

# Macchine **mobili** più efficienti

Nei prossimi anni tutte le macchine mobili, tra cui gli escavatori, dovranno necessariamente essere soggette ad un incremento dell'efficienza energetica e ad una riduzione delle emissioni inquinanti, secondo i vincoli imposti dalle normative. Ad esempio, a partire dal 2012 tutte le macchine con motore a combustione interna di potenza inferiore a 130 kW dovranno soddisfare in Europa le direttive della UE Stage IIIB e negli Stati Uniti quelle della EPA Tier 4. Un'evoluzione del sistema idraulico potrà contribuire in maniera significativa all'incremento di efficienza sulle macchine mobili.

L'introduzione della prima generazione di sistemi idro-meccanici di tipo LS (Load Sensing) è stata un primo passo in questa direzione perché la portata della pompa veniva adattata all'effettiva richiesta. A questa tecnologia è seguita una seconda generazione rappresentata dai sistemi antisaturazione (flow sharing), che consentono una distribuzione proporzionale della portata ai vari utilizzi anche in caso di saturazione in portata della pompa. Un ulteriore sostanziale miglioramento in termini di efficienza energetica e di controllabilità della macchina è ora possibile solo attraverso un uso estensivo di componenti elettronici. Recentemente sono state proposte nuove possibili soluzioni in tale direzione, o modificando i componenti tradizionali attraverso l'introduzione dell'elettronica [1] o elaborando solu-

zioni completamente differenti che adottano componenti innovativi [2, 3]. Tali proposte si distaccano più o meno nettamente dai sistemi LS tradizionali, richiedono componenti ancora nuovi o relativamente costosi e richiedono ancora tempi di sviluppo e di ottimizzazione del sistema in termini di prestazioni, stabilità, controllabilità.

A partire dalla seconda generazione di sistemi LS idro-meccanici, utilizzando una tipologia di componenti largamente diffusi sul mercato e di comprovata affidabilità, Casappa e Walvoil hanno sviluppato un sistema LS elettro-idraulico. I principi di base della soluzione proposta erano già stati introdotti quasi 20 anni fa [4], ma a quel tempo era ancora piuttosto lontana la possibilità di applicazione pratica su macchine mobili a causa del livello di affidabilità, di prestazioni e di costo dei componenti elettronici necessari. Oggi la situazione è radicalmente cambiata e un controllo di tipo elettronico consente l'integrazione di strategie di risparmio energetico e di funzionalità aggiuntive.

## **Sistema load sensing elettro-idraulico**

Fondamentalmente, il sistema LS elettro-idraulico è ottenuto integrando con componenti elettronici un tradizionale sistema LS idro-meccanico, costituito da una pompa a pi-

Secondo le attuali normative tutte le macchine mobili, entro il 2012, dovranno essere soggette a un incremento di efficienza energetica. Un'evoluzione del sistema idraulico potrà contribuire in maniera significativa al miglioramento richiesto. Elettronica e idraulica sempre più protagoniste



**1. Componenti di un sistema LS idro-meccanico di seconda generazione: pompa a pistoni a cilindrata variabile** (Casappa Mvp), distributore antisaturazione (Walvoil Dpx), joystick elettro-idraulico (Walvoil Svm).

stoni a cilindrata variabile, da un distributore antisaturazione e da un joystick elettro-idraulico (figura 1). Una differenza sostanziale consiste nella sostituzione del collegamento idraulico tra la pompa e il segnale load sensing del distributore con un equivalente segnale elettrico. A tale scopo, è stato sviluppato per la pompa Casappa Mvp un controllo elettronico di pressione, che sostituisce il tradizionale limitatore di pressione idro-meccanico. Con questo controllo, la pressione di mandata della pompa è proporzionale alla corrente di controllo agente su una valvola proporzionale che regola il segnale di pilotaggio del regolatore LS idro-meccanico. In questo modo, la funzione load sensing è realizzata da un'unità elettronica di controllo (Walvoil Ced 100X, figura 2), che analizza i segnali di due trasduttori di pressione, uno sulla linea di mandata della pompa e l'altro sul segnale LS proveniente dal distributore. Il

