

Progetto: Sistema a trazione elettro-funicolare

(Mi.P.A.A.F. - D.M. 9339 del 30/04/2012)

Acronimo: AGRIVOL

Filiera/Tematica: Tecnologie Innovative in Agricoltura

Coordinatore generale del Progetto: Dr. Daniele POCHI

Il progetto di ricerca “AGRIVOL – Sistema a trazione elettro-funicolare”, è stato finanziato dal MiPAAF (Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali), con D.M. n. 9339/7303/12 del 30/04/2012, e coordinato dal CREA-ING, Unità di Ricerca per l’Ingegneria Agraria di Monterotondo (RM). Oltre al CREA, sono stati impegnati nel progetto la società AGRIVOL, detentrica di un brevetto internazionale PCT su una omonima macchina agricola a trazione funicolare, e l’ENAMA (Ente Nazionale per la Meccanizzazione Agricola).

Il progetto AGRIVOL è stato finalizzato a dimostrare l’applicabilità operativa del sistema. Esso si è concluso nel settembre 2016 con la realizzazione e la sperimentazione degli apparati meccanici: due macchine semoventi, posizionate sulle testate di un campo, che operano la trazione funicolare di una macchina operatrice bidirezionale. Il sistema è integralmente ad alimentazione elettrica, con modeste richieste di energia, ed è dotato di una serie di dispositivi (sensori, attuatori) per il controllo in continuo delle varie funzioni: posizione delle macchine da testata, corretto allineamento dell’operatrice, verso di funzionamento, velocità di lavorazione ecc.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL PROTOTIPO AGRIVOL

Il principio di funzionamento del sistema a trazione funicolare realizzato nell’ambito del progetto AGRIVOL, prevede il posizionamento, sui due lati opposti di un campo da lavorare, delle due macchine semoventi (una in configurazione destra, l’altra in configurazione sinistra), ciascuna dotata di un verricello su cui si avvolgono funi di acciaio di lunghezza almeno uguale alla distanza tra le due macchine. Le estremità delle funi sono collegate ai ganci di traino posti su entrambi i lati di una macchina operatrice, progettata e realizzata per lavorare in modo bidirezionale (sia in andata che in ritorno). Il gancio di traino che porta la fune attiva, in fase di trazione, è posizionato al centro della larghezza di lavoro dell’operatrice, mentre il gancio con la fune passiva è posizionato all’estremità del lato opposto dell’operatrice, in modo che rimanga adagiata sul terreno non lavorato pronta per diventare attiva e consentire così il successivo passaggio.

Azionando il verricello (attivo) di una macchina motrice e lasciando in folle (passivo) quello dell’altra macchina, l’operatrice sarà quindi trainata dalla fune attiva, secondo una direzione trasversale rispetto al movimento delle macchine semoventi lungo le capezzagne. Una volta terminata la lavorazione, la macchina motrice “attiva”, tramite una struttura azionata da un impianto oleodinamico portante una coppia di forche, solleva la macchina operatrice ed avanzando di una distanza equivalente alla larghezza di lavorazione della stessa operatrice, la riposiziona a terra per il passaggio successivo. Contemporaneamente, un sistema costituito da una barra filettata posta nel telaio portante dell’operatrice ed azionata da un motore elettrico, riposiziona il gancio di traino che porta la fune passiva, dall’estremità verso il centro dell’operatrice, predisponendolo per il successivo passaggio in trazione. Tale operazione di riposizionamento del gancio di traino avviene

ad una velocità pari alla velocità di spostamento della macchina motrice, con verso opposto, in modo tale che la posizione sul terreno della fune passiva resti immutata.

A questo punto la motrice “passiva” già in posizione aziona il proprio verricello in trazione, diventando così “attiva”, sgancia l’operatrice dalla struttura di sollevamento dell’altra macchina, consentendo così la lavorazione di ritorno, dopo che un dispositivo meccanico, ad azionamento elettrico, ha provveduto all’inversione degli utensili di lavoro. La macchina motrice che da “attiva” è ora divenuta “passiva”, avanza ancora della stessa distanza pari alla larghezza di lavoro dell’operatrice, mentre il sistema di riposizionamento della fune ora passiva, presente sull’altro lato dell’operatrice, porta il gancio di traino dal centro verso l’estremità, in modo da adagiare la fune sul terreno non lavorato, predisponendola per il successivo passaggio.

