

scienza e tecnica



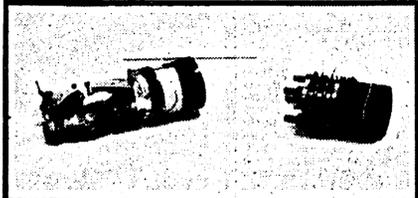
Una ricerca (fondamentale o applicata?) d'avanguardia

MAGNETI

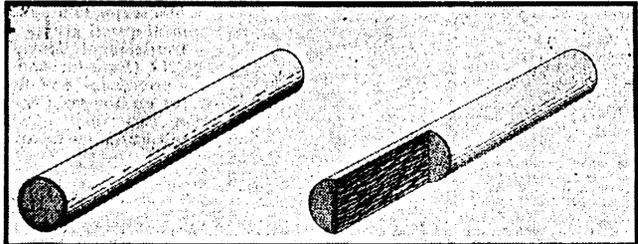
« SUPERCONDUTTORI »

A FRASCATI

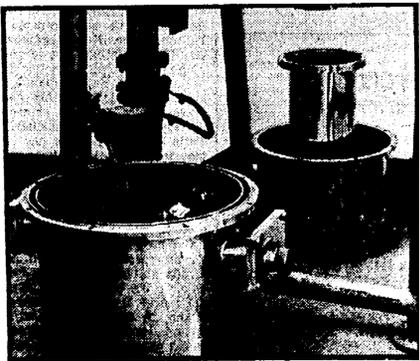
Consumano solo l'energia necessaria per raffreddarli alla temperatura dell'elio liquido



Così si presentano i magneti superconduttori, il più grosso dei quali è mostrato accanto a un regolo lungo 17 centimetri (nella foto sopra).



Schema della conduzione elettrica nei superconduttori « molli » (a sinistra) e « duri » (a destra): nei primi la corrente fluisce lungo la superficie esterna; nei secondi, grazie a particolari della struttura cristallina, attraverso filamenti sottilissimi sparsi nella massa. Questi ultimi superconduttori sono quelli che rimangono tali anche in un forte campo magnetico, e che perciò si prestano alla fabbricazione di magneti.



L'apparecchiatura per il raffreddamento dei magneti superconduttori in elio liquido.

Il laboratorio Magneti, diretto dal professor G. Sacerdoti, è una sezione delle installazioni del CNEN a Frascati, di cui si parla raramente e che di solito è considerata strumentale in rapporto alla ricerca fondamentale. Il compito di questo laboratorio è la progettazione e costruzione dei magneti richiesti dai vari programmi sperimentali, e che serviranno, per esempio, a mettere in evidenza particelle cariche devianti nelle traiettorie.

I magneti sono essenziali alla moderna sperimentazione di fisica: parte integrante delle macchine acceleratrici dei sistemi di « rivelazione » di particelle, delle « trappole » o « bottiglie » in cui sono contenuti i « plasmi », essi rappresentano spesso, per la quantità di metallo (ferro e rame) e per l'energia che assorbono, la maggior parte o comunque una frazione elevata, della spesa richiesta da un determinato programma. Un magnete convenzionale da 100.000 gauss, vale a dire uno dei più grossi oggi in uso, richiede una potenza di 1600 kilowatt, più qualche migliaio di litri d'acqua al minuto per il raffreddamento degli avvolgimenti.

L'energia consumata, tuttavia, non serve veramente per alimentare il campo magnetico il quale — in linea di principio — una volta stabilito non richiede alcun sostegno dall'esterno; bensì a coprire l'energia dissipata a causa della resistenza degli avvolgimenti al passaggio della corrente elettrica. Se dunque tale resistenza potesse annullarsi, sarebbe possibile avere magneti capaci di produrre elevati campi di considerevoli volumi senza un forte dispendio di energia evitando alcune delle complicazioni costruttive che ne derivano. Di qui l'idea di impiegare « superconduttori », cioè metalli o leghe metalliche in cui, a temperature estremamente basse, la resistenza elettrica praticamente si annulla.

Ma per questa via la tecnologia dei magneti, normalmente risolta nell'ambito dell'elettrotecnica convenzionale, si collega direttamente a campi della ricerca — che può essere considerata « fondamentale » o « applicata » — secondo come la si guarda — nuovi ed estremamente avanzati, e di un interesse che trascende largamente le possibili applicazioni pratiche: sostanzialmente a quella « fisica dello stato solido » che negli ultimi due decenni ha generato i transistor e si è segnalata con alcuni Premi Nobel.

