

Per prese di forza senza problemi

Mag-Tronic è un dispositivo di innesto per prese di forza, il cui funzionamento si basa su un elettromagnete di dimensioni contenute grazie alla differenziazione dell'intensità di corrente della fase di innesto e della fase di mantenimento dell'innesto stesso.

Il sistema di controllo mantiene monitorati, i parametri fondamentali come corrente e tensione dell'elettromagnete. Da questi parametri il sistema è in grado di rilevare la posizione di innesto o disinnesto della presa di forza.

Dopo la descrizione di una presa di forza viene fatta una panoramica sullo stato dell'arte dei sistemi/dispositivi di innesto. Vengono descritte meccanica ed elettronica di Mag-Tronic e viene infine presentato il lavoro di testing effettuato al banco e sul campo per la validazione del progetto.

La presa di forza è un dispositivo meccanico a ingranaggi che collegato al cambio di veicoli industriali preleva potenza dal cambio stesso trasferendola a un utilizzo esterno, in particolare a una pompa oleodinamica la quale trasforma la potenza meccanica in potenza idraulica da fornire a un impianto idraulico per molteplici applicazioni. Con riferimento alla figura 1, i componenti principali della presa di forza sono:

- 1) un corpo, in ghisa o in alluminio, che costituisce il contenitore esterno di tutti gli altri elementi meccanici e che serve da collegamento fisso al cambio;
- 2) un ingranaggio principale, detto "sempre in presa", che si accoppia con l'ingranaggio interno al cambio e che trasferisce il moto dall'ingranaggio del cambio ad altri ingranaggi interni alla presa di forza;
- 3) uno o più ingranaggi ausiliari della presa di forza;
- 4) un segnalatore di innesto che fornisce un segnale (solitamente a una centralina elettronica o una spia o un segnalatore acustico) solamente quando la presa di forza è in posizione di innesto;
- 5) un dispositivo di innesto che permette il trasferimento di moto, e quindi di potenza, solamente quando viene mosso in una posizione detta di presa innestata;
- 6) un albero di uscita che trasmette il moto dagli ingranaggi interni della presa al dispositivo esterno (solitamente una pompa).



Fig. 1 - Sezione presa di forza.

Stato dell'arte dei dispositivi di innesto

I dispositivi di innesto attualmente in uso si possono suddividere nelle seguenti categorie:

Dispositivo di innesto meccanico: (figura 2) la presa di forza viene innestata mediante lo spostamento di una leva posizionata nella cabina del veicolo e collegata alla presa di forza mediante un cavo metallico che scorre in una guaina e collegato direttamente al gruppo di innesto della presa di forza stessa. Il movimento della leva si trasmette rigidamente al gruppo di innesto interno alla presa di forza consentendone il passaggio dalla posizione disinnestata a

» Domenico Bianchi

quella innestata. Limiti: tempi di montaggio, necessità di montaggio meccanico in cabina, necessità di regolazione nel tempo.

Dispositivo di innesto pneumatico: (figura 3) il gruppo di innesto interno alla presa di forza è mosso da un pistone pneumatico contenuto nella presa di forza. Il ritorno della presa di forza in posizione disinnestata avviene tramite una molla di ritorno. Il dispositivo è azionato da aria compressa disponibile sul veicolo (serbatoio dell'aria dei servizi ausiliari del veicolo stesso o compressore dedicato). Il dispositivo è azionato dalla cabina del veicolo mediante distributore pneumatico manuale o mediante l'utilizzo di un interruttore di comando di una elettrovalvola. Limiti: scarsa robustezza a fronte di problemi di perdite di aria, necessità di installazione di un compressore accessorio laddove non è presente l'aria sul veicolo e quindi, oltre all'allungamento dei tempi di installazione, introduzione di ulteriori possibili fonti di problematiche laddove il sistema compressore non sia debitamente progettato e dimensionato.

