nuovi materiali

Superconduttori a basso costo: una scoperta che apre un filone di ricerca ancora tutto da esplorare

Ipercavi e nuove centrali che verranno dal freddo

La scoperta del fenomeno della superconduzione ha aperto straordinarie prospettive scientifiche ed economiche, dando luogo ad applicazioni alcune delle quali già industrializzate, mentre altre potranno ricevere un impulso decisivo dalla recente e rivoluzionaria scoperta di materiali superconduttori a basso costo e a temperature superiori a quelle dell'azoto liquido (si veda «Il Sole - 24 Ore di martedì 24 marzo a pag. 7), altre ancora potranno vedere la luce solo se e quando si riuscirà ad ottenere materiali superconduttori — con buone caratteristiche — a temperature ambiente (l'attuale frontiera di ricerca).

Vediamone alcune fra le più interessanti.

Il plasma di trizio e deuterio surriscaldato ad alcune decine di milioni di gradi all'interno di reattori nucleari a fusione non può essere contenuto in nessun recipiente «tradizionale». Un sistema possibile e particolarmente promettente è quello del confinamento magnetico.

L'utilizzo di magneti superconduttori è reso necessario per poter far circolare correnti intensissime (e produrre campi magnetici molto intensi) senza che il consumo di energia elettrica sia superiore a quella ricavabile dal processo di fusione stesso.

Anche i moderni e giganteschi acceleratori di particelle richiedono campi magnetici intensissimi per confinare e accelerare in orbite circolari le particelle fino a velocità prossime a quelle della luce che vengono poi fatte collidere ricavando così importanti informazioni sulla costituzione base della materia. Al Fermilab vicino a Chicago, ad esempio, il più potente acceleratore di particelle noto col nome di Tevatron, utilizza più di mille magneti superconduttivi.

In Giappone, un treno noto come MI 500 viaggia silenzioso a oltre 600 km all'ora, su un «cuscino magnetico» prodotto da magneti in regime di superconduzione; la marina degli Usa ha già sperimentato grandi motori elettrici in corrente continua e alternata in regime di superconduzione da utilizzare nella propulsione navale, anche se non tutti i problemi sono ancora risolti.

La superconduttività trova applicazione anche in medicina grazie alla possibilità di costruire strumentazione particolarmente precisa e sofisticata basata su giunzioni Josephson in regime superconduttivo, speciali circuiti elettronici che consentono indagini medico - fisiologiche finora impraticabili: si è riusciti ad esempio a rivelare alterazioni del campo magnetico corporeo a circa un metro di distanza, su persone durante crisi epilettiche. Inoltre tali tecniche sono utilizzabili nella Risonanza magnetica nucleare (Nrm) che è un importante mezzo diagnostico in medicina.

Tutte le centrali termoelettriche devono possibilmente funzionare al massimo regime, essenzialmente per problemi di rendimento. Quando la richiesta di energia elettrica cala (ad esempio durante le ore notturne) l'eccesso viene generalmente utilizzato per ripompare verso bacini montani, l'acqua che durante il giorno ha generato energia elettrica per caduta. Il rendimento di questa operazione non è però elevato (attorno al 70%). Con bobine superconduttrici, l'immagazzinamento diretto del surplus di energia elettrica ha un costo basso ed un'efficienza elevata pari a circa il 90%. L'energia immagazzinabile in un magnete con campo magnetico di 10 tesla è circa 40 milioni di Joule al metro cubo, paragonabile con quella immagazzinata in volani meccanici e inferiore solo a quella immagazzinabile in batterie chimiche.

I grossi magneti superconduttori alimentati in corrente continua possono essere utilizzati con vantaggio per la generazione di energia elettrica mediante la tecnica a Mhd (o magnetofluidodinamica) che permette di trasformare direttamente energia termica in elettrica, senza necessità di generare vapore, facendo passare gas ionizzati ad alta temperatura (derivanti dalla combustione di carbone o olio combustibile) attraverso un campo magnetico. Gli ioni positivi e negativi vengono in tal modo deviati, in direzioni opposte [illegible] cumulandosi su elettrodi [illegible] collettori, da cui possono [illegible] essere avviate in un cir[illegible] esterno, generando co[illegible] elettrica.

