

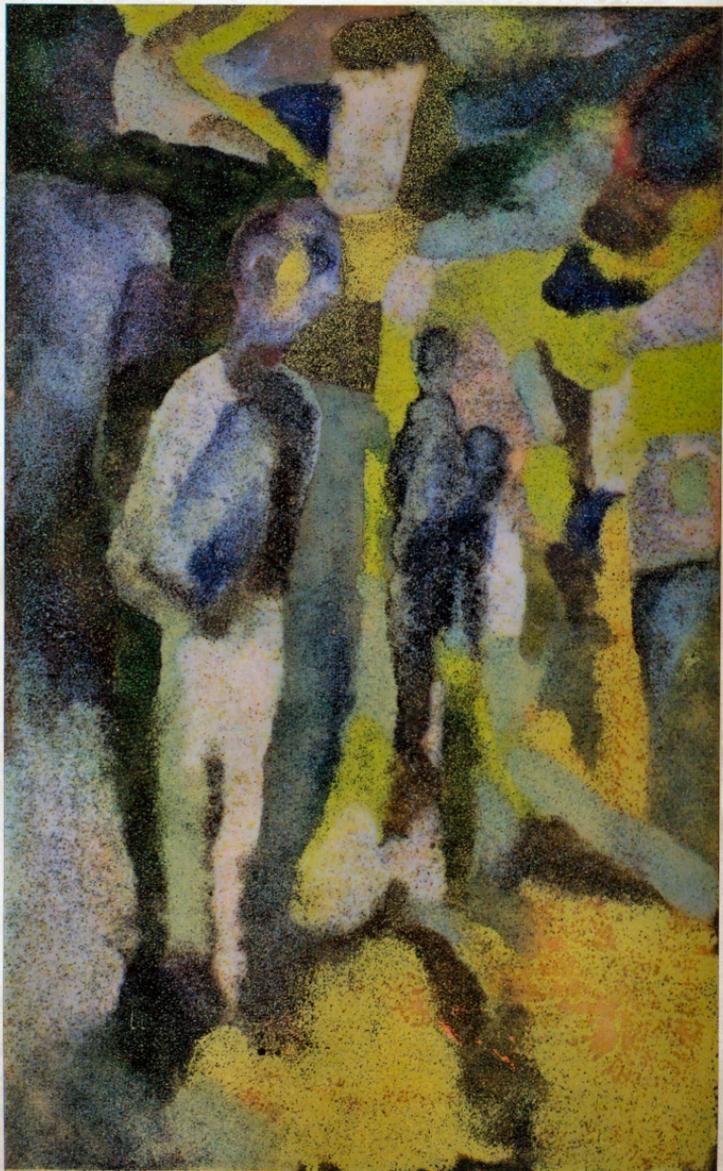
Tommasetti

Rivista bimestrale
Spedizione in abbonamento postale Gruppo IV

PIRELLI

Anno XV N. 3
Giugno 1962, Prezzo L. 600

Rivista d'informazione e di tecnica



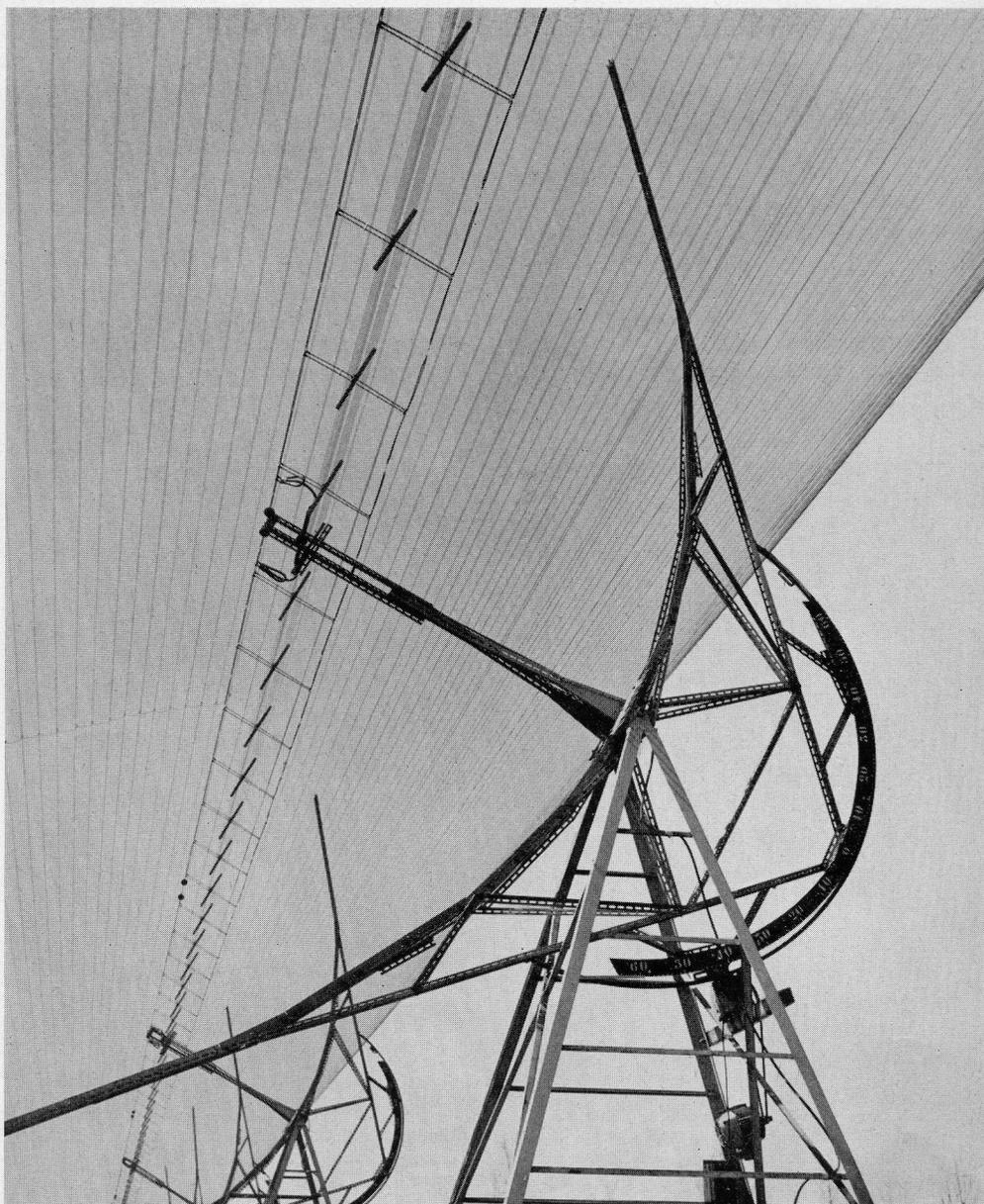
ANCHE L'ITALIA ASCOLTA IL CIELO

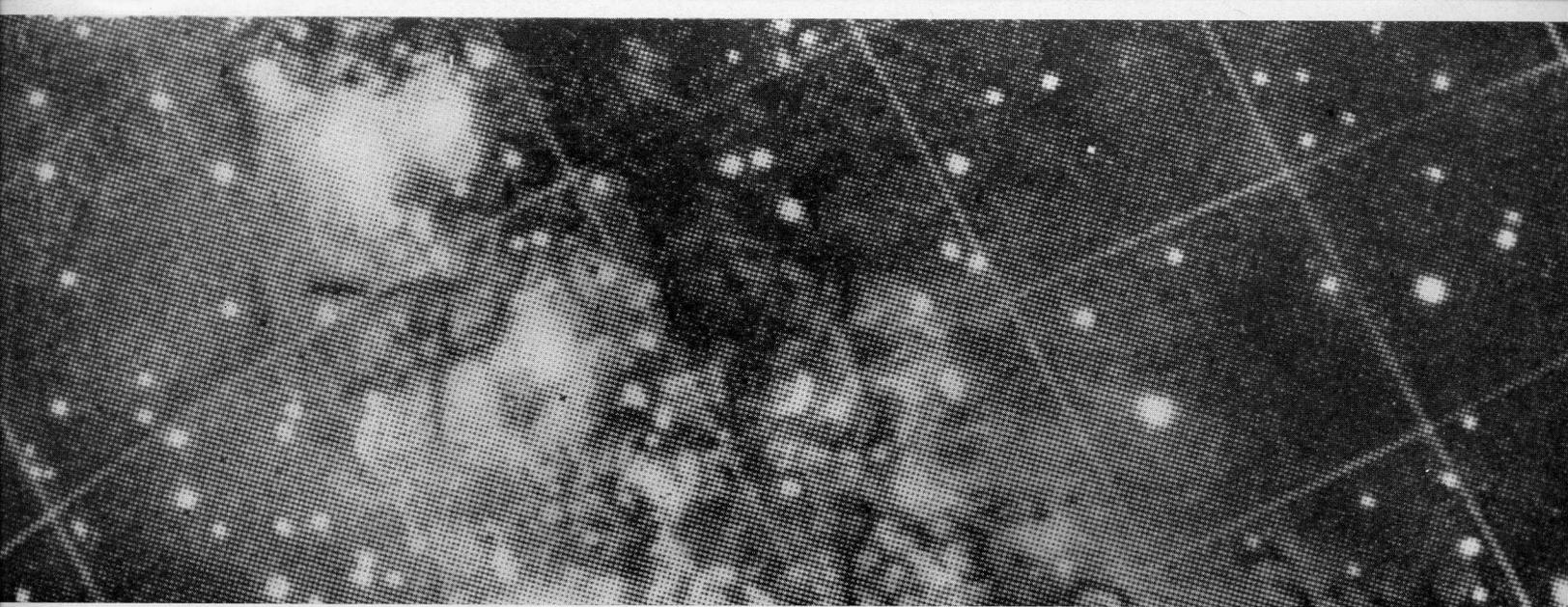
Il nostro Paese è presente ormai, con strumenti e ricercatori, anche nel campo della radioastronomia. A Medicina, presso Bologna, è in funzione dal giugno 1960 un radiotelescopio tipo Cambridge, mentre un altro, a «croce italiana», è in costruzione. A Firenze, nell'Osservatorio di Arcetri, sono in attività numerose apparecchiature per studi radioastronomici sul sole

