PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 23 - numero 5069 di Mercoledì 15 dicembre 2021

Macchine agricole e rischio vibrazioni: sistemi antivibranti e sospensioni

Un manuale sulla progettazione acustica e vibratoria delle macchine agricole si sofferma sui sistemi antivibranti per ridurre i rischi delle vibrazioni. Focus sull'uso delle sospensioni passive, delle sospensioni semi-attive e delle sospensioni attive.

Roma, 15 Dic ? "Quattro quinti delle malattie professionali riconosciute nel settore agricolo riguardano il sistema osteo-muscolare, il tessuto connettivo ed il sistema nervoso: di queste una quota preponderante è ascrivibile ad una **eccessiva esposizione a vibrazioni**".

E, tra l'altro, anche il **rumore** generato sulle macchine agricole è "nella maggior parte dei casi causato da irradiazione acustica dovuta a vibrazioni di pannelli. Pertanto, una progettazione concentrata sulla **riduzione delle vibrazioni** produce indirettamente una riduzione del rumore emesso".

A soffermarsi in questi termini sul rischio vibrazioni e rischio rumore nel settore agricolo e, in particolare, tra gli operatori delle macchine agricole, è un documento prodotto dal Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (DIMEILA) dell' Inail e dal titolo " Progettazione acustica e vibratoria di macchine e attrezzature per uso agricolo. Manuale operativo".

Riguardo a questo documento, su cui ci siamo soffermati nei mesi scorsi, abbiamo già approfondito gli effetti sui lavoratori delle vibrazioni e del rumore, l'importanza di una progettazione accurata e alcune indicazioni relative alla trasmissione ed isolamento delle vibrazioni nelle macchine e attrezzature per uso agricolo.

Oggi presentiamo più nel dettaglio alcuni **sistemi antivibranti** che possono essere **sistemi passivi** ("che introducono una modifica nel sistema meccanico in termini di caratteristiche di massa, smorzamento o rigidezza), **sistemi attivi** ("caratterizzati dalla presenza di un sistema di attuazione che introduce una sorgente di eccitazione aggiuntiva finalizzata al controllo delle vibrazioni") e **sistemi semi-attivi**.

L'articolo affronta i seguenti argomenti:

- Macchine agricole e sistemi antivibranti: sospensioni passive
- Macchine agricole e sistemi antivibranti: sospensioni semi-attive
- Macchine agricole e sistemi antivibranti: sospensioni attive

Pubblicità
<#? QUI-PUBBLICITA-SCORM1-[SA052] ?#>

Macchine agricole e sistemi antivibranti: sospensioni passive

Il manuale - a cura di Annalisa Fregolent, Pietro Nataletti, Walter D'Ambrogio e Jacopo Brunetti ? si sofferma innanzitutto sulle **sospensioni passive** che sono utilizzate per "limitare la trasmissione di vibrazioni fra due strutture".

Infatti l'inserimento di una sospensione in luogo di una connessione rigida "altera la trasmissibilità della connessione stessa. Infatti, mentre una connessione rigida (k=?) e caratterizzata da una trasmissibilità unitaria su tutta la banda di frequenza, l'inserimento di un sistema ausiliario a rigidezza finita e con smorzamento introduce un'azione di filtro meccanico sulla trasmissione di vibrazioni. La rigidezza influenza il valore della frequenza naturale del sistema e di conseguenza la banda in frequenza dove la trasmissibilità è più elevata; lo smorzamento, invece, ha influenza sulla capacità dell'elemento di collegamento di dissipare energia".

A titolo di esempio ? continua il manuale ? "si consideri un macchinario che vibra in esercizio (il telaio di un trattore agricolo), sul quale deve essere realizzata la seduta di un operatore. Questo e il tipico problema in cui la sospensione passiva può essere impiegata al fine di isolare il sedile dalle vibrazioni del macchinario"

Si indica che la sospensione passiva "rappresenta un'ottima soluzione di isolamento per vibrazioni a frequenza maggiore della frequenza di taglio. Per forze eccitanti con frequenze molto basse, l'effetto di filtro potrebbe essere garantito da sospensioni con rigidezze molto basse e pertanto molto flessibili che però hanno l'inconveniente di presentare frecce statiche troppo elevate".

