGITALIZZAZIONE ALL'ELETTRIFICAZIONE
- APPROCCIO INGEGNERISTICO
- SOLUZIONI

L'obiettivo delle nuove tecnologie di digitalizzazione è portare semplicità ai sistemi oleodinamici e renderli aperti, scalabili, integrabili in tutta una serie di concetti e funzionalità tipiche di un mondo complesso in cui le parti del sistema devono interagire agilmente, in attesa degli sviluppi dell'intelligenza artificiale e guida autonoma.

# sommario

- 1. Introduzione** a cura di Dr. Ing. Antonino Bonanno – STI Group, ITAE-CNR e direttore tecnico di Oleodinamica Pneumatica **3**
  - Lo scenario tecnologico
  - Il peso delle normative sulla mobilità
  - Eco-sostenibilità e veicoli industriali
  - Le prospettive della digitalizzazione
  - Verso un approccio integrato
- 2. Capitolo 1 – Dalla digitalizzazione alla elettrificazione** **13**
  - Il panorama di riferimento
  - Il ruolo dei software
  - Monitoraggio a 360 gradi
- 3. Capitolo 2 - La strategia di Bosch Rexroth e la collaborazione coi clienti** **5**
  - L'identificazione della soluzione ideale
  - Ingegnerizzazione e prototipazione
  - Lo stato dell'arte e le prospettive future
- 4. Caso applicativo 1: così l'assistenza diventa SMART** **19**
- 5. Caso applicativo 2: la nuova generazione dell'idraulica dei trattori** **21**

# 1. Introduzione

## Lo scenario tecnologico

Ogni cinque anni circa, l'associazione statunitense dei costruttori di componentistica e sistemi oleodinamici (NFPA: National Fluid Power Association) compie lo sforzo di mettere attorno a un tavolo le migliori menti dei suoi associati e chiede loro di discutere circa i principali temi su cui si concentrerà l'innovazione nel settore del *fluid power* nel quinquennio successivo. L'ultima volta che NFPA lo aveva fatto era il 2013 e tra i principali temi che erano stati individuati per il quinquennio passato si possono annoverare il miglioramento dell'efficienza energetica dei sistemi idraulici, la sensorizzazione, il miglioramento del concetto di manutenzione dei sistemi idraulici: predittiva e non più reattiva, come consuetudine della maggior parte degli utilizzatori. Quest'anno NFPA ha deciso di promuovere nuovamente questa iniziativa, preparando un *outlook* sulle principali tendenze che guideranno l'innovazione in oleodinamica nei prossimi cinque anni.

I lavori non sono ancora stati completati, ma tra i *mega-trend* che l'associazione ha già individuato, due sono di eccezionale interesse: la formazione della forza lavoro e l'introduzione di tecnologie IoT (*Internet of Things* o *Internet delle Cose*).

Il motivo è presto svelato. Per quanto riguarda la formazione del personale coinvolto nella progettazione e nella realizzazione di nuovi sistemi idraulici (o elettroidraulici) si manifesta forte l'influenza dei nuovi *trend* tecnologici emergenti, che vedono nell'accoppiamen-

to tra sistemi elettrici e circuiti idraulici intelligenti il loro asse portante. In alcuni settori l'elettrificazione è cresciuta a tal punto da soppiantare

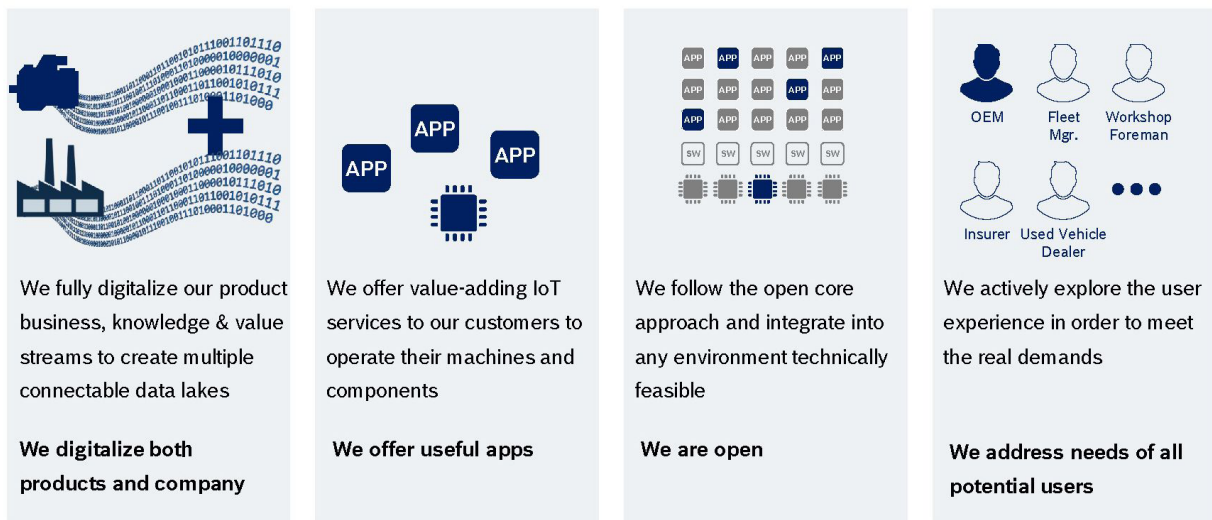


completamente l'idraulica - per esempio nei sistemi di sterzo delle autovetture - riducendo la necessità di specifiche competenze. Ma in altri settori è impossibile prescindere dalla presenza dei sistemi idraulici e lì, gioco forza, i progettisti dovranno acquisire nuove conoscenze in merito all'interfacciamento tra il mondo idraulico e quello elettrico.

Non basterà più conoscere i principi base dell'oleodinamica, ma sarà necessario che il progettista (oppure il tecnico specializzato, il manutentore, il meccanico) sia in possesso di *skill* nuovi che gli rendano familiari concetti come quello della *functional safety* (sicurezza fisica funzionale) o della gestione intelligente dei flussi di energia. La diffusione degli *smartphone*, delle *app*, dei sistemi di condivisione dei dati, è alla base dell'individuazione del secondo filone innovativo, ovvero quello legato all'*Internet of Things*. Con questo termine individuiamo un nuovo modo di concepire i sistemi fisici (le  *cose*  o  *things* , appunto) in modo che essi possano essere connessi tra loro mediante sistemi di comunicazione e di condivisione dei dati. Il mercato richiede sistemi che possano essere in grado di scambiare informazioni in merito ai consumi, alle ore lavorate, alla percentuale di utilizzo a pieno carico della macchina. Insomma, il mercato richiede sistemi sempre più complessi la cui realizzazione è inscindibilmente legata alla diffusione dell'elettrificazione. Grazie all'*IoT* l'idraulica ha potuto diventare parte integrante di settori dai quali in precedenza era assente, e questa è un'ulteriore motivazione per cui diversi produttori iniziano a concentrarsi sullo sviluppo di sistemi elettroidraulici. Gli OEM stanno guidando la richiesta di nuove applicazioni in funzione di quelle che sono le richieste del mercato, ragion per cui tutti i *big player* del settore oleodinamico hanno aumentato gli investimenti in R&D in merito alla creazione di nuovi sistemi elettroidraulici.