Anche in Italia si lavora nel campo della radioastronomia: di qua e di là dall'Appennino, nella sede della più antica università del mondo e nei luoghi dove visse e operò Galileo, due gruppi di giovani scienziati stanno muovendo i primi passi su una nuova via della scienza, che nasce dall'incontro fecondo dell'astronomia e della radiotecnica.

Le origini della radioastronomia sono note: nel 1931 un ingegnere della Bell, Karl G. Jansky, scoprì che alcuni disturbi raccolti dai suoi radiorecettori avevano origini extraterrestri: dapprima si pensò che questi disturbi provenissero da qualche sorgente posta nella nostra galassia, ma più tardi si scoprì che gran parte di questa radioenergia raccolta proveniva da fonti molto più lontane. Infine nel 1951 Walter Baade, col potentissimo telescopio (ottico) di Monte Palomar, riuscì per primo a identificare una di queste

Medicina (Bologna). Laboratorio nazionale di radioastronomia: il radiotelescopio attualmente in funzione. E' composto di 112 dipoles e di un riflettore fatto di fili d'acciaio disposti in modo da formare parte della superficie laterale di un cilindro a sezione parabolica.





radio-sorgenti in un oggetto visibile. Le fotografie prese da Baade mostrarono che quella fonte di emissioni che i radio-astronomi avevano denominata Cygnus A rappresentava due galassie in collisione, alla distanza di 700 milioni di anni-luce dalla nostra terra (la sorgente Cygnus A era stata scoperta nel 1948 da J.S. Hey, che lavorava in Inghilterra, e dai suoi colleghi J.G. Bolton e G. Stanley che lavoravano in Australia).

L'Inghilterra è stata la nazione-pilota nelle ricerche radio-astronomiche: durante la guerra era stato dato grandissimo impulso al radar, e si era creato un nucleo di specialisti di grande valore in questo campo; alla fine della guerra una parte di questi specialisti dovettero trovarsi nuovi impieghi, e uno di questi fu la radioastronomia, che presenta grandi analogie con i radar. Accanto agli ingegneri erano disponibili anche le apparecchia-

ture, perchè la cintura-radar che difendeva le Isole Britanniche fu completamente rinnovata dopo la guerra, e tutti i ricevitori a onde metriche furono messi in disarmo.

Dopo qualche anno di lavoro, e di successi, la radioastronomia britannica aveva tanto credito da permettere al professor A.C.B. Lovel, dell'università di Manchester, di chiedere allo Stato i mezzi per realizzare il grande telescopio di Jodrell Bank, che pesa 2000 tonnellate, e ha un disco di 76,2 metri di diametro. Il radiotelescopio di Jodrell Bank, ancor oggi il più grande del mondo, è in funzione dal 1957.

Apparve ben presto chiaro che le onde radio fra un centimetro e un centinaio di metri di lunghezza potevano portare agli astronomi una messe di informazioni sull'universo non certo minore di quella che portano le onde luminose che sono qual-

La Via Lattea al telescopio ottico. Nella fotografia a destra: l'immagine della Via Lattea come risulta dalle osservazioni fatte con il radiotelescopio di Bologna nei mesi di settembre-ottobre 1961.

che milione di volte più piccole. Onde luminose e onde radio sono come due finestre aperte sugli spazi esterni: le prime sono raccolte dai telescopi ottici, le seconde dai radiotelescopi.

Una nuova possibilità s'è aperta dunque all'astronomia, una possibilità che non si può trascurare: per questo ogni nazione che sia presente sul fronte della ricerca scientifica deve formarsi i suoi radioastronomi e provvedersi di attrezzature. E' naturale che un campo nuovo di ricerca attiri i giovani: e sono due giovani équipes di fisici e d'ingegneri che abbiamo