**2. Unità elettronica di controllo Walvoil Ced 100X** con 4 ingressi analogici, 4 ingressi digitali e 2 uscite.



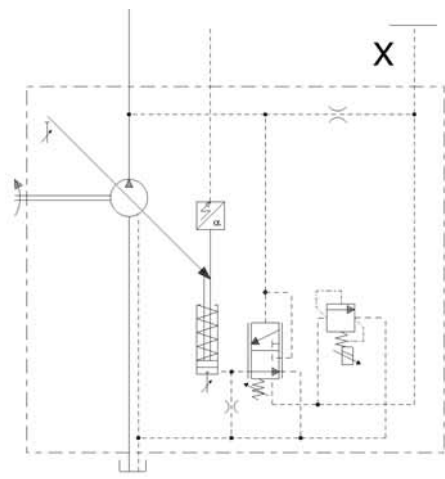
**3. Pompa Casappa Mvp con controllo elettronico** della pressione e misura della posizione angolare del piatto oscillante (Peca).

segnale di corrente in uscita dalla Ced 100X controlla la valvola proporzionale e regola la pressione di mandata in base al valore istantaneo della pressione LS.

In aggiunta, è stato integrato nella pompa un trasduttore per la misura della posizione angolare del piatto oscillante con il quale si può determinare la coppia istantaneamente assorbita dalla pompa. Pertanto è possibile realizzare un controllo di coppia del

sistema idraulico, che consente una gestione ottimale della potenza disponibile dal motore termico. La pompa Casappa in questa configurazione è la Mvp Peca (Pressure electronic control and swashplate angular sensor) in figura 3. La flessibilità dell'elettronica, per esempio nella variazione della taratura di LS in base alle differenti condizioni operative, si aggiunge pertanto ai vantaggi del sistema idraulico tradizionale. Un ulteriore vantaggio è che il distributore rimane assolutamente standard, con l'unica aggiunta di un trasduttore di pressione sulla bocca del segnale LS.

Nella soluzione proposta sono state implementate le seguenti funzionalità: controllo elettronico LS, controllo elettronico della coppia, variazione della taratura di LS e variazione della taratura di coppia in funzione della velocità del



motore, attivazione di una modalità 'fast mode' tramite pulsante, possibilità di selezionare la velocità di lavoro fast mode da parte dell'utente della macchina tramite un potenziometro.

## Test sul campo

Per confrontare il sistema LS elettro-idraulico con un sistema LS tradizionale idro-meccanico, sono stati condotti test sperimentali su un miniescavatore Kubota KX 161-3 (figura 4). I componenti idraulici originali (pompa, distributore e servocomandi) sono stati sostituiti con i componenti mostrati in figura 1: una pompa Casappa Mvp 48.54 con regolatore LS e limitatore di coppia idro-meccanici, un distributore antisaturazione Walvoil Dpx100, valvole di pilotaggio e joystick Walvoil. È stato quindi installato un opportuno sistema di acquisizione dati per misurare le prestazioni della macchina.



**4. Kubota KX 161-3 modificato.**

Dopo questa prima fase, la stessa macchina è stata equipaggiata con il sistema LS elettro-idraulico proposto, sostituendo la pompa con una Mvp 48.54 Peca (figura 5) e installando l'unità elettronica Ced 100X con i trasduttori opportuni.

Con il sistema LS idro-meccanico, è stata individuata come ottimale una taratura di LS, corrispondente alla caduta di pressione intrattenuta sul distributore, pari a 17 bar, in modo da ottenere un'adeguata velocità dei movimenti. Con il sistema elettro-idraulico, nella modalità di funzionamento 'standard mode' la taratura di LS è una funzione della velocità di rotazione del motore termico, da un minimo di 10 bar ad un massimo di 15 bar, mentre nella modalità fast mode, attivabile dall'operatore attraverso un

