

Tecnologia

Nuovi materiali: i fluidi elettroreologici variano la loro viscosità aumentando la differenza di potenziale

Quel liquido è un «quasi solido»

Previste importanti applicazioni nel settore meccanico e in particolare in quello delle sospensioni per auto

Volendo giocare un tiro ad un campione di nuoto — sempre che ciò fosse possibile — si dovrebbe sostituire all'acqua della piscina un liquido elettroreologico e applicarvi una differenza di potenziale: aumentando la tensione ai capi della piscina il nuotatore farebbe via via più fatica a nuotare fintanto che il liquido, divenuto «quasi solido», ne bloccherebbe ogni movimento.

La materia, come è noto, può presentarsi in differenti stati di aggregazione: solido, liquido, aeriforme e plasma. Per far passare da uno stato all'altro una sostanza, era finora necessario somministrare energia, aumentando o diminuendo la temperatura. Alla pressione di una atmosfera, ad esempio, l'acqua è solida (ghiaccio) sotto gli zero gradi centigradi, liquida fra zero e cento, vapore (o gas) sopra i cento.

Una grande innovazione è ora alle porte: dopo circa 40 anni di studi e ricerche sono state messe a punto particolari sostanze aventi caratteristiche straordinarie: i fluidi elettroreologici (Er). Fra le varie e complesse proprietà dei fluidi Er, la più interessante è foriera di grandi innovazioni tecnologiche: è sicuramente quella che consente di trasformare un liquido in un «quasi solido» (e viceversa) semplicemente variando la tensione applicata; così facendo si inducono variazioni di viscosità di molti milioni di volte.

Il «quasi solido» è assimilabile ad una sostanza tipo gomma ad elevata viscosità. La viscosità è la grandezza fisica che descrive l'attrito interno di una sostanza e rappresenta la tendenza di uno strato di fluido in movimento a trascinare con sé gli strati immediatamente adiacenti. Un fluido poco viscoso è, ad esempio, l'acqua; se si sposta orizzontalmente una mano appoggiata lievemente su una superficie d'acqua, gli strati di acqua immediatamente sottostanti a quello in contatto con la mano si oppongono poco al movimento di tale

strato e non sono da esso trascinati. Fluidi con viscosità superiore sono, invece, gli oli ed i grassi.

Un modo per variare la viscosità di un fluido tradizionale è quello di innalzarne o diminuirne la temperatura. I tempi richiesti per tali cambiamenti sono lunghi e le variazioni di viscosità sono modeste. La viscosità può anche variare in modo rilevante in ridotti intervalli di temperatura: ad esempio l'acqua cambia la propria viscosità di circa sette milioni di miliardi di volte in pochi centesimi di grado passando dallo stato liquido allo stato solido (ghiaccio). Tali variazioni sono però difficilmente modulabili: è cioè difficoltoso ottenere e mantenere un valore di viscosità prestabilito — dipendendo questo dalla temperatura e dalla pressione — soprattutto in applicazioni industriali di massa (settore automobilistico, termoidraulico e così via).

Non era quindi possibile — fino ad ora — costruire dispositivi che utilizzassero rilevanti (e modulabili) variazioni di viscosità per applicazioni di interesse tecnologico.

Vediamo invece cosa è possibile fare con i fluidi elettroreologici. Immettendo un liquido Er fra due elettrodi sigillati e aumentando la differenza di potenziale applicata agli elettrodi, il campo elettrico cresce e cominciano a formarsi delle catene di particelle tenute insieme dai legami elettrochimici che si instaurano per polarizzazione. Conseguentemente varia la viscosità che cresce con l'aumentare della tensione applicata (effetto Winslow): il liquido si trasforma in una «gelatina» via via più viscosa (fluido Bingham) ed infine in una sostanza quasi solida (tipo gomma) con caratteristiche tali da consentire ad esempio la trasmissione del movimento in organi rotanti. Diminuendo la tensione applicata, il «quasi solido» si ritrasforma in gelatina e poi in liquido.