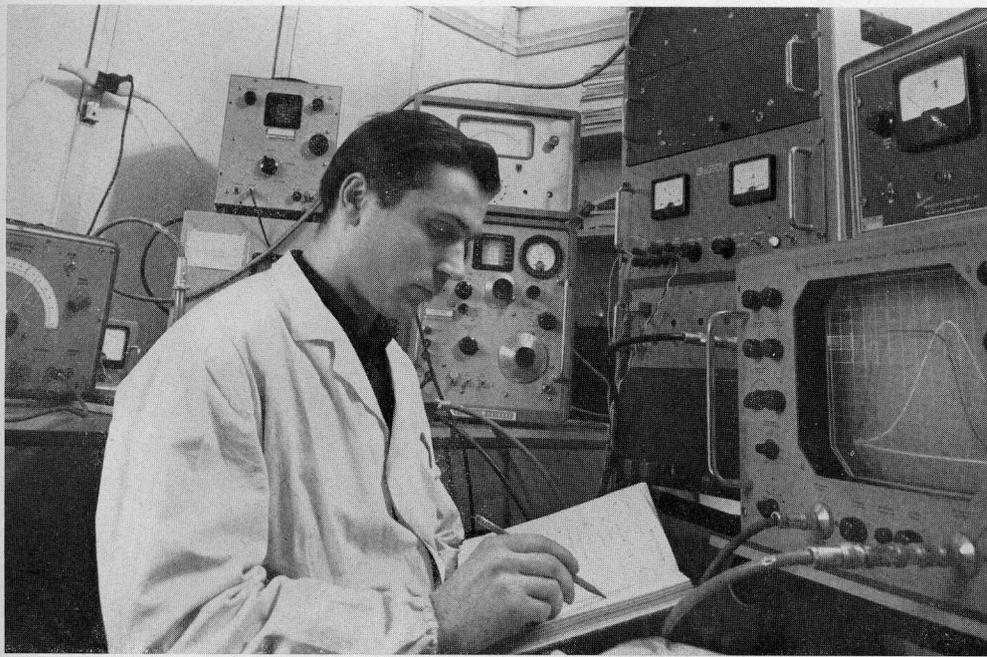
Il professor Marcello Ceccarelli, direttore del Laboratorio nazionale di radioastronomia di Bologna.



Il professor Giuseppe Mannino, docente di astronomia e responsabile del settore astronomia del Laboratorio.



Il fisico Alberto Tonni che fa parte del settore ricerche astronomiche del Laboratorio.



Un tecnico al lavoro nell'interno del Laboratorio di radioastronomia di Bologna. Nella foto a destra: il ricevitore del Laboratorio con antenna a paraboloide da dieci metri.

con penne scriventi su nastri di carta scorrevoli.

Quali informazioni si raccolgono, dunque? Per una data frequenza, si raccolgono solo le variazioni che subisce nel tempo l'ampiezza di questi segnali disordinati; ma siccome l'elevata direzionalità delle antenne consente di localizzare con notevole esattezza il punto del cielo da cui provengono i segnali, si può addirittura tracciare una mappa celeste in cui sono indicati i punti dai quali provengono le emissioni radio di maggiore intensità.

I radioastronomi nel loro lavoro debbono scartare tutti i disturbi radio di origine terrestre che si infilano «proditoriamente» in mezzo a quelli astronomici, e questo non è molto difficile dato che i disturbi provocati da auto, moto, e radioemittenti hanno una forma caratteristica, e a differenza dei segnali provenienti dagli spazi non si ripetono il giorno dopo alla stessa ora.

Due figure che ci sono state gentilmente fornite dall'ingegner Sinigaglia ci aiutano, insieme a un commento del professor Braccisi, a farci un'idea di come «vede» un radiotelescopio. L'oggetto rappresentato da queste figure è lo stesso: la via lattea. Una figura la mostra così come siamo abituati a vederla nelle notti serene con il nostro occhio; l'altra è il risultato di due mesi di osservazioni, settembre e ottobre 1961, durante i quali si sono osservati i profili dell'emissione radio del cielo a nove declinazioni di $2,5^\circ$ in $2,5^\circ$.

Trascriviamo ora le parole del professor Braccisi: «Mentre nell'immagine ottica la via lattea appare un oggetto indeciso e frammentario, nell'immagine radio è una cresta regolarissima che, se trova le sue origini a decine di gradi dall'equatore galattico, si innalza ripidamente a pochi gradi da esso definendolo in modo incontrovertibile. Questa differenza è dovuta al fatto che mentre l'immagine ottica ci fa vedere solo la parte più vicina a noi della galassia, che appare per semplici ragioni prospettiche piuttosto estesa e spezzata in dettagli e strutture di scala relativamente piccola, l'immagine radio è dovuta a tutta la galassia fino alle sue parti più remote, non facendo le nubi di polvere o le nebulose serio ostacolo alla propagazione delle onde radio».

Il fatto della polvere non deve meravigliare nessuno; il cielo non è così «pulito» come crediamo, vi sono vere nubi di polvere di stelle, che fermano i raggi ottici, ma non le onde radio. Di questa polvere di stelle pensano di servirsi gli studiosi di astronautica come carburante per gli statoreattori di alcuni veicoli spaziali.

gono dei fili d'acciaio. Questi fili, del diametro di 0,7 millimetri, distanziati fra loro di tre centimetri, sono mantenuti in tensione da molle poste a un'estremità, e costituiscono il riflettore cilindrico-parabolico. Nella linea focale di questo cilindro si trovano 112 dipoli, disposti in sedici gruppi di sette ciascuno. I dipoli di ciascun gruppo sono posti in parallelo e sfocano, attraverso una linea bifilare, su un cavo flessibile. I vari cavi flessibili confluiscono su un cavo coassiale rigido, in rame, che ha per dielettrico l'aria, e per spaziatori dei dischetti di teflon; sul cavo coassiale i segnali arrivano al ricevitore, e i circuiti sono sistemati in modo tale che le lunghezze elettriche da ciascun gruppo di dipoli al ricevitore sono uguali. Il ricevitore ha una lunghezza di banda di 2 megacicli al secondo.