Dal punto di vista costruttivo, le due macchine semoventi sono costituite da due sottocarri cingolati cui sono state apportate adattamenti e modifiche per consentire l’alloggiamento di tutti gli elementi necessari al corretto funzionamento del sistema. Tali elementi, per ciascuna macchina, sono costituiti da un verricello dotato di un cavo di acciaio per la trazione funicolare e da un impianto oleodinamico di sollevamento e riposizionamento, tramite forche, della macchina operatrice per la passata successiva. Il lavoro in coppia delle due macchine semoventi (sinistrorsa e destrorsa) è realizzato proprio attraverso il cavo, dotato di idonee caratteristiche di elasticità e di resistenza alla trazione, su cui viene montato un attrezzo agricolo che si estende avvolgendosi e svolgendosi durante la lavorazione tra i rispettivi verricelli delle due macchine.

Ciascun verricello è azionato da un motore elettrico trifase asincrono con potenza di 11 kW, tramite un riduttore epicicloidale e un inverter, per variare la velocità di avvolgimento del cavo da 4 a 8 km/h. L’avanzamento di ciascuna macchina avviene per mezzo di altri 2 motori elettrici trifase con potenza di 11 kW, uno per ogni cingolo, che tramite un sistema di trasmissione ad ingranaggi e catene inviano il moto alla flangia del gruppo di riduzione del moto di ciascun cingolo.

L’azionamento contemporaneo dei due gruppi consente l’avanzamento rettilineo, mentre la sterzata (a destra o a sinistra) è possibile azionando uno solo dei due.

Per quanto riguarda la macchina operatrice realizzata nell’ambito del progetto AGRIVOL, questa è rappresentata da una seminatrice a righe con distribuzione meccanica del seme, prodotta dalla ditta Nardi S.p.A., con larghezza di lavoro di 3 m. Il telaio è stato modificato con l’aggiunta, su entrambi i lati, di due travi scanalate, più lunghe della macchina in modo da consentire lo scorrimento, tramite motori elettrici, dei ganci di traino predisposti per la trazione tramite cavo. Tale spostamento avviene dal centro del corpo della seminatrice (che porta il cavo attivo di trazione) fino ad un punto corrispondente a metà della larghezza di semina, per il posizionamento del cavo passivo (che diventerà attivo nel successivo passaggio). L’estremità a sbalzo del telaio porta un variatore di velocità delle ruote motrici, basato su due pulegge collegate da una cinghia, che ha la funzione di mantenere il corretto allineamento della seminatrice nel corso della lavorazione rispetto alla linea di trazione (secondo una direzione perpendicolare alle due macchine motrici di testata).

Il punto nodale per il buon funzionamento del sistema a trazione funicolare è rappresentato proprio dal corretto allineamento dell’operatrice rispetto alla linea di tiro del cavo. Per effetto della rugosità del terreno e per l’eventuale pendenza, l’operatrice potrebbe disallinearsi, con conseguenze sulla qualità dell’operazione in corso. La seminatrice è stata pertanto dotata di un dispositivo in grado di controllare ed eventualmente correggere tale disallineamento, basato su un potenziometro angolare in grado di misurare l’angolo formato dal cavo di trazione con la linea di tiro del cavo. La correzione, se necessario, avviene sulla base dei segnali inviati dal sensore, azionando (in feed-

back) gli organi meccanici del variatore di velocità, che agiscono sulla velocità periferica di due coppie di ruote motrici pneumatiche, poste alle estremità della seminatrice, fino al ripristino dei valori corretti (angolo pari a zero).

Infine, l'operatrice presenta un sistema per la doppia distribuzione del seme associato a due ranghi di assolcatori che funzionano alternativamente, mediante un leveraggio a controllo elettrico, consentendo di seminare in entrambe le direzioni di avanzamento (andata e ritorno).