La « fisica dello stato solido » studia i fenomeni che sono responsabili della struttura dei corpi solidi, concepiti non più come « materia bruta » ma come sistemi complessi, oggetto di indagine al livello atomico ed elettronico, che si vale della meccanica quantistica, analogamente alle ricerche nucleari. E appunto questo tipo di indagine, il cui inizio risale a una trentina di anni or sono, ha permesso di interpretare un fenomeno scoperto dal fisico olandese Heike Kamerlingh Onnes nel 1911: la « superconduttività », cioè il fatto che — come abbiamo accennato — a temperature prossime allo zero assoluto (— 273° centigradi) la resistenza elettrica di alcuni metalli si annulla. Avviene cioè che una corrente, una volta indotta in un « supercon-

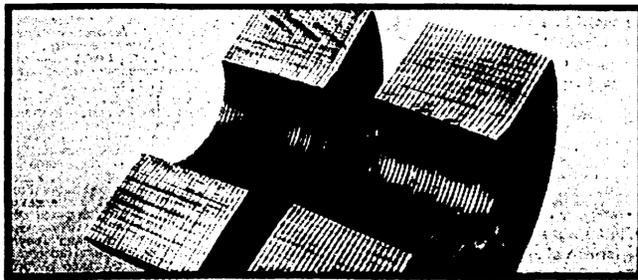
dotore » chiuso su se stesso, continua a circolare indefinitamente, senza essere alimentata dall'esterno. Kamerlingh Onnes tentò subito di costruire un magnete con un avvolgimento di un metallo opportuno, « reso superconduttore per immersione in elio liquido; ma dovette constatare che anche un campo magnetico debole distruggeva la superconduttività. Solo più tardi, dopo il 1930, altri due olandesi, de Haas e Voogd, scoprirono che una lega di piombo e bismuto rimaneva superconduttrice anche in un campo magnetico di 20.000 gauss. Tale lega e quelle analoghe scoperte in seguito, sono dette superconduttori « duri » (*hard*), in contrasto a quelli classici (*soft*), rispetto ai quali si è inserita tempestivamente su questa linea di ricerca, e nell'aprile dell'anno scorso una prima relazione, a conclusione di un ciclo di esperienze, è stata presentata a firma di Pasotti, Sacchetti, Sacerdoti, Sanna. Questi ricercatori continuano a lavorare, fabbricano magneti superconduttori e li studiano, con risultati notevoli. Abbiamo visitato nei giorni scorsi il Laboratorio, dove il pro-

fessor Sacerdoti e il dottor Sanna ci hanno mostrato alcuni esemplari di magneti e illustrato l'impiego delle apparecchiature. Essi si servono di un filo — prodotto negli Stati Uniti — di una lega Niobio-Zirconio; montano le bobine che vengono poi immerse in elio liquido per ottenere la superconduttività. La sola energia che si spende, in questi magneti, è pertanto quella necessaria al raffreddamento.

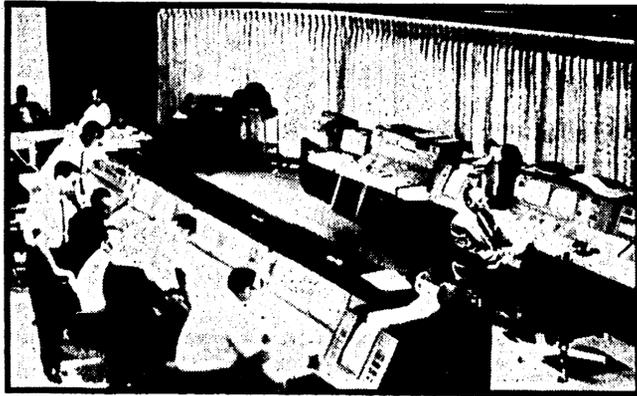
L'interesse di questa linea di ricerca è enorme, e molteplice. Può essere decisiva per quanto riguarda il controllo della reazione termonucleare, riducendo a una piccola frazione l'energia che occorre per il contenimento del « plasma » in cui la reazione dovrà aver luogo. Analogamente, in questi magneti, si possono costruire macchine acceleratrici di altissima energia ed elevata intensità del fascio di particelle, con una spesa e un costo di esercizio considerevolmente minori di quelli convenzionali. Né questo è il solo né il più importante impiego dei magneti superconduttori ai fini della ricerca « fondamentale »: essi infatti, grazie ai campi molto elevati che permettono di ottenere, costituiscono un essenziale strumento di ricerca in rapporto proprio a quella stessa « fisica degli stati della materia », cui sono debitori della loro esistenza.