### **Il peso delle normative sulla mobilità**

Se il mercato chiede nuove soluzioni tecnologiche è anche perché è spinto dalla pressione legislativa. I temi della riduzione degli inquinanti emessi dai motori a combustione interna (MCI) sono entrati prepotentemente nel sentire comune di ogni paese avanzato. Francia e Regno Unito hanno espresso l'intenzione di vietare l'uso di MCI nelle auto e nei furgoni a partire dal 2040. La Norvegia preme per limitare la vendita di veicoli dotati di propulsori tradizionali già dal 2020, introducendo una tassazione peggiorativa per i veicoli che non presentano soluzioni tecnologiche avanzate. Altri paesi fra i quali il Belgio e il Giappone stanno seguendo gli stessi passi. Ora, è bene non drammatizzare. Difficilmente questi auspici si tradurranno in pratica, però è opportuno che l'industria - e nelle pagine che seguono ne abbiamo esempi concreti - non si faccia cogliere impreparata. Al contrario, deve essere in grado di anticipare le sfide che si affacciano alla porta.



**Figura 2** - La digitalizzazione dei sistemi oleodinamici attraverso la connettività dei diversi apparati del veicolo con tecnologie IoT è la via che permetterà l'avverarsi di una nuova giovinezza per un settore tecnologico che viene spesso considerato, a torto, poco innovativo.

## Eco-sostenibilità e veicoli industriali

Ma qual è l'impatto che i veicoli industriali, e con loro la possibile diffusione di sistemi elettroidraulici avanzati, possono avere sulla riduzione degli agenti inquinanti? Fonti dell'International Council on Clean Transportation ci dicono che in America, sul totale degli agenti inquinanti emessi da tutti i veicoli (compresi navi e aerei) il 18% degli ossidi di azoto (NOx) e il 39% dei PM (il famigerato *particolato*) sono opera dei cosiddetti veicoli *off-road* quali le macchine agricole e di movimento terra. Nell'Unione europea la percentuale scende al 16% per gli NOx e al 25% per i PM. Percentuali tutt'altro che trascurabili - a titolo di esempio si consideri che il settore aeronautico impatta per l'1% circa sulle emissioni di inquinanti sia negli Stati Uniti sia in Europa - che hanno portato la scure delle norme antinquinamento ad abbattersi anche sui motori che equipaggiano questo tipo di veicoli.

Le tecnologie adottate sono state riprese dal settore *automotive*, quanto meno per motivi di abbattimento dei costi. Bisogna tuttavia considerare che le potenze in gioco possono essere significativamente diverse. Mentre nel settore automobilistico un motore da 200kW e oltre rappresenta l'eccezione, nel settore delle macchine agricole e di movimento terra, è la regola. Escavatori, *dozer*, ma anche scarificatrici o trattori agricoli hanno potenze installate tali da poter superare abbondantemente questo valore; e la limitazione degli agenti inquinanti in motori di questa potenza richiede sistemi dedicati e un modo nuovo e intelligente di gestire la potenza stessa.

Tanto per confrontare due livelli di emissione permessi dalle normative europee che si sono succedute nel tempo, si possono comparare i limiti previsti in termini di NOx e PM dalle norme *Stage I* - introdotte nel gennaio 1999 - e *Stage V* la cui introduzione è prevista per il



**Figura 3** - Bosch Rexroth contribuisce a ridurre i costi, risparmiare tempo e aumentare la disponibilità delle macchine, grazie a una combinazione tra analisi dei dati e competenza sui componenti.

2020. Alla fine del secolo scorso un motore a combustione interna a gasolio (diesel) poteva emettere fino a 9,2 g/kWh di NOx e fino a 0,70 g/kWh di particolato. Domani, un motore di identica potenza (120kW) per poter essere immesso sul mercato non potrà emettere più di 0,4 g/kWh di NOx e  $1 \cdot 10^{-12}$  g/kWh di PM. Un salto epocale, che sempre più spesso è possibile raggiungere grazie alla diffusione di sistemi elettroidraulici intelligenti che permettono di far lavorare il motore termico in condizioni ideali per limitare l'emissione di particelle pericolose. Inoltre, non bisogna trascurare l'impatto del costo che tutti i dispositivi di abbattimento degli inquinanti hanno sul prezzo finale del motore. Questo aspetto rende ancor più concorrenziale l'impiego di soluzioni alternative che permettano di far lavorare al meglio il motore evitando così di dover montare altri sistemi antiinquinamento.

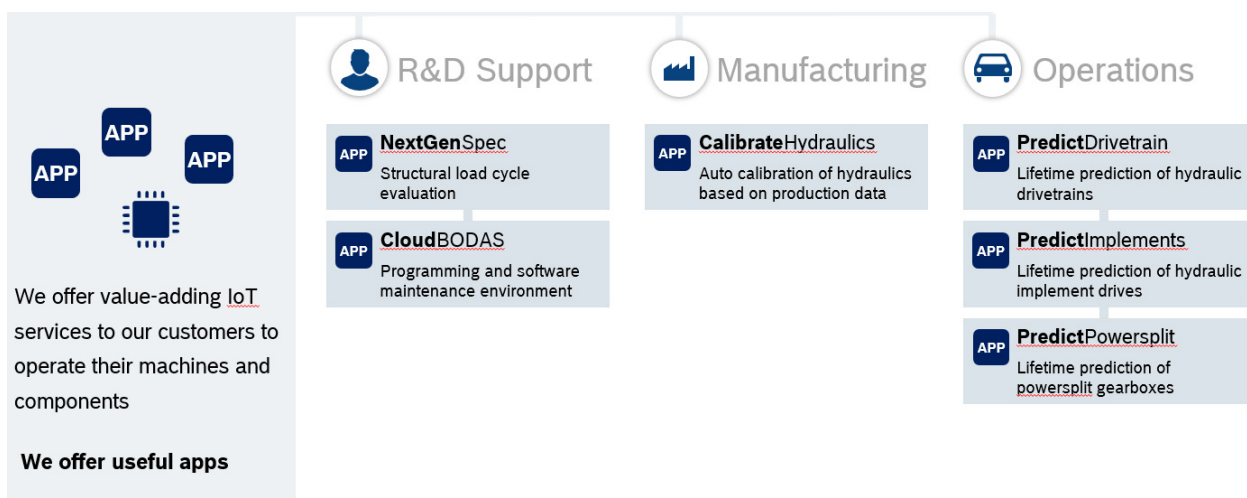
### Le prospettive della digitalizzazione

I clienti finali cominciano a esser sensibili all'attrattiva delle macchine che installano sistemi elettroidraulici per diversi motivi: maggiore controllabilità, superiore facilità nel modificare il *tuning* della macchina per venire incontro alle esigenze dell'operatore; minore rumorosità. I maggiori costi legati alla digitalizzazione di un sistema idraulico tradizionale sono spesso compensati dalla proporzionale riduzione dei consumi, ma anche da un sensibile aumento dell'affidabilità. Quest'ultima è da sempre stata un cavallo di battaglia dell'oleodinamica, ma oggi non è più così. Con l'avvento delle norme sulla già citata *functional safety* quali la ISO 13849 i sistemi elettronici hanno rapidamente colmato il *gap* di affidabilità che li separava dai sistemi idraulici puri, a tal punto che oggi il problema si è invertito. Le nuove norme tecniche