Il rendi[illegible] di una centrale a M[illegible] aumenta con la temperatu[illegible] dei gas ionizzati e con l'i[illegible] del campo magnetico [illegible] poiché vi è una limitazion[illegible] imposta dai materiali [illegible] alla temperatura, l'i[illegible] del campo magnetico assume importanza determ[illegible]. Allo stato attuale so[illegible] richiesti campi magnetici [illegible] compresi fra cinque e dieci tesla, ottenibili con vantag[illegible] solo con bobine superco[illegible]trici. Un reattore proto[illegible] da 600 Megawatt è in [illegible] di progettazione negli U[illegible] con un magnete superco[illegible]ttore da 6 Tesla, pesantu[illegible] circa 2.000 tonnellate. Ce[illegible] a Mhd sono già state sperimentate (anche congiuntam[illegible] in Usa e Unione So[illegible].

Vediamo [illegible]ne una futuristica app[illegible]zione che si può imma[illegible] grazie alla superconduttività. Trovare ubicazioni [illegible]facenti per le nuove centrali elettriche (siano esse a combustibili fossili o nu[illegible]) si sta rivelando un problema di non facile soluzione in tutto il mondo industrializzato: l'opinione pubblica preme per avere centrali il più possibile distanti dai centri abitati.

La possibilità di localizzare in luoghi distanti da centri abitati le centrali e di trasportare ingenti quantità di energia elettrica per molte migliaia di chilometri è però un problema estremamente complesso.

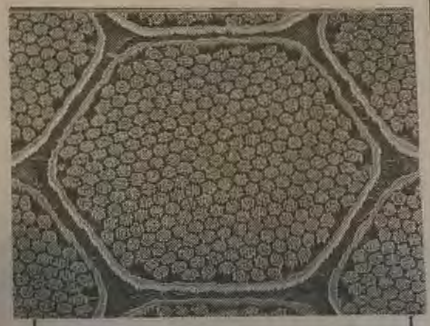
Le linee elettriche in regime di superconduzione potrebbero offrire un'allettante soluzione al problema. L'attrattiva di una linea elettrica superconduttiva è sia la sua capacità di trasportare correnti con perdite basse sia la possibilità di trasportare enormi densità di corrente senza dover ricorrere a tensioni elevatissime con conseguenti problemi di perdite, di isolamento e di sicurezza.

La pratica realizzabilità e convenienza di linee elettriche in regime di superconduzione, lunghe migliaia di chilometri, è ancora tutta da dimostrare in quanto esistono gravosi problemi di refrigerazione, di materiali, e di ristrutturazione di tutta la rete di distribuzione che dovrebbe funzionare in corrente continua (oggi funziona in alternata). Comunque, parecchi anni orsono, la stessa Ibm aveva progettato una linea elettrica in corrente continua, in regime di superconduzione, della capacità di 100.000 Megawatt (pari alla potenza erogata da oltre 100 centrali nucleari tipo Caorso).

La scoperta di materiali superconduttori a temperature superiori a quelle dell'azoto liquido (−196,8°C) rispetto a quelli a temperature dell'elio liquido (−268°C) è sicuramente di straordinaria importanza in moltissimi settori e applicazioni ma la convenienza di costruire linee elettriche in regime superconduttivo si avrà se o quando si riusciranno a mettere a punto materiali superconduttori a temperatura ambiente.

In tal caso la possibilità di raggruppare centrali produttrici di energia elettrica, su piattaforme in mezzo agli oceani, su coste o continenti scarsamente abitati, e di trasportare l'energia elettrica così prodotta per migliaia di chilometri distribuendola in zone densamente abitate potrebbe non essere più un sogno.

Claudio Zarotti



Micrografia di una sezione trasversale di cavo superconduttore in niobio stagno. Il cavo è composto da migliaia di sottilissimi fili, ognuno con diametro di pochi millesimi di millimetro.

Con tali cavi, refrigerati a temperature prossime allo zero assoluto (−273,16°C) è possibile trasportare enormi quantità di energia elettrica: anche 500.000 Ampere per centimetro quadro di sezione,