Dispositivo di innesto a depressione: (figura 4) il sistema sfrutta lo stesso concetto della versione pneumatica utilizzando la differenza di pressione tra ambiente e circuito di servofreno dei veicoli. Il sistema può essere a semplice o a doppio effetto. Il sistema è azionato dalla cabina del veicolo mediante l'utilizzo di un interruttore di comando di una o più elettrovalvole (a seconda se il sistema è a doppio o a semplice effetto). Limiti: forza di innesto abbastanza contenuta per poter realizzare un sistema a semplice effetto; necessità di doversi collegare/interfacciare con l'impianto depressione del sistema frenante del veicolo.

Dispositivo di innesto idraulico: il sistema è del tutto paragonabile al sistema pneumatico con l'unica differenza che il fluido che trasmette la forza al sistema di innesto

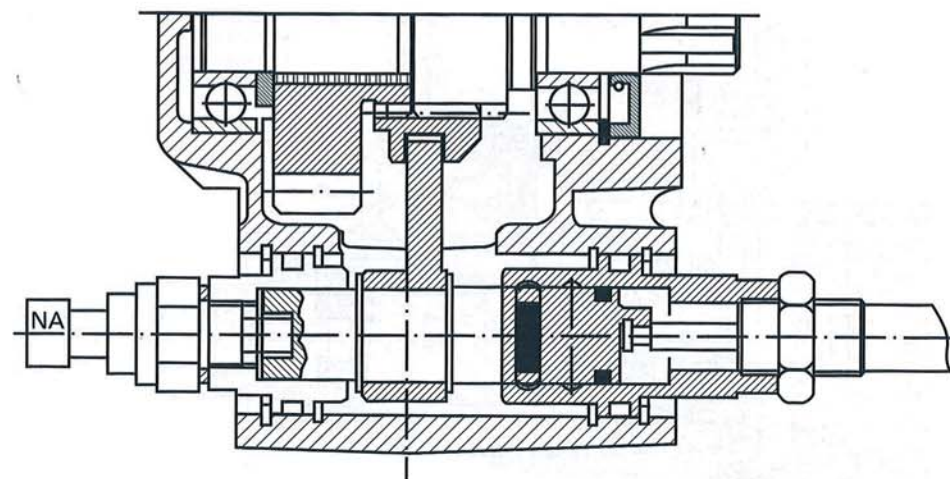


Fig. 2 - Sezione presa di forza innesto meccanico.

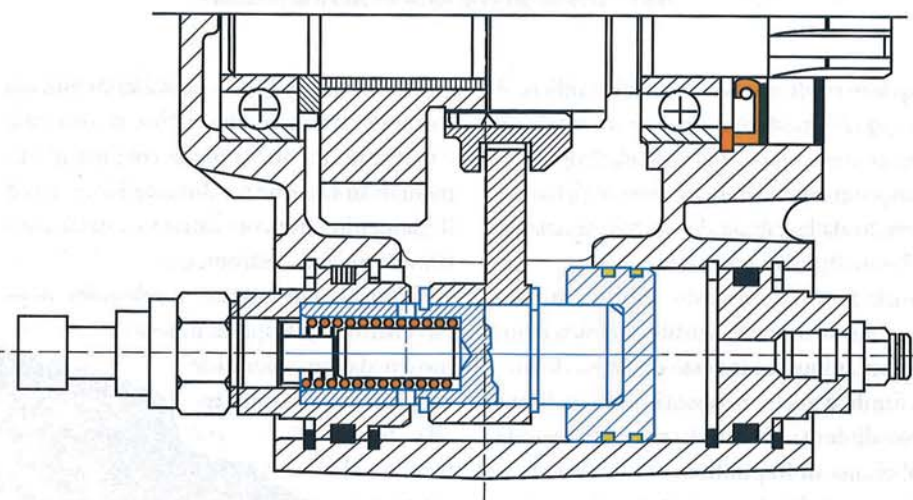


Fig. 3 - Sezione presa di forza innesto pneumatico.