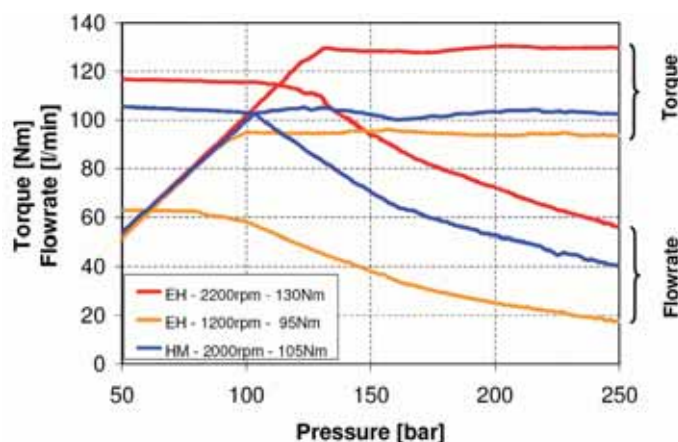
pulsante posizionato sul joystick, la taratura di LS è regolabile in maniera fine direttamente dallo stesso operatore tramite un potenziometro, fino ad un valore massimo di 27 bar. Questa configurazione consente quindi una riduzione dei consumi nelle normali condizioni di lavoro, con la possibilità di aumentare la velocità della macchina (di traslazione o dei movimenti) attivando il fast mode quando necessario. Da un punto di vista della gestione energetica, il limitatore di coppia idro-meccanico (HM) è stato settato ad un valore di 105 Nm (fisso) in maniera da evitare lo stallo del motore in ogni condizione; il sistema elettro-idraulico (EH), invece, ha una taratura variabile compresa tra 95 Nm a 1.600 giri/min e 130 Nm a 2.200 giri/min (figura 6).

In figura 7 è evidenziato l'intervento del limitatore di coppia: con il movimento di sollevamento del braccio combinato alla traslazione la

portata è di 87 l/min a 150 bar per il sistema elettro-idraulico contro gli 81 l/min a 130 bar per il sistema idro-meccanico. Dunque il sistema di controllo implementato fornisce evidenti vantaggi: alla minima velocità di rotazione nessuna operazione è critica per il motore, e allo stesso tempo alla massima velocità la potenza idraulica disponibile è maggiore rispetto al sistema idro-meccanico.

## Cosa dire

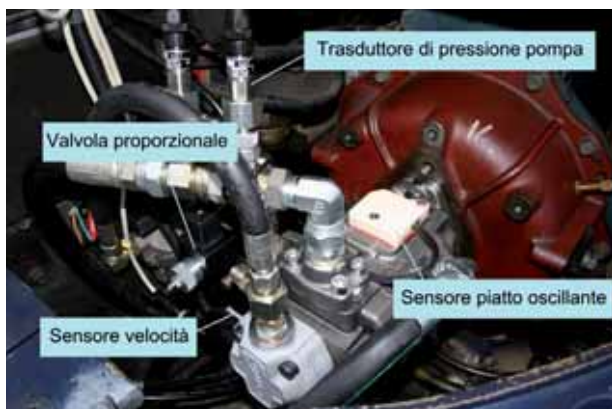
In questo lavoro si propone un sistema elettro-idraulico, che include un distributore antisaturazione Load-Sensing, un'unità elettronica di controllo, due trasduttori di pressione e una pompa a pistoni a cilindrata variabile con un sistema di controllo in pressione e un trasduttore integrato per la misura della posizione angolare del piatto oscillante. Tale sistema, con un controllo LS elettronico e un controllo elettronico della coppia, è stato testato su un mini-scavatore di taglia media, rilevando un ottimo comportamento nelle tipiche operazioni di lavoro e funzionalità aggiuntive rispetto ad una