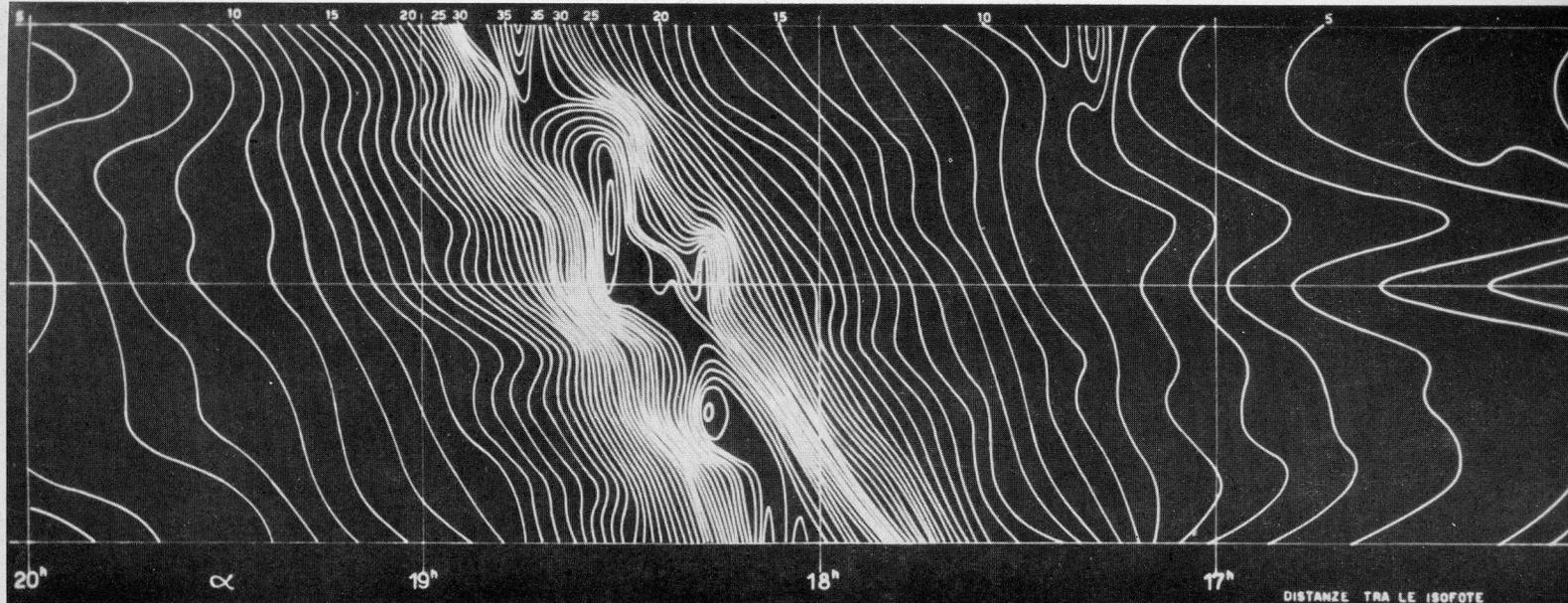
Questo radiotelescopio è un bello strumento, e ha dato soddisfazione ai suoi costruttori: ma è soltanto uno strumento pilota, in vista della costruzione del grande radiotelescopio a «Croce del Nord», perfezionamento della «croce di Mills», che già negli ambienti internazionali della radioastronomia viene indicato come «The Italian Cross». Esso rappresenta il primo passo nel campo del lavoro originale, la prima pietra che i radioastronomi italiani porteranno al grande edificio comune della ricerca astronomica a mezzo radio.

Siamo andati con l'ingegner Sinigaglia sul luogo dove sorgerà la «croce italiana». L'allineamento è marcato da alcuni pilastri. Nella splendida campagna emiliana, ridente in una giornata di primavera, dopo aver visto il bel paraboloide da 10 metri e la grande arpa del radiotelescopio tipo Cambridge, i pilastri bianchi e i discorsi di Sinigaglia e dello studente Renzini suggerivano alla fantasia l'immagine perfettamente viva e chiara di questa grande croce le cui quattro braccia uguali saranno lunghe ciascuna 500 metri e larghe 30. Sarà una croce immobile sulla terra, ma per effetto del

movimento della terra esplorerà una gran parte di cielo. Inoltre sarà possibile una regolazione in direzione, agendo sulla fase degli elementi d'antenna del braccio Nord-Sud. La frequenza di Centro su cui lavorerà questo grande radiotelescopio sarà di 408 megacicli al secondo, corrispondente a una transizione di struttura del deuterio.