Macchine agricole e sistemi antivibranti: sospensioni semi-attive

Sempre in relazione al rischio vibrazioni veniamo alle **sospensioni semi-attive**.

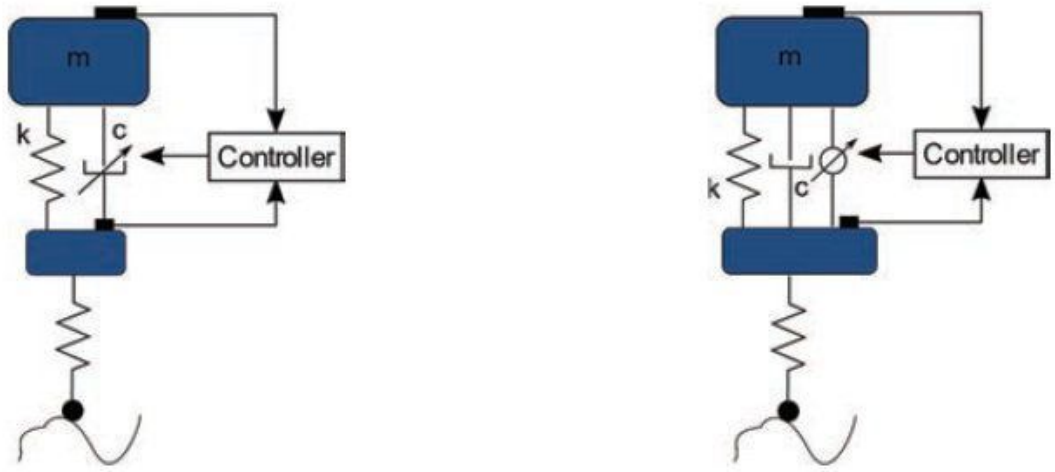
Si indica che in alcuni sistemi "i parametri dinamici possono variare nel tempo": la massa di un elicottero, ad esempio, decresce al consumarsi del carburante". Inoltre, "diverse condizioni di volo (altezza di volo, manovre, atterraggio, velocita di rotazione del rotore, ecc.) producono sul sistema diverse frequenze di eccitazione".

Nell'ambito delle macchine agricole si può fare l'esempio della "variazione degli spettri di eccitazione derivanti dall'attraversamento di un terreno disconnesso rispetto ad una strada asfaltata, oppure alla variazione della dinamica della macchina agricola per diverse macchine operatrici ad essa collegate. Ne consegue che le frequenze proprie della struttura e la banda di frequenze eccitate variano in base alle condizioni operative".

In questi casi le sospensioni passive non sono efficienti ed è "necessario utilizzare un sistema le cui caratteristiche possano variare a seconda delle condizioni di lavoro della struttura da isolare". E attraverso degli attuatori "le **sospensioni semi-attive** adattano i propri valori di smorzamento, rigidezza o posizione di masse aggiuntive a seconda dello stato del sistema".

Si riporta, tratto dal documento Inail, un modello di sospensione semi-attiva e un modello di sospensione attiva di un assale che attraversa un terreno disconnesso:

Figura 19 **Sospensione semi-attiva e sospensione attiva**



Schema rappresentativo di una sospensione semi-attiva e di una attiva

(Università degli Studi di Roma La Sapienza - DIMA in collaborazione con Università degli Studi dell'Aquila - DIIIE)

In questo caso, con riferimento alla parte sinistra della figura, "mediante la variazione dello smorzamento **c** della sospensione si può modificare in tempo reale la trasmissibilità della sospensione stessa, al fine di limitare l'eccitazione che tali forze produrrebbero sul telaio ed adeguare l'azione smorzante della sospensione al contenuto in frequenza della sorgente eccitante. Il comportamento di una sospensione semi-attiva può essere governato da una centralina al cui interno è implementato l'algoritmo di controllo che raccoglie i dati dai sensori ed attua le modifiche necessarie al sistema".