ISO ed EN stanno specificando i livelli minimi di *performance level* (si veda la ISO 13849) delle funzioni di sicurezza che i componenti idraulici devono rispettare per poter essere installati nei diversi macchinari, soprattutto nel caso questi siano impiegati in sistemi che interessano anche la sicurezza dell'operatore. Questo fenomeno sta generando non poche difficoltà nei costruttori meno avvezzi a confrontarsi con l'innovazione tecnologica. Un sistema elettroidraulico ha in media un numero di pezzi mobili di gran lunga inferiore a quelli di uno meccanico; e questo ne aumenta banalmente l'affidabilità. Se inoltre consideriamo che l'elettronica è soggetta da anni a criteri di progettazione molto restrittivi, proprio in vista di un aumento della complessiva sicurezza (*safety*) allora il cerchio si chiude facilmente. Ne è un esempio l'aeronautica, dove i sistemi elettroidraulici hanno soppiantato le attuazioni idrauliche pure ormai da anni. Le case costruttrici di macchine *off road* hanno intercettato da tempo questo *trend* e non sono rimaste con le mani in mano. Volvo, Kobelco, CNHi, sono tutti costruttori che stanno presentando nuovi modelli in cui l'elettrificazione, l'automazione e l'ibridizzazione la fanno da padrona. Mecalac, all'ultima edizione di Intermat, ha annunciato che a breve metterà in commercio il primo escavatore *full-electric* in grado di garantire un'autonomia di lavoro di otto ore.

## Verso un approccio integrato

Il mercato sembra pronto a recepire in misura crescente sistemi che siano in grado di integrare intelligentemente i vantaggi dell'idraulica tradizionale con quelli derivanti dall'impiego di motori e attuatori elettrici. Le pagine che seguono mostrano che però la connessione di un motore elettrico a una pompa non è condizione di per sé sufficiente. Il gioco è più complesso. Serve un approccio integrato. Anche perché si è visto - nel settore



**Figura 4** - Il cuore della strategia di digitalizzazione di Bosch Rexroth è costituito da soluzioni IT e App in grado di gestire un numero ampio di possibili combinazioni e governare varie tipologie di soluzioni idrostatiche.

*automotive* - che l'acquisto di un veicolo ibrido è fortemente legato alla sfera razionale. Chi si avvicina alle tecnologie che integrano sistemi di attuazione differenti lo fa per motivazioni economiche legate alla riduzione dei costi di manutenzione, di diminuzione dei consumi, di maggiore facilità nella gestione della macchina. Un recente studio pubblicato da *oemoffhighway.com* ha mostrato che le vendite della Toyota Prius sono fortemente legate al prezzo del petrolio, avvalorando ancor di più l'ipotesi che la scelta di orientarsi verso le tecnologie innovative che mirano al miglioramento dell'efficienza energetica sia dettata sostanzialmente da motivazioni di natura razionale ed economica.

Non si tratta di una moda passeggera. L'elettronificazione dei sistemi oleodinamici è la via che, molto probabilmente, permetterà l'avverarsi di una nuova giovinezza per un settore tecnologico che viene spesso considerato, a torto, poco innovativo.

### **Identikit di un reparto cruciale**

Sempre attenta a soddisfare le esigenze dei mercati in evoluzione la filiale italiana di Bosch Rexroth AG ha creato il reparto di Technical Product Management dedicato alla promozione e allo sviluppo di soluzioni elettroniche per il mercato delle macchine operative mobili. Nel tempo la complessità delle applicazioni e i processi gestionali per le applicazioni elettroniche si sono evoluti sensibilmente per garantire il livello di prestazioni elevato richiesto da questo comparto, che in Italia registra più di una eccellenza. Il reparto si occupa prevalentemente della gestione di software per le applicazioni mobili, operando in modo differenziato in funzione del tipo di applicazione. Nelle applicazioni più comuni, TPM si limita pertanto a gestire gli aspetti della parametrizzazione e sperimentazione nell'ambito degli applicativi *standard* sviluppati dalla casa madre; mentre nel caso di applicazioni più complesse o più innovative, l'*Engineering* è in grado di offrire soluzioni dedicate, sviluppandole sia localmente e sia in collaborazione con la casa madre stessa. L'*Engineering* garantisce inoltre un supporto tecnico ai clienti del comparto delle applicazioni mobili durante le analisi degli aspetti relativi alla cosiddetta *Functional safety*, cioè la sicurezza fisica funzionale, delle soluzioni elettroniche proposte. Il paradigma gestionale dei progetti elettronici presso la sede italiana di Bosch Rexroth è organizzato in modo da rispettare gli stessi *standard* qualitativi richiesti dalla sede centrale in Germania, garantendo la supervisione e la tracciabilità di tutte le fasi progettuali - dalle specifiche iniziali all'omologazione finale - e il rispetto dei requisiti di sicurezza delle varie applicazioni. Il percorso di *elettronificazione* delle applicazioni mobili, svoltosi in questi ultimi anni in particolare, ha permesso di creare le premesse per la futura evoluzione alle tecnologie della connettività e ha aperto la strada a una gestione a distanza dei veicoli, con prerogative di diagnostica, *predictive maintenance*, geo-localizzazione, *working load*, produttività complessiva). Bosch e Bosch Rexroth stanno operando attivamente nello sviluppo di queste nuove tecnologie e nella realizzazione delle relative infrastrutture necessarie, allo scopo di soddisfare le esigenze e le potenzialità di questa ulteriore evoluzione tecnologica.

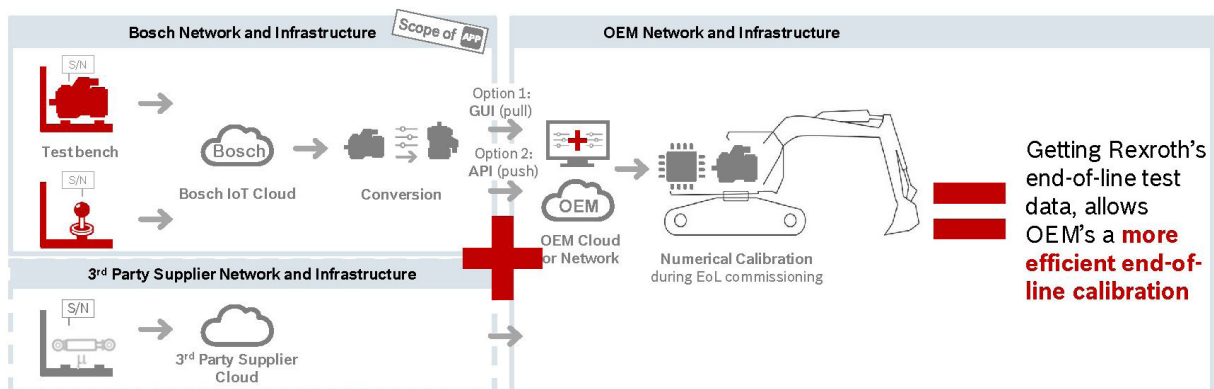


## 2. Capitolo 1 - Dalla digitalizzazione alla elettrificazione

### Il panorama di riferimento

La tendenza alla sostituzione dell'idraulica tradizionale con sistemi elettrici - oppure l'integrazione delle due tecnologie - possono essere considerate come tasselli di un mosaico più ampio. È quello della cosiddetta *elettronificazione* o digitalizzazione. Uno scenario che non contempla solamente il ricorso all'attuazione elettrica di una componentistica tradizionalmente comandata idraulicamente; ma anche l'assunzione di un ruolo preminente da parte dei *software*. Nel corso degli ultimi anni, anzi, il processo di digitalizzazione degli impianti oleodinamici delle applicazioni mobili è stato senza dubbio l'artefice di una significativa evoluzione tecnologica che ha permesso di migliorare non solo le prestazioni e l'efficienza delle applicazioni stesse ma anche di innalzare gli *standard* di sicurezza generali e di consentire il monitoraggio dei componenti impiegati. Bosch Rexroth Spa, filiale italiana di Bosch Rexroth AG, si è incamminata sul sentiero della digitalizzazione già a partire dal 2003. A dimostrazione del suo impegno in quest'ambito e della validità del lavoro svolto, in meno di 15 anni il personale dedicato e organizzato nella divisione *Technical Product Management* (TPM) è cresciuto costantemente. Lo scenario di riferimento è l'industria meccanica e in particolare quello dei settori più strettamente legati alle macchine operatrici per il mondo agricolo o edile (*construction*). La produzione di macchine