Elettronicamente le caratteristiche dello strumento sono perfettamente determinate: dal punto di vista meccanico e statistico non si possono attendere imprevisti.

Circa quello che il radiotelescopio «vedrà» è ovvio che gli scienziati di Bologna non si compromettono. Spiegare cosa «si vede» in radioastronomia è indubbiamente difficile; se i telescopi ottici offrono al profano la visione dei crateri della luna e quella degli anelli di Saturno, i radiotelescopi danno una quantità di informazioni che sono molto per lo scienziato e per il profano poco o nulla. E qui viene ovvia la considerazione sull'estrema specializzazione delle scienze e delle tecniche odierne, sul fatto che ogni specialista rischia di rimaner chiuso nella sua sfera, in cui vede cose che gli altri non vedono e che egli stenta persino a comunicare agli altri, se non sono iniziati. Pure non è impossibile dare un'idea di come «veda» un radiotelescopio. Dagli spazi arrivano sulla terra radioonde di varia lunghezza; v'è una diversità fondamentale fra queste onde e quelle che riceviamo normalmente con i nostri apparecchi radio: le onde «della radio» sono *modulate*, cioè sono delle *portanti* su cui sono stati impressi dei segnali; *rivelando* questi segnali noi riusciamo ad ascoltare la musica o le parole che all'origine, in trasmissione, sono state impresse sulla *portante*. Le radioonde che si ricevono dagli spazi non sono modulate; il segnale che si riceve è disordinato, si può classificare come un «rumore». Nei laboratori di radioastronomia non lo si ascolta in altoparlante, ma lo si registra



visto al lavoro nei centri di Bologna e di Firenze.

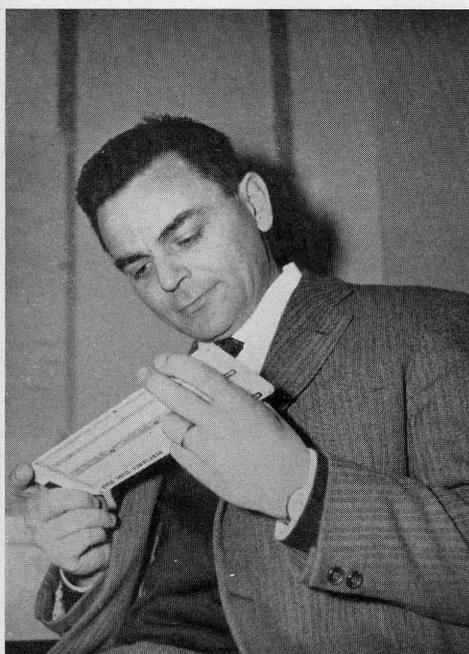
« Abbiamo dovuto partire da zero — ci ha detto a Bologna il professor Marcello Ceccarelli che è a capo del gruppo — iniziando un'attività che prima nessuno aveva svolta in Italia. Abbiamo cominciato con l'attrezzatura. Il primo strumento è stato un radiotelescopio a paraboloide, del diametro di 10 metri; con quello abbiamo fatto la mano in ricerche di routine: esplorazione generica del cielo, misure di variazioni del flusso solare. Questa però non è l'attività base del laboratorio, ci serve per impadronirci della tecnica. Ci prefiggiamo un impianto abbastanza considerevole, che si vale di questi come strumenti piloti ».

Il professor Ceccarelli è nato a Perugia nel 1927, ha studiato fisica a Padova, dove si è laureato nel 1948, è stato in Germania, in Inghilterra, e da qualche

mese ricopre a Bologna la cattedra straordinaria di Fisica Sperimentale. A lui fanno capo i due rami del Laboratorio nazionale di radio-astronomia: quello di fisica e quello di astronomia. Nel primo vi sono ingegneri e anche studenti: citeremo l'ingegner Carlo Rosatelli e l'ingegner Gianfranco Sinigaglia; nel secondo vi sono matematici come il professor Giuseppe Mannino, nato in provincia di Messina nel 1921, laureato in matematica a Bologna e docente di astronomia, il dottor Giancarlo Setti, attualmente in Olanda, il dottor Alberto Tonni, nato a Castiglione Fibocchi (Arezzo) nel 1936 e vari laureati e laureandi. Non mancano ospiti stranieri, come la signorina Luisa Volders, olandese, e il barbuto Daniel Harris nato nel New Jersey nel 1934, astronomo diplomato del California Institute of Technology, e specialista in radioastronomia. Un ambiente, dunque, dove il decano ha

quarant'anni; e dove entusiasmo per il lavoro e spontanea allegria non fanno mai difetto.