La transizione reversibile liquido/«quasi solido» e

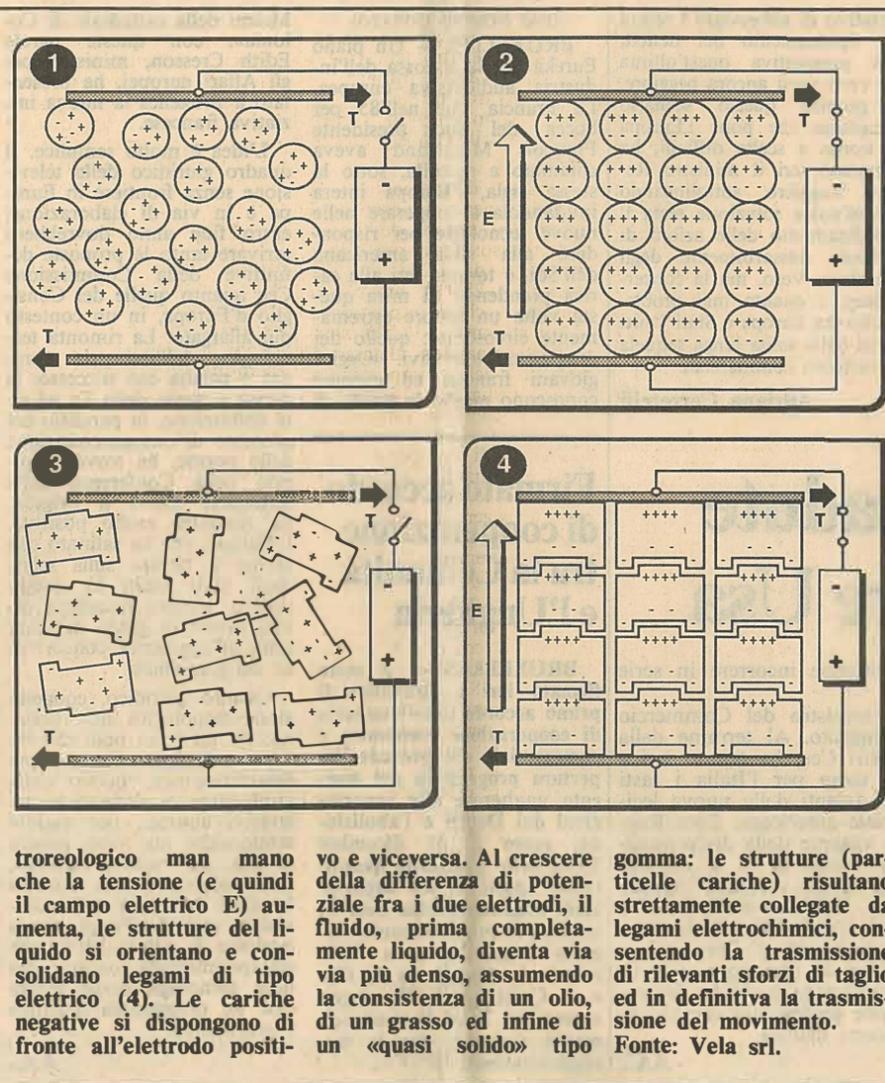
Dal disordine il campo elettrico crea l'ordine

Differenza fra un fluido tradizionale ed un fluido elettroreologico. Nel termine fluido è racchiuso sia il concetto di liquido tradizionale (acqua) che di sostanze quali oli, grassi, paraffine, fanghi, sostanze pastose in genere per i quali il termine «liquido», non sarebbe corretto. Se agli elettrodi non è applicata alcuna differenza di potenziale (tensione) i fluidi tradizionali (1) e quelli elettroreologici (3) manifestano un comportamento simile per quanto si riferisce alla viscosità. Le cariche elettriche positive e negative si equilibrano (la loro somma è zero) e sono omogeneamente distribuite sulle particelle. La differenza di comportamento si evidenzia se viene applicata una differenza di potenziale: nel caso di fluidi tradizionali, il comportamento viscoso rimane praticamente inalterato anche se le particelle si polarizzano e si orientano (2).