### APP CalibrateHydraulics Speeds Up OEM's End-of-Line Calibration



**Figura 5** - CalibrateHydraulics è una App che permette la riduzione dei tempi della messa in servizio, grazie al trasferimento online all'OEM dei dati di collaudo sui componenti.



**«Quello teso alla riduzione delle complessità è stato ed è un percorso necessario e fruttuoso per tutti. L'obiettivo delle nuove tecnologie è portare semplicità ed essere aperte, scalabili, integrabili in tutta una serie di concetti e funzionalità tipiche di un mondo complesso in cui le parti del sistema devono interagire agilmente, in attesa degli sviluppi dell'intelligenza artificiale e guida autonoma».**



quali i sollevatori telescopici, le gru da camion e le piattaforme aeree vede il nostro Paese in posizione di netto primato a livello europeo; laddove la Germania è la sola nostra rivale per i trattori. Non è un caso, quindi, che nella Penisola più che altrove l'attività che Bosch Rexroth dedica all'equipaggiamento delle macchine mobili si sia sviluppata e organizzata per rispondere al meglio alle esigenze di un mercato vivace e pronto ad innovare e a primeggiare anche nelle applicazioni di nicchia e delle piccole serie. Il digitale punta a soddisfare questi bisogni e da un punto di vista applicativo ha cominciato a fare breccia nella gestione degli azionamenti per gli argani di gru o sugli impianti di trazione per i veicoli agricoli. E, ancora, hanno via via adottato sistemi digitalizzati mezzi speciali quali le spazzatrici, le asfaltatrici, i mezzi per il movimento merci nei porti, caratterizzati da potenze che partono dai 50kW per arrivare sino ai 750kW e oltre.

### **Il ruolo dei software**

Tanto la casa madre tedesca Bosch Rexroth AG quanto le filiali internazionali - quella italiana *in primis* - hanno provveduto a sviluppare applicativi adatti a fare fronte all'evoluzione: più strutturati, perciò, e più performanti. Con il passare del tempo il livello di integrazione dei *software* realizzati centralmente o localmente si è innalzato, sebbene la tendenza a una certa standardizzazione, come si avrà modo di vedere in seguito, non ostacola l'adeguamento ad ambienti applicativi specifici. Il cuore della strategia di digitalizzazione di Bosch Rexroth è costituito da soluzioni IT in grado di gestire un numero ampio di possibili combinazioni e pertanto a governare varie tipologie di soluzioni per le trasmissioni idrostatiche: con o senza cambio o alternativamente dotati di cambio da fermo, in movimento, automatico. Come vedremo, la clientela potrebbe richiedere una certa personalizzazione delle applicazioni, per esempio in materia di gestione dell'energia o del carburante, e da questo punto di vista l'Italia è sovente responsabile di progetti-pilota. La struttura italiana, che sulla digitalizzazione possiede ampi margini di autonomia nell'ingegnerizzazione e nello sviluppo dei software oltre che sulla loro commercializzazione, può

dialogare coi mondi dell'agricoltura o dell'edilizia, indipendentemente dalla tipologia di trasmissione, proponendo soluzioni mirate. L'ottimizzazione dei consumi e quindi l'efficienza energetica sono spesso il primo traguardo da cogliere, ma non il solo. Scopo ultimo degli sviluppatori di Bosch Rexroth Spa è governare mediante appositi strumenti elettronici i mezzi che in precedenza erano comandati per via meccanica o idraulica, assicurando così il desiderato *plus* di efficienza e integrando nuove funzioni di controllo (remoto o di bordo) e manutenzione. Oggi la parte di gran lunga più significativa dell'offerta del produttore include comandi elettronici e digitali. E *digitalizzazione*, per il produttore, è innanzitutto sinonimo della capacità di raccogliere informazioni direttamente dalle macchine in fase operativa; di estrarle e utilizzarle proattivamente. Questo significa mettere a frutto le potenzialità vaste dell'*Industria 4.0*, dello *Internet of Things* (IoT) e del *cloud computing* mettendole in diretta correlazione con il bagaglio di conoscenze rappresentato dai dati di prodotto e processo elaborati dagli impianti e dipartimenti di *engineering*.

### Monitoraggio a 360 gradi

Attualmente, l'offerta commerciale di Bosch Rexroth è composta per la quasi totalità da comandi elettronici e digitali e, relativamente al settore edilizio italiano dove la trazione gioca il ruolo più importante, l'integrazione dell'elettronica nella gestione del trattore acquisisce un peso crescente. In questo caso la funzione specifica si compone di un attuatore iniziale prodotto da Bosch Rexroth stessa o co-sviluppato a quattro mani coi clienti; di parti idrauliche e dell'asservimento elettronico-digitale dei componenti. Al contrario, i servizi-macchina rappresentano la quota più importante delle attività legate al panorama dell'agricoltura. Teoricamente, come già si è avuto modo di accennare, lo spazio a disposizione delle applicazioni elettroniche è illimitato. E molteplici sono le declinazioni dei concetti di *elettronificazione* e *digitalizzazione*. Un caso particolare è offerto dai sistemi di monitoraggio dello spazio circostante un veicolo, soprattutto nelle parti posteriori dove la visibilità è chiaramente minore, grazie a sensori e telecamere a 360 gradi. È un tipo di controllo che l'elettronica può supportare sempre più efficacemente, così come quello sulle valvole e la relativa usura. Non si tratta a tutti gli effetti di una metodologia di assistenza-manutenzione predittiva propriamente detta, ma rappresenta una tecnica di diagnostica avanzata - precedentemente non integrata nel *software* - utile per verificare lo stato di salute dei componenti. Anche l'integrità dei sensori e del cablaggio può essere sottoposta a un monitoraggio che ne evidenzia eventuali anomalie o malfunzionamenti, già in fase di avviamento. L'obiettivo è dunque offrire componenti e sistemi abilitati a trasmettere informazioni e comunicare con il costruttore del veicolo o con chi gestisce un'azienda agricola o una flotta di veicoli che possono comunica-

re tra loro e monitorane le *performance*. In agricoltura, dove l'esperienza di Bosch Rexroth nelle applicazioni dell'elettronica risale almeno al 1979, il territorio di azione può estendersi. Offrendo per esempio la possibilità agli agricoltori, sempre attraverso l'uso di sensori, di determinare il tempo perfetto per la raccolta, di consultare applicazioni per misurare la temperatura del terreno o rendere la sterzata dei trattori automatica su campo. Non solo: quello dell'agricoltura è un settore in cui l'affidabilità in un periodo di tempo definito dalla natura come ad esempio la lavorazione di un terreno o la raccolta è fondamentale. Prevenire situazione di fermo macchina o incidenti è possibile con la manutenzione predittiva. Le *app* sviluppate da Bosch Rexroth mettono a disposizione le informazioni che permettono di anticipare i guasti e di pianificare la manutenzione (si vedano a questo proposito anche i due casi applicativi *Così l'assistenza diventa smart*, di pagina 19; e *La nuova generazione dell'idraulica dei trattori*, presentato invece a pagina 21).