è olio e non aria. Limiti: necessità di interfacciarsi con fluido in pressione.

Dispositivo di innesto a frizione idraulica o pneumatica: il fluido in pressione (olio o aria) viene introdotto in un pistone interno alla presa di forza che agisce su un sistema di dischi di frizione che trasmettono il moto fra gli ingranaggi interni alla presa e il suo albero di uscita. Il sistema è azionato dalla cabina del veicolo mediante un interruttore di comando.

Dispositivo di innesto elettrico: il gruppo di innesto viene mosso da un motore elettrico, controllato o meno da una centralina elettronica, tramite un accoppiamento vite senza fine - pattino di scorrimento o altro convertitore di moto rotatorio in moto lineare.

Il sistema è azionato dalla cabina del veicolo mediante un interruttore di comando. Limiti: mancanza di robustezza alle vibrazioni ed alle condizioni ambientali tipiche delle applicazioni su veicolo.

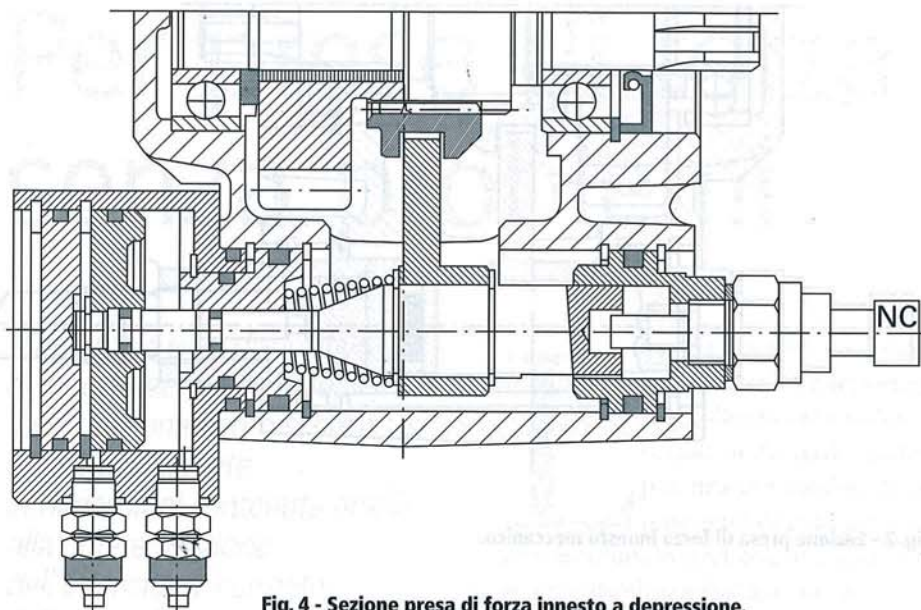


Fig. 4 - Sezione presa di forza innesto a depressione.

Dispositivo di innesto elettroidraulico: il gruppo di innesto è mosso da un fluido in pressione creato da una minielettropompa incorporata nella presa di forza. Il sistema è azionato dalla cabina del veicolo mediante un interruttore di comando.

Limiti: forza di innesto molto limitata (vengono sfruttate le perdite di carico di un foro per spingere l'innesto e a causa di questo limite è anche necessario ridurre il numero di denti di innesto per abbassare la probabilità di impuntamento durante l'innesto, rinunciando in questo modo anche a un parametro dimensionale importante come il ricoprimento degli ingrani), sistema a doppio effetto, forza di disinnesto altrettanto scarsa.