E nella corsa al «nuovo rame» si scatenano i grandi laboratori

Nella seconda metà del 1986, un gruppo di ricercatori dell'Ibm di Zurigo pubblica sulla rivista scientifica «Zeitschrift fur Physik B» un articolo dal titolo: «Possibile superconduttività ad alta temperatura nel sistema Bario, Latanio, Rame, Ossigeno. In Italia la notizia è stata ignorata. Negli Usa, invece, un gruppo di ricercatori verifica, praticamente in tempo reale, l'esattezza dell'ipotesi dei colleghi di Zurigo. Nel giro di pochissime settimane, ben 56 laboratori con oltre 2.000 persone sono stati attivati, finanziati, coordinati e messi in grado di operare al meglio, grazie anche all'efficienza e all'intelligenza degli organi ufficiali che coordinano la ricerca a livello nazionale. I risultati arrivano quasi subito con cadenza giornaliera, portando in due mesi il record di temperatura critica (temperatura a cui si evidenzia la superconduttività elettrica) da circa −250°C a circa −180°C. Si guadagnano 70°C in pochi mesi mentre erano occorse decine di anni per guadagnare meno di 20°C. La possibilità di realizzare superconduttori a basso costo è dimostrata.

Tutto questo fervore oltre oceano, in Italia è passato quasi inosservato, fino all'ultima settimana di gennaio quando cominciano a trapelare «indiscrezioni». Iniziano allora alcune sperimentazioni condotte però solo da quattro sparuti gruppi di ricercatori (non più di dieci persone in tutto) a Napoli, Cinisello Balsano e Genova. Essi, pur operando in situazioni precarie, senza alcun coordinamento e con mezzi irrisori, riescono ad ottenere risultati che culminano giovedì 19 marzo scorso, nell'esperimento condotto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, dove si ottiene — per la prima volta in Italia — una transizione superconduttiva alla temperatura di −179.5°C, superiore al punto di ebollizione dell'azoto liquido. Il materiale, che possiede buone caratteristiche superconduttive (in tutto paragonabili a quelle ottenute dagli americani), è una miscela di ossidi sinterizzati di Ittrio, Bario e Rame e viene preparato presso l'Itm del Cnr a Cinisello Balsamo, grazie anche alle indicazioni portate in Italia dal Direttore dell'Itm, al rientro del suo viaggio negli Usa.

Dopo questo primo risultato, l'attività di ricerca in questo settore sta crescendo letteralmente a vista d'occhio (anche se manca ogni coordinamento dall'alto). Oltre all'Itm, che è già arrivato alla terza generazione migliorata del materiale, anche il Cise di Segrate e l'Università La Sapienza di Roma producono questi superconduttori ad «alta temperatura», mentre molti laboratori si propongono di mettere a disposizione la propria strumentazione per caratterizzare sempre meglio i nuovi materiali. Tra pochi giorni, alla Grande Fiera di Milano, si potrà assistere ad un avvenimento scientifico d'eccezione: l'esperimento verrà riprodotto presso lo stand del Cnr, grazie all'iniziativa di singoli ricercatori.

In Italia, comunque, sebbene si è molto indietro rispetto agli stanziamenti effettuati sui materiali superconduttori elettrici in altri Paesi quali gli Usa, Giappone, Germania e Inghilterra, fino al 1981 qualcosa si era fatto.

Il Cnr nel 1978 aveva dato il via al «Progetto finalizzato Superconduttività». I suoi importanti argomenti di ricerca erano: 1) alternatore superconduttore; 2) materiali superconduttori; 3) dispositivi Josephson. I finanziamenti ammontavano a circa 4.[illegible] miliardi con circa 60 persone impegnate.

Il sottoprogetto «Alternatore superconduttore» aveva come scopo lo studio, sia teorico che sperimentale, della fattibilità di un turboalternatore superconduttore di grande potenza (1500 Mega W[illegible]tt). Questo progetto ha avuto l'indiretta conseguenza di generare un know how preziosissimo — tuttora detenuto dall'Ansaldo — sulla refrigerazione, alle temperature dell'elio liquido, di organi rotanti. Il sottoprogetto «Materiali superconduttori» deveva sviluppare nuovi materiali e consentire la produzione industriale in Italia di cavi superconduttori (già reperibili all'estero) necessari per la costruzione di macchine e magneti superconduttori. Il sottoprogetto «Dispositivi Josephson» aveva il compito di realizzare una famiglia di giunzioni a effetto Josephson che consentono la costruzione di nuovi tipi di strumentazione estremamente sofisticata per impieghi in magnetometria e metrologia. Il progetto Finalizzato Superconduttività ebbe indubbi meriti fra cui quello di rendere fattivo e concreto lo scambio di informazioni tra ricerca e industria che continua tuttora: l'Enea attualmente gestisce programmi di ricerca e produzione di cavi multifilamentari superconduttori per possibili impieghi nel nuovo reattore a fusione europeo Net (Next European Torus) che è un'evoluzione del Jet (Joint European Torus); la ricerca riguardante la caratterizzazione elettromagnetica viene compiuta al Cise di Segrate, mentre la Metalli Industriale sta lavorando, ormai da anni, per produrre fili superconduttori per magneti. L'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) ha realizzato a Milano un ciclotrone con cavi superconduttori prodotti da La Metalli Industriale e avvolti dall'Ansaldo che produce e vende tuttora magneti superconduttori da utilizzare soprattutto nel campo della fisica delle particelle. Allo Iess di Roma vengono realizzate giunzioni Josephson *per misurare piccoli campi magnetici sul corpo umano.* Purtroppo però alla conclusione del «Progetto finalizzato superconduttività» che aveva dato buoni risultati, il Cnr e gli organi di coordinamento della ricerca, si dimenticarono quasi completamente dell'argomento superconduttività e solo ora sta per prendere il via una seconda fase di questo progetto.