### **Struttura e specializzazioni di Bosch Rexroth Spa**

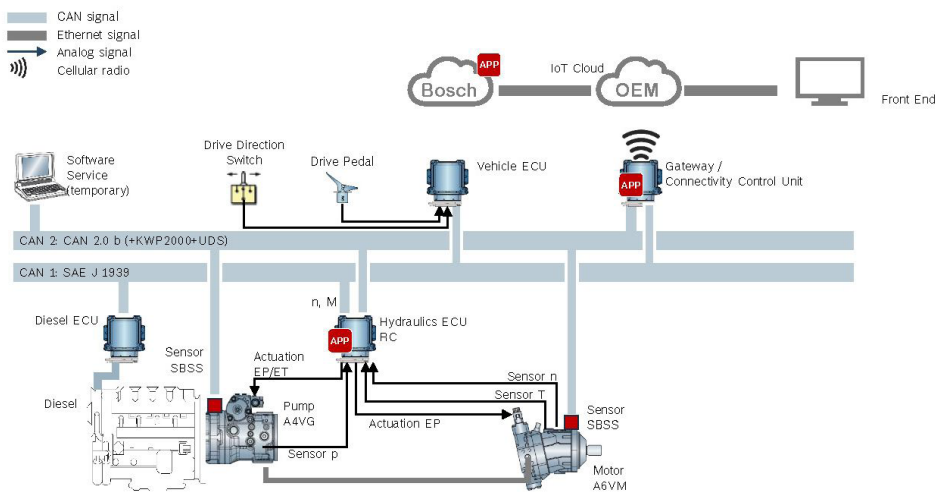
Bosch Rexroth Spa rappresenta il marchio tedesco Bosch Rexroth in Italia ed è il tramite tra tutti i produttori italiani di macchine mobili che ricercano un prodotto oleodinamico di qualità, oggi sempre più in ottica IoT, scelto scientemente per ogni diversa applicazione con il supporto degli esperti del settore e della casa madre tedesca. Con costruttori e Engineering Rexroth made in Italy il progetto di una nuova macchina è sviluppato in team: dalla prima idea dei costruttori il progetto prende forma, attinge dalla competenza e dall'esperienza sul campo dei secondi e porta il mezzo all'omologazione, attraverso step fatti di risk analysis, di commissioning e soprattutto di tanta condivisione, decisiva per raggiungere il livello di performance desiderato. La struttura che Bosch Rexroth Italia si è data per supportare al meglio le richieste del mercato è quella di attività di vendita con competenze ingegneristiche specializzate per settore di applicazione, che possono contare su un'ingegneria di sistema o di prodotto che parla italiano e che può collaborare con gli stabilimenti di tutto il mondo per sviluppare la soluzione più adatta alle aspettative del cliente. Sempre più cospicuo è l'apporto degli application che lavorano per creare software personalizzati benché basati su piattaforme precostruite, alle quali è possibile aggiungere la funzione desiderata per ottenere il risultato atteso. Vi è anche un gruppo di supporto ai costruttori di piccole serie, che non solo fornisce un supporto di tipo tecnico, ma assistenza a 360 gradi per trovare la soluzione più soddisfacente per il cliente-committente, aiutandolo a trovare gli interlocutori giusti nel dedalo delle industrie manifatturiere italiane di eccellenza. Una fast lane di prototipazione è dedicata alle nicchie di mercato perché molti clienti costruiscono su commessa e il loro time to market ha tempi stretti. Il sarto Bosch Rexroth non esaurisce qui la sua pluralità di offerta. Infatti, il post vendita è gestito internamente o per il tramite di una rete di centri per la riparazione autorizzati e certificati. La reperibilità dei ricambi, anche per il parco-macchine più datato, trova quasi sempre risposta direttamente presso chi ha fornito il primo equipaggiamento tecnologico di valore: Bosch Rexroth.

### 3. Capitolo 2 - La strategia di Bosch Rexroth e la collaborazione coi clienti

#### L'identificazione della soluzione ideale

Circa i benefici della digitalizzazione in ottica 4.0 o IoT tutti concordano. L'idea è dare valore alla grande mole dei dati ottenibili grazie al connubio fra la sensoristica diffusa e l'intelligenza dell'ICT. Soltanto in un secondo momento cominciano le difficoltà. Perché le informazioni disponibili sono numerose ed è allora necessario conoscere come applicarle e filtrarle separando quelle superflue da quelle utili: in base a ciascun *target* (costruttore o utilizzatore finale, per esempio) saranno necessariamente diverse: dall'efficienza della macchina ai parametri di coltivazione, solo restando in ambito agricolo. È doveroso in primo luogo aiutare i clienti, e a maggior ragione quelli di dimensione più piccola, a fare chiarezza sui rispettivi obiettivi, offrendo consulenza e supporto. Questo è il cardine della strategia di Bosch Rexroth Spa che con la casa madre tedesca ha definito un processo progettuale preciso e articolato in differenti passaggi successivi. Per

#### APP PredictDrivetrain for Monitoring Hydraulic Pumps & Motors

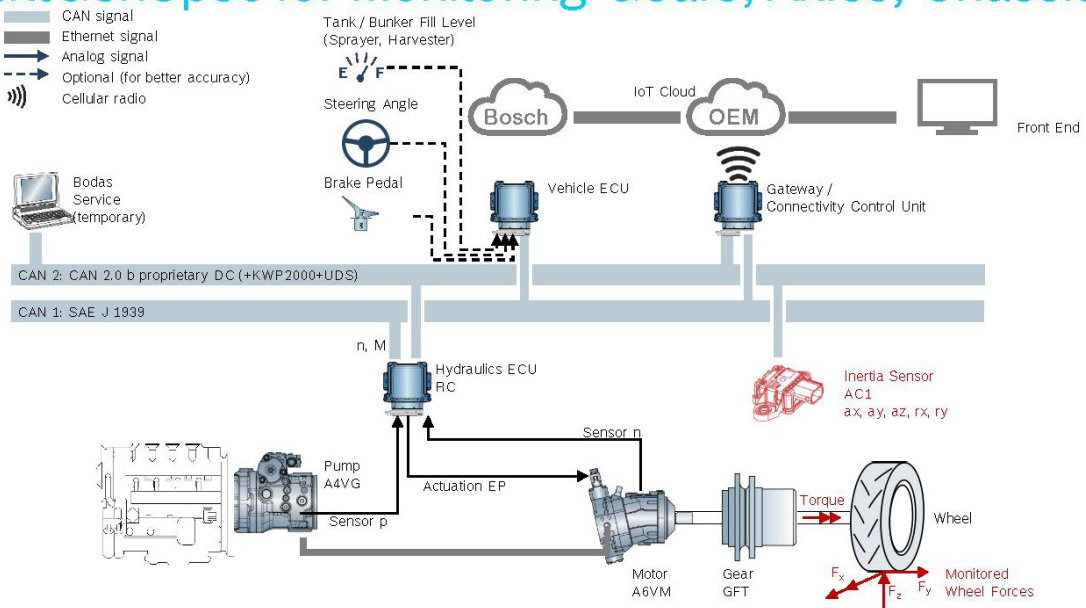


**Figura 6** - PredictDrivetrain è la App che individua i primi sintomi di usura attraverso i sensori ed è in grado di determinare il restante ciclo di vita della macchina