Dispositivo di innesto a solenoide semplice effetto: il gruppo di innesto è mosso da un solenoide collegato esternamente alla presa di forza e che trasferisce il moto al sistema interno alla presa di forza. Il ritorno della presa di forza in posizione inattiva è effettuato tramite molla. Il solenoide è costituito da una bobina unica di grosse dimensioni pilotata con una elevata corrente e quindi con un notevole dispendio di

energia e conseguente surriscaldamento del solenoide stesso. In alternativa, il solenoide è costituito da due o più avvolgimenti alimentati in fasi diverse durante l'innesto ed il mantenimento con sistemi elettrici, elettromeccanici o elettronici.

– Dispositivo di innesto a solenoide doppio effetto: il gruppo di innesto è mosso da un solenoide collegato esternamente alla presa di forza. Il ritorno

della presa di forza in posizione inattiva è effettuato ancora tramite solenoide. I solenoidi sono costituiti da bobine di grosse dimensioni pilotate con una elevata corrente e quindi con un notevole dispendio di energia e conseguente surriscaldamento dei solenoidi stessi.

Mag-Tronic è un dispositivo di innesto per presa di forza attuato da un solenoide che consente di ovviare ai limiti e inconvenienti dei dispositivi presenti allo stato dell'arte; in figura 5 è rappresentata una presa di forza con innesto Mag-Tronic.

La meccanica di Mag-Tronic

In figura 6, è rappresentata una sezione di una presa di forza con innesto Mag-Tronic, composta da:

- un corpo o scatola principale 2 (solitamente in ghisa o in alluminio) che costituisce il contenitore esterno di tutti gli altri elementi meccanici e che serve da collegamento fisso al cambio;
- un ingranaggio principale 1 (detto "sempre in presa (SIP)") che si coniuga con l'ingranaggio interno al cambio e che trasferi-

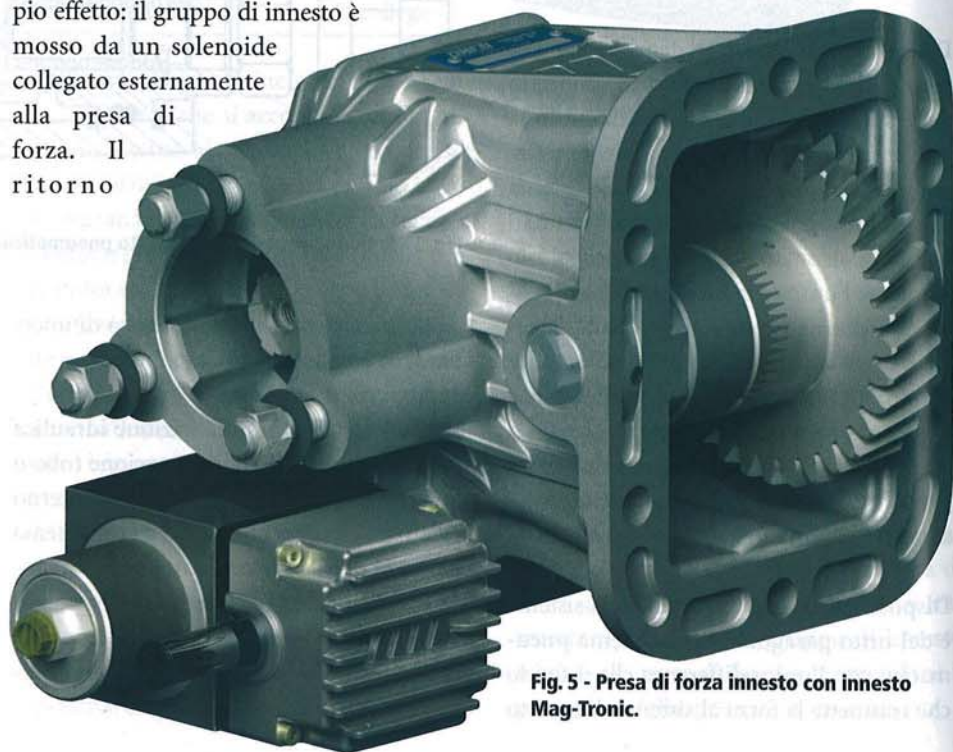


Fig. 5 - Presa di forza innesto con innesto Mag-Tronic.