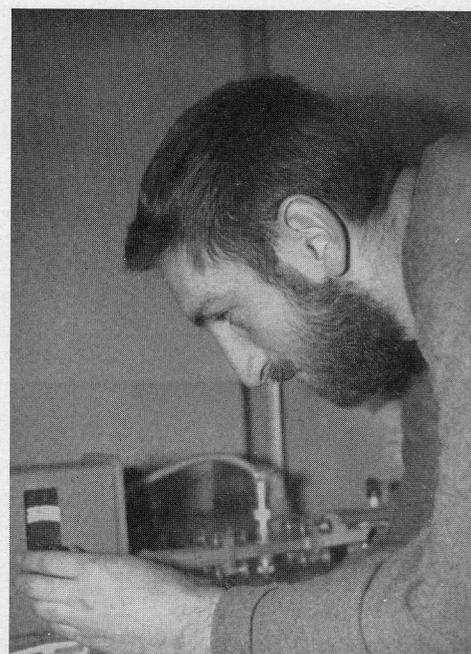
La prima apparecchiatura importante costruita a Bologna è il radiotelescopio da 327, 4 megacicli al secondo, cioè operante su una lunghezza d'onda di 93 centimetri. Per vederlo siamo andati a Medicina, ventisei chilometri da Bologna in direzione di Ravenna, accompagnati dall'ingegner Sinigaglia e dallo studente Renzini, un normalista di Pisa che frequenta il terzo anno di fisica e sta preparando la tesi di laurea in astrofisica col professor Kranic. Il radiotelescopio ha una lunghezza di 110 metri e una larghezza di 6,7, ed è orientato in direzione Est-Ovest. Com'è fatto? Aiutiamoci con una fotografia. Si vedrà una sfilata di sostegni a traliccio che reggono ciascuno un arco di parabola; guardando bene si può scorgere che questi archi di parabola sosten-



L'ingegner Carlo Rosatelli, specializzato in microonde. Lavora al settore ricerche fisiche del Laboratorio.



L'ingegner Gianfranco Sinigaglia (in primo piano) e lo studente Renzini presso uno dei pilastri della grande antenna a croce in costruzione presso Bologna.



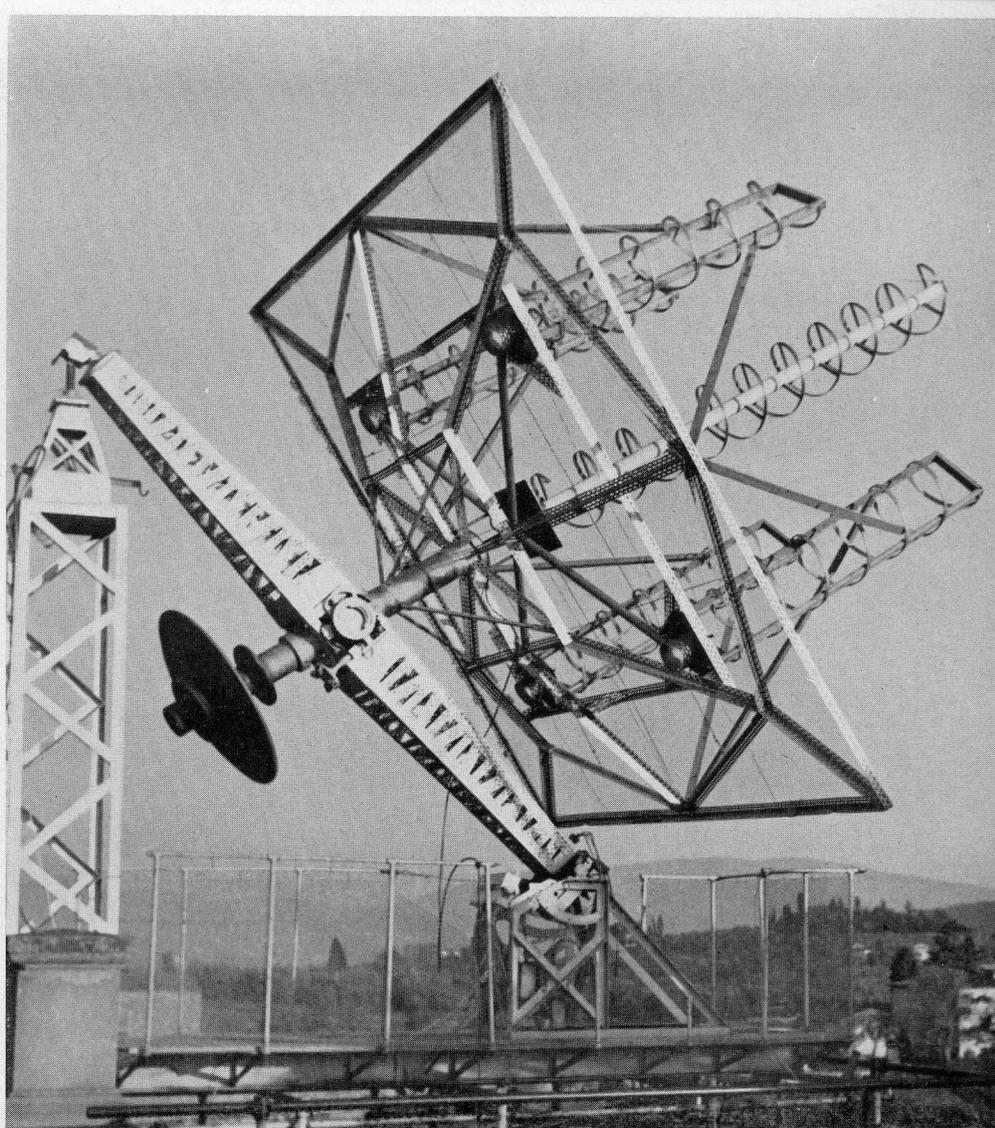
Il fisico americano Daniel Harris, diplomato al California Institute of Technology, ospite del Laboratorio.