“ **Bosch Rexroth offre supporto nell’analisi dei livelli di sicurezza delle macchine in base alle normative e alla performance richiesta, quindi orientando la scelta dei componenti a seconda delle esigenze e delle necessità di omologazione. La sicurezza della macchina rispetto allo hacking è un altro problema da affrontare, con attenzione alla robustezza dell’elettronica del veicolo, per evitare intrusioni che possano metterne a rischio il funzionamento; ma gli sviluppi sono già in corso.** ”

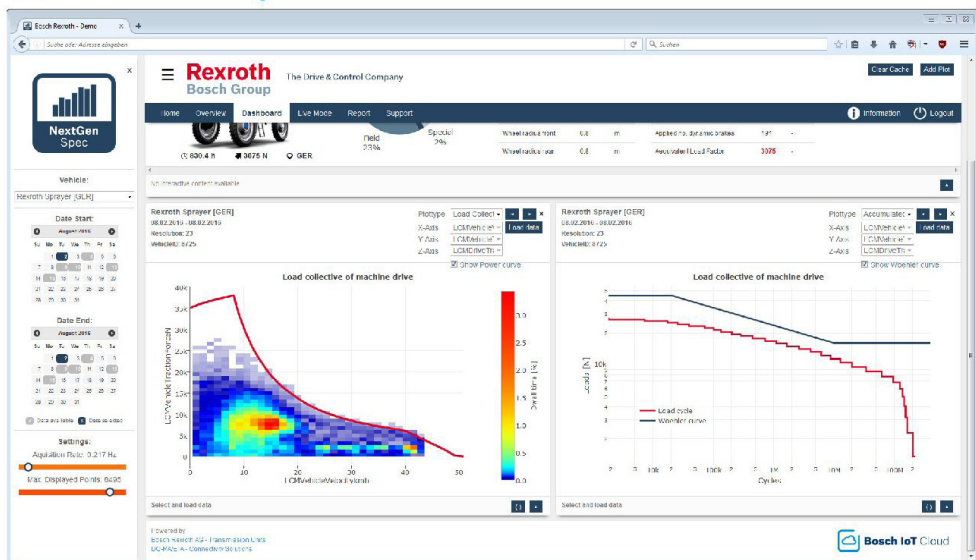
quel che riguarda i *software*, le specifiche da redigere sono dettagliate minuziosamente, descritte in documenti corposi firmati dalle controparti in gioco per validazione e approvazione. Ancor prima di iniziare a scrivere le linee di codice del *software* si analizzano le aspettative del cliente, a seconda del mezzo in oggetto - asfaltatrice, spazzatrice o altro - e in termini di potenza e destinazione d’uso. La dimensione della macchina, i rapporti di trasmissione e la potenza disponibile sono calcolati meticolosamente perché da tali parametri discende la scelta dei componenti. Le funzionalità degli applicativi vengono decise in base alla tipologia del cambio, per esempio, e hanno il denominatore comune di mirare a ottenere un punto di equilibrio che esprima la massima possibile efficienza. L’offerta di Bosch Rexroth è veicolata attraverso tre canali o modalità diverse. Per molti versi la prima scelta è rappresentata da soluzioni largamente standardizzate, di più semplice e diretta installazione. In alternativa e a seconda delle richieste è possibile introdurre

## APP NextGenSpec for Monitoring Gears, Axles, Chassis



**Figura 7**

La App NextGen-Spec registra i carichi meccanici mentre la macchina è in funzione e genera dettagliati diagrammi su piattaforme cloud-based e relativi dati di carico. Queste informazioni servono come base-dati per migliorare la progettazione dei componenti meccanici che in questo modo saranno perfettamente dimensionati.



re soluzioni più personalizzate e adatte al singolo scenario, con progetti *customizzati* (si veda, in proposito, anche il *box* di pagina 8 sulle attività del reparto Technical Product Management). La progettazione di sistemi interamente elettrificati sin dalla loro ideazione è infine la terza strada percorribile. Quale che sia la scelta finale, di concerto con i clienti si eseguono sempre *test* di simulazione a banco e si stabiliscono le attività e le prove necessarie, coinvolgendo più funzioni aziendali. Chiaramente, maggiore è il gradiente di personalizzazione e più numerose si fanno le prove di simulazione. Importante è notare che una forte attenzione è posta sull'adeguamento alle normative internazionali su emissioni e consumi nonché sulla definizione dei potenziali livelli di rischio di ogni integrazione.



**«La digitalizzazione è di per sé versatile e si presta a servire anche esigenze poco sentite oggi e suscettibili di emergere in futuro. Qualora per esempio si facesse strada una tecnologia superiore allo Internet of Things, Bosch Rexroth sarebbe in grado di adattarsi, interpretarla e cambiare quindi in corsa le sue strategie. I nuovi prodotti di Bosch Rexroth aprono un mondo dalle potenzialità vaste, fatto di soluzioni facilmente interfacciabili con le tecnologie di macchina. Quando diventeranno mainstream, potranno godere di sviluppi ulteriori e a oggi impensati».**



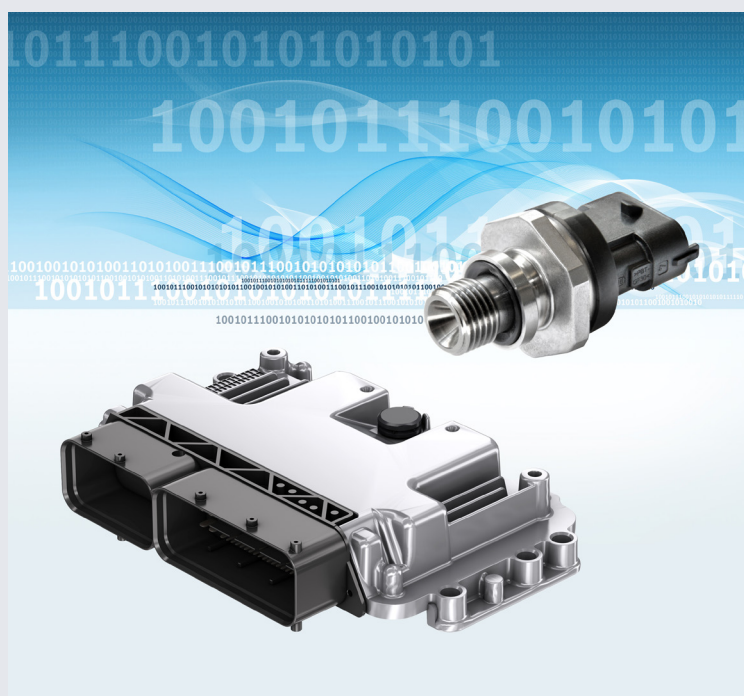
### **Ingegnerizzazione e prototipazione**