sce il moto dall'ingranaggio del cambio ad altri ingranaggi interni alla presa di forza; uno o più ingranaggi condotti o ausiliari 3 della presa di forza, che si coniugano con l'ingranaggio principale 1; un albero di uscita 16 adatto a trasmettere il moto dagli ingranaggi 1, 3 interni alla presa ad dispositivo esterno (solitamente una pompa);

Il gruppo di innesto comprende a sua volta un pistone di innesto 9 mobile tra una posizione arretrata inattiva e una posizione avanzata attiva, un elemento di rinvio 7 solidale a detto pistone di innesto 9, ed un ingrano spostabile 4 ad opera di detto elemento di rinvio 7 tra una posizione inattiva e una posizione attiva che consente l'innesto dell'albero di uscita 16 con gli ingranaggi ausiliari o condotti 3.

Il gruppo di innesto comprende un elettromagnete 11 avente un unico avvolgimento adatto a muovere, quando eccitato, un'ancora mobile 12 a cui è fissato uno stelo di attuazione 10 agente sul pistone di innesto 9.

L'elettromagnete 11 è disposto coassialmente e in prosecuzione alla sede di scorrimento del pistone di innesto 9. Più in dettaglio, l'elettromagnete 11 è fissato al corpo 2 attraverso una bussola anteriore che sporge dal canotto per avvitarsi nell'imbocco della sede. Detta bussola anteriore funge inoltre da elemento di guida e scorrimento per lo stelo di attuazione 10.

Il gruppo di innesto comprende inoltre un dispositivo 14 atto a consentire l'innesto manuale della presa di forza anche in caso di malfunzionamenti del sistema di innesto a elettromagnete, evitando in tal modo indesiderati fermi macchina.

Il pistone di innesto 9 è sollecitato da un elemento elastico 6 (molla di ritorno) adatto a riportare il pistone nella posizione arretrata inattiva a seguito del venir meno dell'eccitazione dell'elettromagnete 11 (o dello svitamento della vite di azionamento manuale 14).

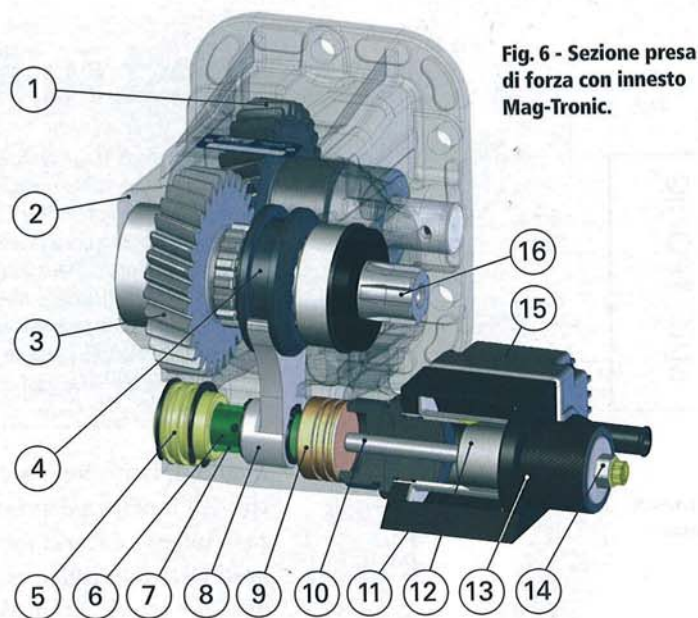


Fig. 6 - Sezione presa di forza con innesto Mag-Tronic.