Nel caso di fluido elet-

«quasi solido»/liquido è contenuta un numero qualsivoglia di volte senza presentare fenomeni di isteresi (perdita di efficienza) e può avvenire in tempi che dipendono dalla rapidità di variazioni della differenza di potenziale applicata. Le transizioni più veloci si verificano in tempi dell'ordine dei millisecondi.

I fluidi elettroreologici sono costituiti essenzialmente da



troreologico man mano che la tensione (e quindi il campo elettrico E) aumenta, le strutture del liquido si orientano e consolidano legami di tipo elettrico (4). Le cariche negative si dispongono di fronte all'elettrodo posi-

vo e viceversa. Al crescere della differenza di potenziale fra i due elettrodi, il fluido, prima completamente liquido, diventa via via più denso, assumendo la consistenza di un olio, di un grasso ed infine di un «quasi solido» tipo

gomma: le strutture (particelle cariche) risultano strettamente collegate da legami elettrochimici, consentendo la trasmissione di rilevanti sforzi di taglio ed in definitiva la trasmissione del movimento. Fonte: Vela srl.

sospensioni colloidali di microparticelle in liquidi non idrofili a bassissima conducibilità elettrica. Le particelle devono invece essere idrofile e porose in modo da poter assorbire acqua in modo rilevante (almeno il 10% in peso). La presenza di acqua nelle particelle ne consente la polarizzazione in presenza di un campo elettrico.

Grazie all'aggiunta di parti-

colari additivi le particelle rimangono in sospensione senza dare origine a coaguli e depositi dovuti alla gravità (i problemi non sono comunque completamente risolti).

Se la distanza fra i due elettrodi è di pochi millimetri, occorrono alcune migliaia di volt (ma correnti molto basse, dell'ordine di dieci milliampere per centimetro quadrato) per generare un campo

elettroreologico sufficientemente intenso da far transire il fluido Er da liquido a «quasi solido»: aumentando la distanza degli elettrodi e quindi lo spessore di fluido, cresce la differenza di potenziale richiesta per ottenere la transizione. Generare tensioni elevate, con basse correnti, comunque, non è oggi un grave ostacolo: agli estremi di una candela per autoveicolo, la

differenza di potenziale prodotta dalla bobina può superare i diecimila volt.

W.M. Winslow già nel 1939 iniziò gli studi sulle proprietà dei fluidi Er. Egli ottenne quattro brevetti in cui non solo descrisse la composizione chimica di alcuni di tali fluidi ma indicò le principali applicazioni fra cui organi atti a trasmettere il movimento e valvole fluidoelettriche.

Nel 1949 Winslow scoprì che alcuni liquidi, contenenti particelle di silicio, erano in grado di aumentare la propria viscosità se venivano posti fra due elettrodi ai quali si applicava una differenza di potenziale.

Egli osservò che le microparticelle di silicio si polarizzavano, formavano delle catene (fibre) orientate in direzione del campo elettrico e connettevano rigidamente i due elettrodi: il «quasi solido» così formato era in grado di resistere a sforzi di taglio tendenti a far scivolare un elettrodo sull'altro. Dovettero però passare più di 40 anni perché la scoperta di Winslow potesse trasformarsi in tecnologie applicate.

I possibili utilizzi dei fluidi Er sono numerosi: particolare rilievo potranno avere quelle relative a dispositivi atti a trasmettere energia attraverso cinematismi rotanti quali frizioni, differenziali, cambi, ecc. e per la costruzione di valvole fluidoelettriche. Nel caso di frizioni per veicoli un film fluido, sottoposto ad una differenza di potenziale controllata da una centralina elettronica, varia la propria viscosità, causando uno slitta-

mento controllato fra motore e cambio che consente la trasmissione del moto in modo graduale e assolutamente silenzioso.