Monitorare i comportamenti di una macchina in azione genera da un lato vantaggi e, dall'altro, crea ritorni importanti a beneficio degli utilizzatori. La digitalizzazione sulla quale Bosch Rexroth possiede un importante vantaggio competitivo ha il potere di aprire nuovi mondi perché la connettività implica la possibilità di implementare servizi impensati. Fra questi, in parte già visto, il *service* remoto sui vari parametri di macchina. Essenziale, però, è l'approccio *open*, aperto, tale da evitare che il fornitore interferisca con la filiera o le infrastrutture di un cliente-committente, sovrapponendosi alle sue tecnologie di monitoraggio proprietarie. Il servizio di Bosch Rexroth diviene anzi un tutt'uno con la *vision* di ogni costruttore-cliente, che ha visibilità diretta sulla macchina e sul suo funzionamento, non già con i sottosistemi che vi sovrintendono. Un valore aggiunto determinante è dato dalla componentistica, soprattutto in termini di connettività, dunque dal *know-how* che la casa madre tedesca e le filiali nazionali possiedono sulla stessa genetica di ogni componente. Per quel che attiene alla mole di informazioni che è possibile ottenere, essa è basata sui cicli di lavoro tipici di ogni macchina. È fondamentale in questo modello è la fase di prototipazione, accompagnata dallo sviluppo e dal lancio di *app* dedicate e costantemente arricchite di funzionalità. In questo modo è l'efficienza delle macchine stesse a crescere, completandosi di *feature* che vanno dalla manutenzione predittiva alla garanzia che i livelli di prestazione non varieranno neppure nel caso in cui sia richiesta la sostituzione di una o più parti usurate. Cosa, questa, che i classici sistemi idraulici o persino elettroidraulici non potrebbero assicurare. Un esempio valido viene dalle pompe della Serie 35: un componente digitalizzato che presenta numerosi vantaggi in termini di semplicità di gestione, visto che al banco-prova necessita soltanto della lettura dei dati d'isteresi; mentre i dati di tolleranza sono recuperati dal banco-prova via *cloud*.



### Centraline e sensori: le novità di gamma del 2018

La nuova serie di centraline e sensori Bosch Rexroth in ambito elettrico-elettronico (E/E) si caratterizza per l'elevata potenza e flessibilità, grazie all'utilizzo di processori multi-core di livello avanzato e una varietà di interfacce come SENT (SAE J2716™), CAN FD (Flexible Data Rate), Ethernet BroadR-Reach® (100Base-T1) e ISOBUS (ISO 11783) Physical Layer. La nuova piattaforma hardware modulare offre all'utente centraline pin-compatibili in diversi livelli di configurazione, in modo da poter scegliere la centralina più adeguata in funzione dell'applicazione specifica. La nuova generazione di centraline utilizza un software di base consolidato e sviluppato secondo lo standard AUTOSAR e permette all'utente di contare su una programmazione in conformità allo standard IEC 61131-3 o in linguaggio C. Ciò è possibile grazie all'utilizzo di una API (Application Programming Interface) dall'utilizzo intuitivo, che permette di sviluppare moduli software basati su una tecnologia multi-core e, in un secondo momento, di poter apportare modifiche alla produzione di serie. Le nuove centraline vantano caratteristiche avanzate in termini di sicurezza della macchina e dei dati. La nuova gamma supporta infatti i livelli di performance "d" secondo le norme EN ISO 13849-1 e ISO 25119, per l'utilizzo in agricoltura. Inoltre, moduli con hardware di crittografia integrato, proteggono da eventuali attacchi all'integrità dei dati del veicolo. Una molteplicità di funzioni incorporate nel software implica però anche esigenze più elevate sulla disponibilità e la precisione dei dati del sensore. Proprio per questo motivo Bosch Rexroth ha equipaggiato i sensori con l'interfaccia SENT, già ampiamente utilizzata nell'industria automobilistica. I valori rilevati possono essere così trasmessi in digitale e protetti attraverso una singola linea dati, escludendo interferenze di carattere elettromagnetico, come invece accade con le interfacce analogiche. L'accuratezza dei rilievi di misura dipende solo dal sensore e non dalla centralina. Inoltre, i sensori SENT sono in grado di fornire maggiori informazioni in termini di dati e di diagnostica alla centralina, aumentando così di conseguenza il controllo sulla macchina rispetto alle applicazioni standard. Il sensore di pressione PR4 - per utilizzi fino a 280 bar - è il primo a essere dotato di interfaccia SENT, aprendo la strada nei prossimi anni a un connubio che consente maggiori performance e precisione.



*Centralina RC5-6/40 e sensore di pressione PR4 Rexroth con interfaccia SENT.*

### Lo stato dell'arte e le prospettive future

La convinzione diffusa presso Bosch Rexroth e non solo è che il *trend* della digitalizzazione stia compiendo passi in avanti molto significativi e che in un futuro prossimo una parte del lavoro attualmente svolto dall'oleodinamica possa passare invece nelle mani delle tecnologie elettriche: Una parte notevole dello sforzo del gruppo è concentrato oggi sull'evoluzione delle valvole direzionali cilindriche, visti i progressi delle tecnologie legate ai cilindri stessi. Analogamente a quanto si è visto per gli asservimenti, i *software* devono trasferire i loro benefici anche al segmento dell'idraulica di movimento, risolvendo così il problema delle frequenti e rimarchevoli perdite di efficienza dei sistemi oleodinamici tradizionali. Oltre a indirizzare il tema delle inefficienze prestazionali, le tecnologie digitali introducono possibilità interessanti di risparmio energetico. Un dialogo ottimale fra la parte elettronica e lo *hardware* di una macchina può infatti assicurare una riduzione sino al 25% dei consumi, che su potenze sino ai 500kW e oltre rappresentano un dato certamente non trascurabile. Fra gli applicativi di Bosch Rexroth alcuni sono nati con lo scopo esplicito di ottimizzare la distribuzione di potenza fra le varie parti di una macchina, riducendo il fabbisogno di alcune per dirigere un sufficiente quantitativo di potenza ad altre. È il concetto chiave del *load-limiting*, la limitazione dei carichi, che guida il software Load Limiting Control, semplici da gestire quanto efficienti nell'operare, per razionalizzare la potenza dei diesel. Altra soluzione funzionante ma a tutt'oggi in attesa di ulteriori sviluppi è *valve control* per valvole direzionali. In questa fattispecie la ricerca è orientata a una nuova generazione di *software* in grado di gerarchizzare le priorità di movimento e con esse le logiche di funzionamento delle macchine. Una non secondaria fonte di valore aggiunto è data per Bosch Rexroth e per i suoi clienti dalla capacità di concentrarsi su funzioni altamente specifiche, pur partendo da un *framework* di soluzioni trasversali e pensate di volta in volta per escavatrici, trivelle o altre macchine ancora.