L'elettronica di Mag-Tronic

Mag-Tronic comprende un dispositivo elettronico di controllo basato su microprocessore integrato direttamente nell'elettromagnete. L'intelligenza e la capacità di calcolo apportata dal microprocessore consentono di ottenere per Mag-Tronic una notevole forza di innesto e un funzionamento 100% ED (eccitazione continua dell'elettromagnete) mantenendo ingombri molto contenuti. Il valore della corrente che percorre l'avvolgimento dell'elettromagnete è riportata in retroazione al microprocessore. Sempre in retroazione al microprocessore viene riportato anche il valore assunto dalla tensione di alimentazione dell'elettromagnete. Il dispositivo di controllo è altresì programmato per rilevare, senza l'ausilio di ulteriori sensori o fine corsa, la posizione reale dell'ingranaggio spostabile della presa di forza. Il dispositivo di controllo di Mag-Tronic mantiene monitorata la temperatura dell'elettromagnete e del controllo stesso: il controllo toglie l'alimentazione all'avvolgimento dell'elettromagnete qualora il valore di temperatura raggiunto superi una soglia critica defini-

ta a priori. In questo caso, il controllo attiva una uscita di segnalazione/allarme verso l'utilizzatore (sia esso uomo o macchina). Come indicato in figura 7, Mag-Tronic riceve in ingresso il comando di innesto/disinnesto della presa di forza (in figura "Inn PTO"), un segnale di abilitazione alle operazioni di innesto/disinnesto presa di forza (in figura "Enable") condizionato alla pressione del pedale frizione, allo stato del freno a mano, o allo stato di qualsivoglia altra condizione o somma di condizioni che devono essere previste per l'esecuzione di tali operazioni. La logica di controllo lo rende pronto a poter essere interfacciato su CAN-BUS con le centraline elettroniche dei veicoli e dei cambi. Mag-Tronic è adatto a essere alimentato con tensioni comprese tra 10 V e 30 V, in modo tale da essere utilizzabile nella stessa versione sia nei veicoli con alimentazione 12V sia nei veicoli con alimentazione 24V. Il sistema di controllo di Mag-Tronic è fornito di memoria EEPROM nella quale vengono registrate informazioni relative alla "storia funzionale" del singolo prodotto sul campo. Possono essere portate in ingresso a Mag-

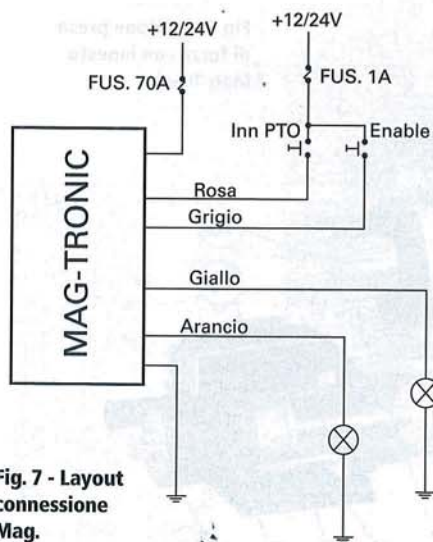


Fig. 7 - Layout connessione Mag.

Tronic anche eventuali ulteriori informazioni, come per esempio la massima pressione di lavoro dell'impianto idraulico qualora sia disponibile un trasduttore di pressione.

Conclusioni

Mag-Tronic consente di eliminare l'utilizzo di tutti i precedenti metodi di innesto presa di forza e delle problematiche specifiche legate a ognuno di essi: alterazioni della regolazione degli innesti meccanici a cavo, rotture e scarsa forza di innesto degli innesti elettrici, perdite di aria e rotture dei circuiti pneumatici degli innesti pneumatici, sporco e alterazio-