Macchine agricole e sistemi antivibranti: sospensioni attive

Infine ci soffermiamo sulle **sospensioni attive** che presentano, "oltre agli elementi di rigidezza o smorzamento, anche un attuatore", ma a differenza delle sospensioni semi-attive, "gli attuatori nelle sospensioni attive agiscono direttamente sul sistema da isolare generando una forza interna variabile in base al livello di vibrazione rilevato da opportuni sensori".

Si indica che gli **attuatori**, "tipicamente di taglia maggiore rispetto a quelli presenti nelle sospensioni semi-attive, sono generalmente di tipo idraulico o elettro-dinamico. Attraverso degli accelerometri, viene identificato lo stato vibratorio della struttura e attraverso tali informazioni si regola la distribuzione dei carichi dinamici interni".

Il ruolo degli attuatori è poi quello di "modificare l'energia trasmessa attraverso la sospensione, minimizzando le vibrazioni del sistema da isolare".

Nella parte destra della figura riportata è possibile visualizzare un **esempio di sistema attivo**.

Si rappresenta, in questo caso, "una sospensione attiva di un assale che attraversa un terreno disconnesso. In questo caso, l'attuatore incluso nella sospensione limita l'eccitazione che le irregolarità del suolo produrrebbero sul telaio. Il comportamento di una sospensione attiva è governato da una centralina al cui interno è implementato l'algoritmo di controllo che raccoglie i dati dai sensori e genera il segnale di comando dell'attuatore".

Concludiamo l'articolo segnalando che il documento Inail, che vi invitiamo a leggere integralmente, si sofferma anche su:

- **assorbitori dinamici passivi** ("nel caso in cui sia necessario ridurre localmente la vibrazione di un sistema, si può agire direttamente sul sistema stesso o apportando delle modifiche alla distribuzione di massa e rigidezza della struttura o inserendo un assorbitore dinamico");
- **assorbitori semi-attivi** ("in questo caso, un attuatore comandato da un controllore varia le caratteristiche dell'assorbitore e quindi la sua frequenza di risonanza, in base alla frequenza da neutralizzare")
- **assorbitori attivi** ("hanno la funzione di diminuire il livello di vibrazioni in una zona localizzata della struttura, ma rispondono efficacemente anche a rapide variazioni della frequenza della forza eccitante).

Infine sono fornite informazioni anche sui **risonatori** passivi, semi-attivi e attivi che hanno il "ruolo di assorbire le vibrazioni nell'intorno di una certa frequenza, opportunamente regolata, cancellando gli effetti della sorgente da neutralizzare. Il principio di funzionamento è del tutto analogo a quello degli assorbitori".

RTM

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Inail, Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale, " Progettazione acustica e vibratoria di macchine e attrezzature per uso agricolo. Manuale operativo", a cura di Annalisa Fregolent (Università degli Studi di Roma La Sapienza - Dipartimento di ingegneria meccanica e aerospaziale), Pietro Nataletti (Inail ? Dimeila), Walter D'Ambrogio e Jacopo Brunetti (Università degli Studi dell'Aquila - Dipartimento di ingegneria industriale e dell'informazione e di economia), manuale predisposto nell'ambito del progetto Bric Inail ID26 del Piano delle attività di ricerca Inail 2016 - 2018, Collana Salute e Sicurezza, edizione 2021 (formato PDF, 4.09 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Informazioni su progettazione acustica e vibratoria di macchine e attrezzature per uso agricolo".

Licenza Creative Commons

www.puntosicuro.it