## 4. Caso applicativo 1: così l'assistenza diventa SMART

---

Nell'ambito della digitalizzazione dei sistemi di idraulica mobile, Bosch Rexroth sta sviluppando nuovi servizi di assistenza basati sui dati per tutti gli aspetti delle macchine operatrici mobili. Il servizio di assistenza *PredictDrivetrain* individua i primi sintomi di usura attraverso i sensori ed è in grado di determinare il restante ciclo di vita della macchina. I tempi di fermo possono così essere minimizzati senza ricorrere agli intervalli di manutenzione preventiva convenzionali per trattori, mietitrebbie e altre macchine agricole. I dati raccolti dall'operatività dei mezzi agricoli servono come base-dati per l'applicazione *NextGenSpec*, utile alla progettazione dei componenti meccanici che in questo modo saranno perfettamente dimensionati. Un'ulteriore *app*, cioè *CalibrateHydraulics* permette invece la riduzione dei tempi della messa in servizio, grazie al trasferimento online all'OEM dei dati di collaudo sui componenti. Finora la manutenzione delle macchine agricoli, forestali e macchine operatrici in genere è stata essenzialmente eseguita ad intervalli prefissati, in cui i tecnici sostituiscono i componenti a prescindere dalle loro condizioni oppure sulla base di ispezioni visive non in grado di determinare il grado interno dell'usura. Così facendo, nonostante una manutenzione puntuale e la sostituzione di componenti, continuano a verificarsi guasti nelle macchine agricole.

*PredictDrivetrain* garantisce un servizio su base-dati che riconosce l'usura dei componenti e dei moduli prima che si verifichi un guasto. Sensori di giri, di pressione e di temperatura della pompa e/o del motore, già ampiamente integrati nei sistemi idraulici delle macchine operatrici mobili per scopi funzionali, registrano le condizioni operative dell'attrezzatura; questi dati, mediante un *software*, sono connessi a strumenti di analisi a loro volta basati sulla conoscenza dei componenti di Bosch Rexroth.

È così possibile individuare in modo attendibile anomalie e deviazioni dal normale comportamento, che si sviluppano in modo graduale. *PredictDrivetrain* integrabile agevolmente nell'architettura *software* del cliente-committente, raccoglie queste informazioni automaticamente e avverte un determinato gruppo di persone dedicate all'assistenza sui possibili futuri guasti della macchina.

Dati reali dagli accelerometri multi-asse su uno o più veicoli servono a migliorare continuamente i componenti meccanici, come la trasmissione e il telaio. Quanto a *NextGenSpec*,

essa registra i carichi meccanici mentre la macchina è in funzione e genera dettagliati diagrammi su piattaforme *cloud-based* e relativi ai dati di carico. I reparti R&D possono quindi dedurre le effettive esigenze per il lavoro quotidiano, evitando configurazioni di prodotto sotto/sovradimensionate quando vengono specificati i componenti nella fase di sviluppo del veicolo. È infine disponibile il servizio di assistenza *CalibrateHydraulics*, una applicazione che trasmette dati di collaudo individuali per pompe, motori e valvole idrauliche dall'approntamento Rexroth fino alla linea di montaggio dei costruttori di macchine operative, semplificando la necessaria taratura delle trasmissioni e dell'idraulica di lavoro nelle stazioni appropriate. Il processo di taratura è automatizzato, con una consistente diminuzione dei costi di produzione, ferma restando la qualità dell'*output*. Una soluzione *Internet of Things* (IoT) gestisce il trasferimento, l'elaborazione e la visualizzazione dei dati di misurazione per le *app* citate *PredictDrivetrain* e *NextGenSpec* che possono essere integrate grazie a interfacce aperte.

## 5. Caso applicativo 2: la nuova generazione dell'idraulica dei trattori

---

E-Load-Sensing Rexroth è un sistema modulare composto dalla nuova famiglia di valvole SBx4, da sensori di pressione, da una centralina elettronica RC e da una pompa a cilindrata variabile con controllo elettronico. Il sistema e-LS Rexroth sostituisce il circuito idraulico *load-sensing* con un controllo elettronico a circuito chiuso, permettendo la comunicazione in tempo reale tra tutti i componenti e l'unità di controllo. I costruttori di trattori possono personalizzare i parametri di sistema individualmente per mezzo del software e variarli in funzione delle diverse esigenze lavorative della macchina. È anche possibile impostare un collegamento tra il trattore e i diversi attrezzi, così che il sistema sia in grado di recuperare i parametri predefiniti, semplificando di conseguenza l'utilizzo e il funzionamento con un deciso vantaggio per gli agricoltori per ottenere i massimi risultati. Inoltre, quando l'attrezzo è collegato, e-LS Rexroth riduce le perdite nel sistema.

L'efficienza energetica è ulteriormente incrementata dalla ridotta dissipazione di energia in modalità *Standby* e dalla possibilità di variare l'eccedenza di pressione del segnale LS. Non solo. Il sistema e-LS Rexroth consente di regolare in modo flessibile la pressione massima al valore necessario per la gestione dei singoli attrezzi e delle loro funzioni. Per fare un esempio, si possono evitare danni alle balle di fieno limitando la pressione della pinza. Il sistema consente solamente di raggiungere la pressione massima prestabilita, e la forza di compressione della pinza di movimentazione balle è limitata idraulicamente. In caso di occasionale richiesta di potenza addizionale, per esempio per via di una richiesta di forza su un caricatore frontale, è possibile fornire una sovrappressione tale da poter rispondere efficacemente alla richiesta. e-Load-Sensing è in grado di anticipare anche i *trend* futuri delle macchine agricole: già in preparazione per i servizi *cloud-based*, il sistema rende disponibili i dati di funzionamento per l'intero ciclo di vita, trasmissibili anche su connessioni *wireless*. Il complesso dei dati elettronici di pressione, portata e temperatura consente una diagnosi veloce, accurata ed economicamente vantaggiosa del sistema idraulico, senza necessitare l'intervento di un meccanico. I dati possono essere letti *in loco* o da remoto, e si può individuare l'usura dei componenti prima che si verifichi il danneggiamento. Possono essere avviate misure di manutenzione preventiva, evitando tempi di fermo e i costi conseguenti. È inoltre possibile aggiornare il sistema *over the air* mantenendo quindi i veicoli completamente aggiornati.



Il futuro  
dell'idraulica on board

# CONNECT

Safety

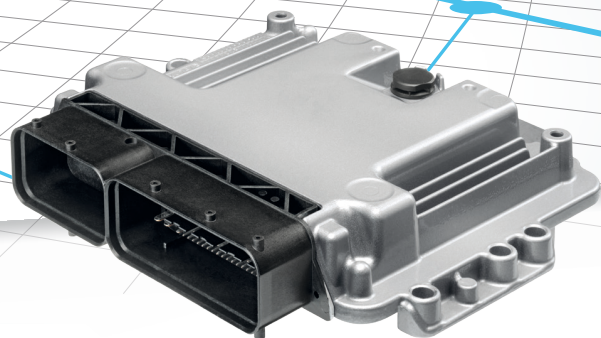
SAFETY  
ON  
BOARD

IoT



Efficiency

4EE  
ENERGY  
EFFICIENCY



Le soluzioni elettroniche di Bosch Rexroth sono realizzate con lo scopo di garantire maggiore efficienza e risparmio energetico per le vostre macchine mobili. I componenti elettronici Rexroth, progettati secondo gli ultimi standard di sicurezza e tecnologia, sono modulari, di facile installazione e sono predisposti alla connessione remota per il monitoraggio continuo dei parametri di funzionamento della macchina.

**Con Bosch Rexroth scegli prestazioni, affidabilità e innovazione.**



[www.boschrexroth.it/mobilehydraulics](http://www.boschrexroth.it/mobilehydraulics)  
#WeMoveYouWin

**rexroth**  
A Bosch Company