Test su Mag-Tronic

Lo sviluppo di Mag-Tronic è stato caratterizzato da continui test in corrispondenza di ogni step dello sviluppo. Si è svolto un iniziale lavoro di test al banco per individuare il corretto setup dei parametri principali che garantisca il compromesso ottimo rispetto alle specifiche richieste e ai vincoli progettuali. Si è poi passati alla verifica del rispetto dei vincoli di temperatura del sistema. Impostati i valori di setup, il sistema è stato installato su un cambio e sottoposto a cicli di lavoro più gravosi di quelli dell'applicazione reale più critica. Si è quindi sottoposto il gruppo di innesto a condizioni di temperatura estreme in camera climatica secondo le Military Standard MIL-STD-810F americane. Si è realizzata una preserie che è stata sottoposta, presso laboratori specializzati, a test di vibrazione secondo le MIL-STD-810F.

ni all'impianto frenante dei veicoli tipici dell'innesto a depressione, scarsa forza di innesto e scarsa robustezza degli innesti elettroidraulici, eccessivo sviluppo di calore e/o elevati ingombri tipici degli innesti a solenoide singolo o doppio. In particolare Mag-Tronic permette l'utilizzo di un elettromagnete di dimensioni molto contenute rispetto a quelle degli innesti basati su solenoide presenti o passati sul mercato. Con Mag-Tronic la catena cinematica tra dispositivo di innesto ed ingrano è ridotta al minimo riducendo drasticamente rischi di guasto per rottura di componenti o errori di montaggio. Il controllo intelligente basato su microprocessore è in grado di effettuare una autodiagnosi continua relativa ai principali parametri di funzionamento procedendo in modo automatico al disinnesto qualora uno o più di questi parametri superino determinate soglie cri-

tiche ed è inoltre in grado di interagire con l'utilizzatore del sistema di innesto stesso agevolando l'utilizzo e la eventuale manutenzione. Il controllo intelligente basato su microprocessore è in grado di elaborare le informazioni relative ad alcuni parametri dell'elettromagnete al fine di rilevare in modo automatico lo stato di innesto o disinnesto della presa di forza senza la necessità di ulteriori sensori o finecorsa. Mag-Tronic è stato sviluppato e testato con l'obiettivo di ottenere un prodotto ideale e robusto alle condizioni di lavoro e ambientali più severe per applicazioni su veicoli industriali. Questo innesto mira a garantire la massima affidabilità introducendo 3 livelli distinti di retroazione: il primo a livello "System", ossia l'anello di retroazione che controlla l'elettromagnete; il secondo a livello "User" costituito dalla continua autodiagnosi e dalla capacità del sistema di comunicare all'utilizzatore o ad altri sistemi, il suo stato di funzionamento e l'eventuale tipologia della problematica; il terzo anello di retroazione è a livello "Producer" ed è costituito dalle informazioni che Mag-Tronic immagazzina nella EEPROM nel corso della sua vita di lavoro sul campo.

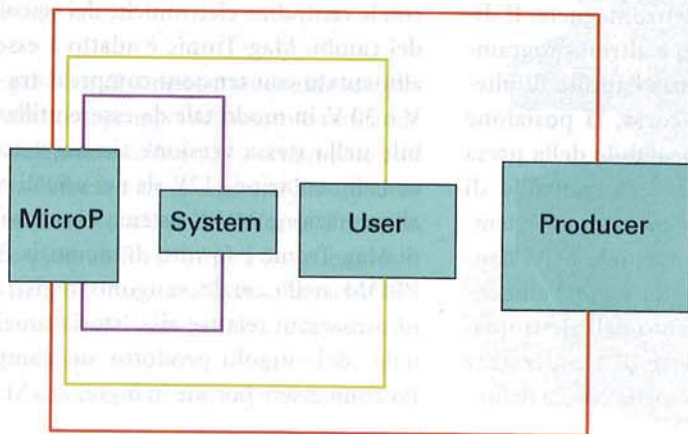


Fig. 8 - Affidabilità con tre livelli di retroazione

Il vostro parere conta!

Scrivete le vostre riflessioni, i vostri dubbi e le vostre richieste sull'argomento all'indirizzo:
organiditrasmissione@tecnichenuove.com