C. Z.

Nuovi prodotti

Parte in Romag[illegible] il tele-acquedott[illegible]

Tra l'estate e l'autunno entrerà in funzione [illegible] tecnologicamente più avanzato d'Europa. [illegible]pio ricorso all'informatica (attraverso un [illegible] «intelligenza artificiale distribuita nel territorio [illegible]ratore centrale è collegato a numerosi elaborato[illegible] alla telematica (la trasmissione dei dati avvie[illegible] una rete di cavi a fibra ottica), alle più mod[illegible] delle costruzioni di dighe in zona sismica (le so[illegible]tate saranno discusse in un convegno intern[illegible] si terrà nei prossimi mesi in Cina) e di sist[illegible]bilizzazione (l'impianto funziona del tutto au[illegible]te).

L'acquedotto servirà entro tre anni 39 com[illegible] vince di Forlì e Ravenna (compresi tutti i ce[illegible]sale adriatica tra Marina di Ravenna e Catto[illegible] Repubblica di San Marino. Con una spesa d[illegible] di lire sarà assicurato il servizio di acqua pota[illegible] la residenti e ai milioni di turisti durante i[illegible]vo.

Il ricorso alle fibre ottiche ha permesso [illegible] di un sistema di telecontrollo del tutto esen[illegible]ti interferenze elettromagnetiche e un ris[illegible] (i cavi hanno ingombro inferiore rispetto a [illegible]nali e non hanno bisogno di ripetitori per [illegible] a grande distanza).

Personal veloce

Il Multitech 1100 AT 386 distribuito i[illegible] di Ravenna è un nuovo Personal Com[illegible] compatibile. Grazie alla [illegible] gestione della memoria, che utilizza [illegible] wait state memory access» e all'alta vel[illegible]cessore avanzato Intel 80386, il Multit[illegible] elabora dati ed esegue programmi con [illegible]ma.

L'alta velocità di elaborazione del M[illegible] 386 lo rende adatto a una vasta gamm[illegible] che includono la computergrafica professi[illegible] il calcolo scientifico e matematico, lo s[illegible] professionale, l'Intelligenza Artificiale.

Sistemi esperti

La Systems Designers di Milano [illegible]sponibilità della versione italiana [illegible]mento per la generazione di siste[illegible] gamma dei prodotti per l'Intelligenza A[illegible]

Envisage è uno strumento (Shell) co[illegible]sica»: è composto da compilatore, mot[illegible]terfaccia utente. La Base di Conosce[illegible] regole e il meccanismo di ragionam[illegible] all'indietro (backward chaining, goal [illegible]

Dal 1984 sono in opera una cinq[illegible] su Envisage nei più disparati campi a[illegible]getti italiani un sistema esperto per l[illegible]menti in Titoli, per la configurazion[illegible]mizzazione delle risorse di una rete [illegible]

Prefabbricati

Il prototipo di una uni[illegible] di[illegible]ticamente autosufficiente è stato [illegible] studi della Tecnam, azienda del [illegible]

La novità della struttura consiste [illegible] fabbricata autosufficiente energetica [illegible] vista termico, tramite l'impiego di [illegible] di gestione e controllo dell'energia [illegible] solari, dai generatori e celle fotov[illegible] motore. L'unità di pronto intervento [illegible]lizzata anche come mensa, scuola, [illegible] essere montata su qualsiasi terreno, [illegible] l'uso di mezzi meccanici particolari [illegible] formata da singoli componenti il [illegible] i 60 chilogrammi.