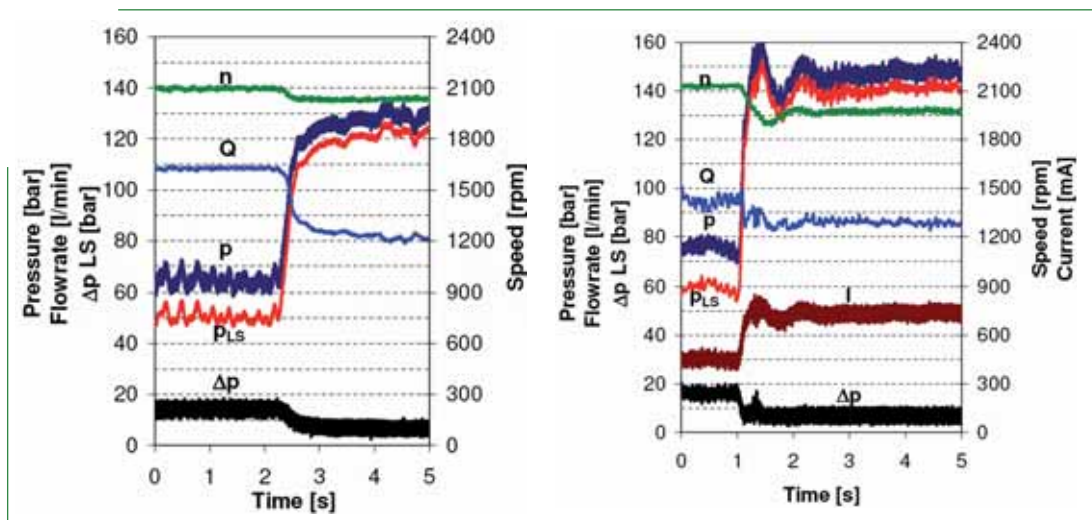
**6. Diagramma di coppia** e portata misurati su banco prova.

soluzione tradizionale di tipo idro-meccanico. In particolare, è stato possibile realizzare una taratura di LS che garantisca un minor consumo, oltre ad offrire una configurazione fast mode regolabile direttamente da parte dell'operatore e attivabile quando necessario. La gestione della potenza è stata migliorata attraverso un limite di coppia variabile in funzione della velocità del motore.

Tale sistema, ottenuto utilizzando componenti già commercialmente disponibili nell'offerta di Casappa e Walvoil, combina l'affidabilità di componenti idraulici tradizionali e la stabilità



**5. Casappa Mvp Peca** sulla macchina.



**7. Traslazione a 2.100 giri/min e movimento di sollevamento** del braccio: confronto tra sistema LS idro-meccanico (sinistra) e elettro-idraulico (destra).

di un sistema idraulico ampiamente diffuso sul mercato delle macchine da costruzione, con i vantaggi di flessibilità, personalizzazione ed ottimizzazione forniti dall'elettronica.

*M. Guidetti e A. Lettini, Casappa Spa - A. Fornaciari e M. Havermann, Walvoil Spa. readerservice@fieramilano.it n.251*

[readerservice@fieramilanoeditore.it](mailto:readerservice@fieramilanoeditore.it) n.251

## Bibliografia

- [1] Latour, Ch., *Electrohydraulic Flow Matching (Efm) – The next generation of Load Sensing controls*, Mobile 2006, International Mobile Hydraulic Conference, Bosch Rexroth Group, Ulm, 2006
- [2] Rahmfeld, R., Ivantysynova, M., *Energy saving hydraulic displacement controlled linear actuators for industrial applications and mobile machine systems*, Ldia Birmingham, UK, pp. 105-110, 2003
- [3] Zimmerman, J., Pelosi, M., Williamson, C., Ivantysynova, M., *Energy Consumption of an LS Excavator Hydraulic System*, ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Seattle, WA, Usa. Imece2007-42267, 2007
- [4] Backé, W., Feigel, H.-J., *Neue Möglichkeiten beim elektrohydraulischen Load-Sensing, O+P "Ölhydraulik und Pneumatik" 34, Nr. 2, p. 106-114, 1990*

## RL e MG

Quando la semplicità prende forma nascono le grandi innovazioni.



readerservice.it n.24293



**F.lli Giacomello** s.n.c.

Via Magenta, 77 cap 15/A - 20017 RHO (MI)  
Tel. +39 02 93.01.278 - Fax +39 02 93.01.690

[info@fratelligiacomello.it](mailto:info@fratelligiacomello.it)  
[www.fratelligiacomello.it](http://www.fratelligiacomello.it)