Il caso dei magneti superconduttori offre dunque un esempio persuasivo della interdipendenza fra settori diversi della scienza e della tecnica, e in generale fra ricerca « fondamentale » e « applicata ». Sarà opportuno tenere conto di tale indicazione anche in sede di riorganizzazione degli Istituti di ricerca.

f. p.



Al Laboratorio Magneti di Frascati si fabbricano anche magneti « pulsati » capaci di erogare campi elevati per piccole frazioni di secondo. Nella foto: uno di questi magneti, tagliato a metà dopo la sperimentazione, mostra la deformazione (irregolarità) della superficie cavo interna, dove le lamine di rame si sono avvicinate l'una all'altra dovuta al campo generato.



La stazione di comando del Ranger 7 a Pasadena

Già tracciati i complicati progetti che renderanno possibile il soggiorno umano sul nostro satellite - Le difficoltà del ritorno

Dopo l'impresa del Ranger sulla Luna, sotto un certo aspetto, appare più vicina. I fotogrammi ripresi a distanza ravvicinata rivelano una serie di particolari della sua superficie che prima non erano conosciuti; l'uomo è dunque riuscito a « lanciare » un suo « occhio meccanico » per dare un primo sguardo, da breve distanza, al nostro vicino cosmico più prossimo.

Di certo, si tratta di un passo avanti verso la conquista vera e propria della Luna, ma quanto è distante, oggi, questa impresa? Tra quanti anni un cosmonauta potrà porre piede sul suolo lunare e fare poi ritorno sulla Terra? E' molto difficile prevederlo, e, di fronte alle difficoltà ancora da vincere, i pur chiarissimi fotogrammi pubblicati appaiono come un gradino di una scala molto lunga, ancora tutta da percorrere per giungere alla meta. I progetti e gli studi per la realizzazione di un volo lunare di andata e ritorno sono ad uno stadio avanzato per quanto concerne il lato teorico, ma ancora assai lontani da una realizzazione pratica. I vari gruppi di specialisti che da anni sono al lavoro su tali progetti, non sanno ancora, essi stessi, quali dei progetti in corso passeranno alla fase realizzativa, e con quali modifiche rispetto all'impostazione originale.

Allo stato attuale delle cose, potremmo suddividere i progetti in due gruppi, a un differente livello di complessità: al primo appartengono quelli il cui obiettivo è di lanciare macchine, gruppi di apparecchiature e dispositivi più o meno complicati sul suolo lunare, per ottenere una serie di dati scientifici sulla sua costituzione e le sue condizioni. Al secondo gruppo appartengono i progetti, a un livello assai più elevato di complessità, i quali prevedono l'invio di cosmonauti sul suolo lunare ed il loro ritorno sulla Terra.

I programmi appartenenti al primo gruppo, tra i quali si può far rientrare sotto certi aspetti anche il Ranger, possono dirsi già ora d'attualità. Appare possibile, allo stato attuale della tecnica, tentare di « posare » sulla superficie lunare una stazione radio collegata con un gruppo di strumenti destinati a misurare la temperatura, la intensità e la composizione della radiazione solare, a segnalare l'attività sismica e così via. Un tentativo in tal senso è stato anche fatto, da parte americana, qualche tempo fa, ma senza esito, in quanto la stazione non riuscì a trasmettere alcun segnale. Probabilmente ha subito un guasto nella fase d'impatto o si è infilata in un crepaccio, rendendo impossibile la ricezione dalla Terra. Un simile tentativo potrà ripetersi con le stesse modalità, ma rimarrà sempre affidato al caso incerto, ma di loro peso, di oltre una tonnellata, pone problemi missilistici di rilievo, e rende necessaria anche la presenza di stadi frenanti per impedire meno violento l'impatto contro il suolo lunare.

Progetti del genere saranno realizzati, probabilmente in un prossimo futuro, per raccogliere la necessaria serie di dati scientifici sulle condizioni del suolo lunare in vista di un' esplorazione diretta da parte di cosmonauti; questa, invece, si presenta ben altrimenti complessa. La permanenza in se stessa sulla superficie lunare pone problemi che sembrano già aver trovato la loro soluzione: occorrerà predisporre, in superficie o in profondità, costruzioni a prova d'aria, munite di dispositivi per il condizionamento, la purificazione ed ossigenazione, il mantenimento di una temperatura accettabile. Attraverso le porte stagiate di tali ambienti, i cosmonauti dovranno uscire, protetti da uno scalfandro spaziale munito, su scala più piccola, degli stessi dispositivi, per proteggere il cosmonauta dall'irraggiamento solare, non filtrato, come sulla Terra, da un'atmosfera, dalla temperatura assai bassa durante la notte lunare. Non dimentichiamo che l'organismo umano, esposto anche parzialmente per breve tempo nel vuoto, può riportarne un danneggiamento mortale: le radiazioni solari e cosmiche sono pericolosissime, e la esposizione al vuoto causa una rapida evaporazione dei liquidi di cui il corpo umano è prevalentemente costituito; l'eventualità dell'ebollizione del sangue, della linfo e degli altri umori del nostro corpo costituisce un'immagine veramente paurosa.