Le sospensioni delle auto potranno utilizzare tali fluidi per realizzare smorzamenti regolabili. Così i differenziali autobloccanti delle auto, ed i sistemi a trazione integrale potranno giovare di soluzioni fluidoelettriche e non più meccaniche consentendo regolazioni continue e graduali della ripartizione della forza trante.

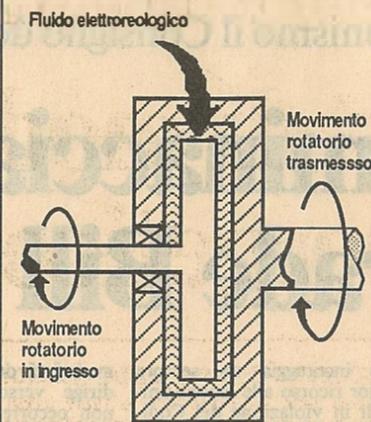
Gli sforzi profusi di grandi industrie quali la Er Fluids,

la Cynamid's Chemical Group, la British Aerospace, la Dynamics Groups università e Centri di ricerca in prevalenza inglesi, giapponesi, statunitensi e tedeschi, sono rilevanti. Tali sforzi sono soprattutto orientati a progettare fluidi che diventino completamente solidi quando la differenza di potenziale raggiunge un valore di soglia; a diminuire le tensioni e le correnti di trasformazione, a ottenere caratteristiche elettroreologiche mirate per applicazioni industriali di massa, affidabili ed a basso costo. Devono inoltre essere risolti alcuni problemi presentati dai fluidi Er in caso di aumento di temperatura (rispetto a quelle di progetto) molte decine di gradi che tendono a diminuirne bruscamente la viscosità.

In Italia il Centro ricerche Fiat studia i fluidi Er in collaborazione con l'università inglese di Sheffield, all'avanguardia nel mondo su tali tematiche.

Claudio Zarotti

Una frizione liquida



La viscosità di un fluido Er cresce, all'aumentare della differenza di potenziale (e quindi del campo elettrico), in modo approssimativamente quadratico. Da liquido a bassa viscosità (tipo acqua) il fluido Er si trasforma in un solido (altissima viscosità) con buone caratteristiche meccaniche, con cui è possibile trasmettere il movimento in organi meccanici tipo giunti e frizioni. Fonte: Vela srl

Dal Pci chiesta indagine sulle biotecnologie

Se l'Italia non vuole abbandonare la strada del progresso, dovrà dotarsi quanto prima di un piano nazionale per le biotecnologie. La convinzione è di un gruppo di parlamentari comunisti che ieri ha reso pubblica la richiesta di una indagine parlamentare in modo che il Governo appronti un "pacchetto" di interventi da utilizzare per la legge Finanziaria del 1989.

Illustrando la proposta alla presenza del ministro della Ricerca scientifica, Antonio Ruberti, il presidente dei deputati comunisti, Renato Zangheri, e il vice presidente, Luciano Violante, hanno reso noto che il mercato mondiale delle biotecnologie fatturerà nel 2000 tra i 40 e i 64 milioni di dollari e che per l'Italia è giunto il momento di occupare posti di prestigio, detenuti attualmente solo dagli Stati Uniti e dal Giappone.

I parlamentari comunisti sono convinti che l'Italia deve guadagnare il terreno perduto e che almeno in tre settori (energia, ambiente e alimentazione) è d'obbligo intervenire con urgenza. Molto poco, infatti, si è finora fatto nel settore se si tiene conto che sono ancora pochi gli addetti ai lavori (a tutto il 1983 risulta che meno del 7% del totale sono i laureati in scienze che si occupano di biotecnologia, contro il 10% dell'Inghilterra e il 9% della Germania).

Che le risorse italiane non sono adeguate lo ha ribadito anche il ministro Ruberti, affermando che nel nostro Paese si spende in ricerca l'1,45% del prodotto interno lordo, contro il 2,3% della Francia e il 2,8% della Germania.

«In definitiva la crescita che c'è stata — ha puntualizzato Ruberti — non è sufficiente rispetto alle esigenze».