La realizzazione di una « stazione lunare » di questo tipo appare possibile, come estensione delle cosmonavi spaziali che affrontano già oggi con successo condizioni simili; ma come si può realizzare il trasporto di tale stazione sul suolo lunare e, più difficile ancora, il suo rientro? In linea di principio, si può pensare ad un vettore di grandissime dimensioni, capace di immettere in un'orbita lunare un altro missile vettore il cui carico utile sia appunto la stazione lunare, in forma di cosmonave. Tale missile, operando a mezzo di stadi frenanti e non di paracadute, inefficace data la assenza di atmosfera) dovrebbe posarsi, e per di più nella posizione corretta, sul suolo lunare. Dopo un certo tempo di permanenza, dovrebbe entrare in azione e riprendere la sua corsa verso la Terra, inserirsi in un'orbita terrestre, dalla quale la cosmonave dovrebbe fare ritorno sulla Terra.

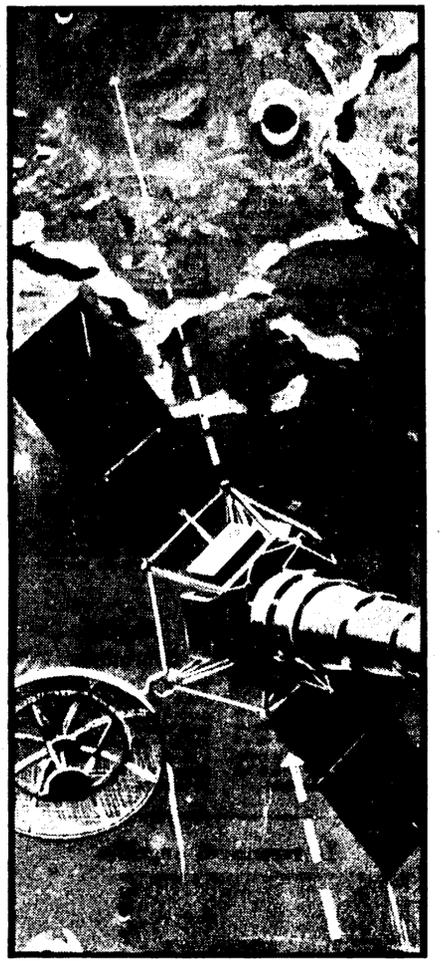
La seconda parte della impresa appare indubbiamente la più difficile e la più pericolosa. Il lancio della Terra può fruire di apparecchiature efficientissime e sperimentate, la traiettoria del missile vettore può essere corretta all'occorrenza da complessi sistemi ben noti. Ma la traiettoria Luna-Terra dovrebbe essere effettuata senza alcuna possibilità di correzione da una base fissa, fidando solamente sulle risorse di bordo del missile e della cosmonave. L'immissione in un'orbita circumterrestre di un corpo cosmico « di ritorno » e cioè lanciato a grande distanza dalla Terra e poi fatto riavvicinare, è un'impresa non ancora realizzata, che si presenta assai difficile, e richiederà probabilmente un certo numero di esperienze preparatorie a vario livello di complessità.

Oltre a questo, anche il problema dell'allunaggio, e cioè della posa sul suolo lunare di una macchina costruita dall'uomo, senza che questa subisca danni, è un'impresa non ancora realizzata e tutt'altro che semplice. E' vero che il globo lunare, essendo più piccolo, genera un'attrazione gravitazionale inferiore a quella terrestre, per cui le cadute avvengono con accelerazione e quindi con velocità d'impatto assai inferiori a quelle terrestri, ma è anche vero che la atmosfera terrestre si presenta perfettamente ad essere utilizzata come « freno » in fase di atterraggio, mediante paracadute,

altature ed una sagomatura opportuna del corpo della cosmonave.

Come si vede, nonostante da parte americana si parli con molta disinvoltura del programma Apollo, che prevede la posa sul suolo lunare di due cosmonauti ed il loro rientro sulla Terra, il quadro non appare ancora chiaro nelle sue linee essenziali di sviluppo, e richiederà vari anni di esperienze e di elaborazioni per presentarsi in una forma concreta. E' possibile che il programma si svolga secondo tappe intermedie a sviluppo successivo. E' possibile, ad esempio, che venga immessa in un'orbita Terra-Luna una cosmonave presidiata, onde mettere a punto il problema del rientro di una cosmonave proveniente da una grande distanza e quindi animata da una velocità dell'ordine della velocità di fuga (circa 11 chilometri al secondo). E' possibile che si immetta un satellite artificiale in un'orbita circumlunare per compiere rilievi scientifici ripetuti per un certo periodo di tempo. E' possibile che siano lanciati sul suolo lunare, dopo le stazioni scientifiche automatiche, missili a funzionamento automatico, o comunque collegati alle stazioni terrestri, per tentare la realizzazione del loro viaggio Luna-Terra dopo una permanenza di qualche tempo sul suolo lunare. E' possibile che siano lanciati sul suolo lunare, dopo le stazioni scientifiche automatiche, missili a funzionamento automatico, o comunque collegati alle stazioni terrestri, per tentare la realizzazione del loro viaggio Luna-Terra dopo una permanenza di qualche tempo sul suolo lunare. E' possibile che siano lanciati sul suolo lunare, dopo le stazioni scientifiche automatiche, missili a funzionamento automatico, o comunque collegati alle stazioni terrestri, per tentare la realizzazione del loro viaggio Luna-Terra dopo una permanenza di qualche tempo sul suolo lunare.

Giorgio Bracchi



Un fotomontaggio del Ranger 7 sullo sfondo della superficie lunare

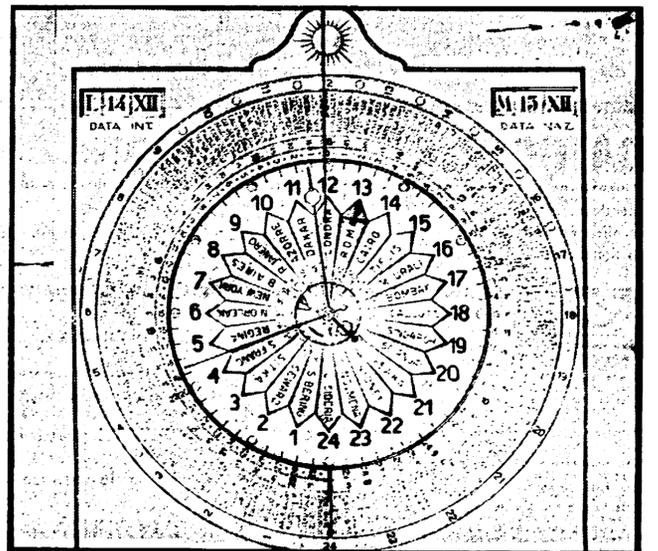
DOPO IL « RANGER 7 »

A che punto è l'assalto

alla Luna

Invenzioni utili

Un orologio universale



Un inventore italiano, il signor Raffaele Caselle, ha brevettato in Svizzera un orologio dotato di uno straordinario quadrante, sul quale è possibile leggere l'ora solare corrispondente a qualsiasi punto geografico, e inoltre la posizione della luna, il quadrante è diviso in ventiquattro ore, e ha due gradazioni, una per i fusi orari, l'altra per i minuti, che vanno detratte e aggiunte — per un determinato punto della Terra — all'ora corrispondente a ciascun fuso. Nello schema che riproduciamo, i nomi di città riportati sulla corona esterna indicano che per tali località il numero di minuti segnato a fianco dei nomi deve essere aggiunto a (per i nomi sulla sinistra)

o detratto da (per i nomi sulla destra) l'ora del fuso in cui il luogo stesso si colloca. Al posto della sfera delle ore, ruota l'intera stella centrale con le sue ventiquattro cuspidi: delle due sfere, una è per i minuti primi, l'altra per i secondi. Il signor Caselle è anche autore di tabelle che consentono egualmente di ricavare l'ora solare esatta per ciascun punto della terra in rapporto alla longitudine. L'orologio e la tabella presentano considerevole utilità nella navigazione e in tutti i casi in cui le stesse indicazioni venivano finora e sono tuttora ricavate ogni volta con il calcolo. Inoltre l'autore insiste con ragione sull'interesse didattico dei suoi ritrovati.