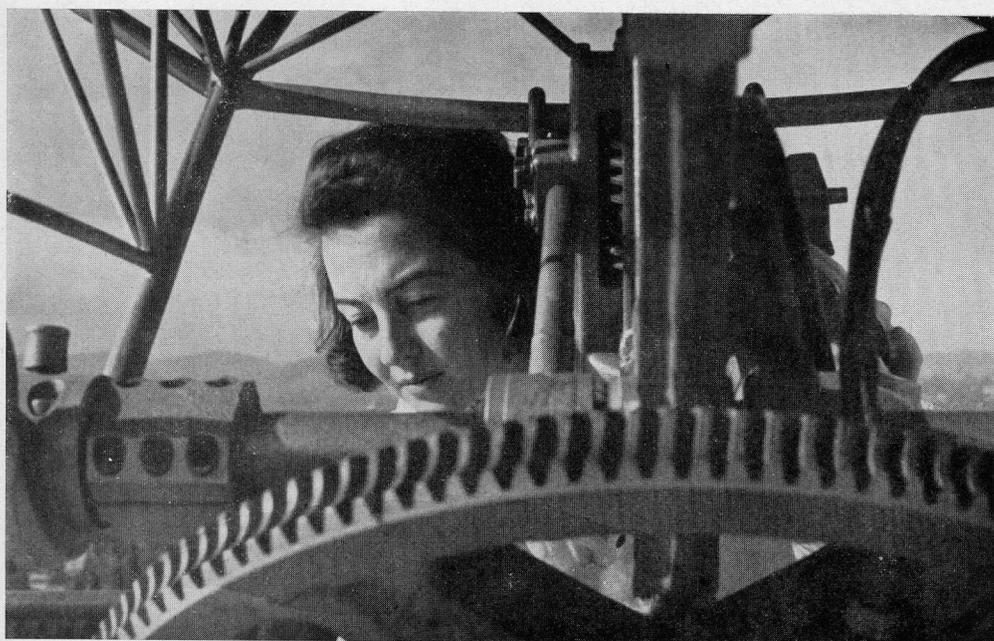
Ciò che «vedrà» un nuovo radiotelescopio è molto difficile da prevedere: si tratta di sondare il cielo su una determinata frequenza, con uno strumento di sensibilità maggiore dei precedenti. Questo vuol dire spingersi nella ricerca più lontano di quanto siano andati gli altri finora, sia con gli strumenti ottici sia con quelli radio. Pare che la portata dei radiotelescopi sia all'incirca doppia di quella dei maggiori telescopi ottici: questi sono ostacolati dalla presenza dell'atmosfera, che è un serio impedimento per le onde luminose, mentre lascia passare praticamente indisturbata la larga banda di radiofrequenze oggi utilizzata in radioastronomia.

« Si potrà distinguere la forma dell'universo — ci spiegavano a Bologna — e forse scegliere fra le due teorie in lotta, quella dell'universo in espansione e quella dell'universo statico o quasi ». Le due teorie lottano da tempo, e i radiotelescopi potrebbero dire la parola decisiva in favore dell'una o dell'altra, o addirittura suggerire una nuova spiegazione dell'universo.

E ora lasciamo Bologna diretti a Firenze, seconda tappa del nostro viaggio. E' stata l'eclissi di sole del 19 febbraio 1961 a far nascere la radioastronomia sul colle di Arcetri, sacro alle memorie galileiane. Nel suo programma per l'osservazione di quell'evento, il professor Guglielmo Righini, direttore dell'osservatorio, dopo aver elencato gli strumenti fissi (torre solare, equatoriale di Amici, piccolo equatoriale) e menzionato la spedi-



Arcetri (Firenze). Antenna elicoidale installata nel 1956 per la ricezione di radioemissioni solari. Nella foto a sinistra: la dottoressa Franca Drago che lavora all'interferometro e al ricevitore da tre centimetri presso l'Osservatorio di radioastronomia di Arcetri.



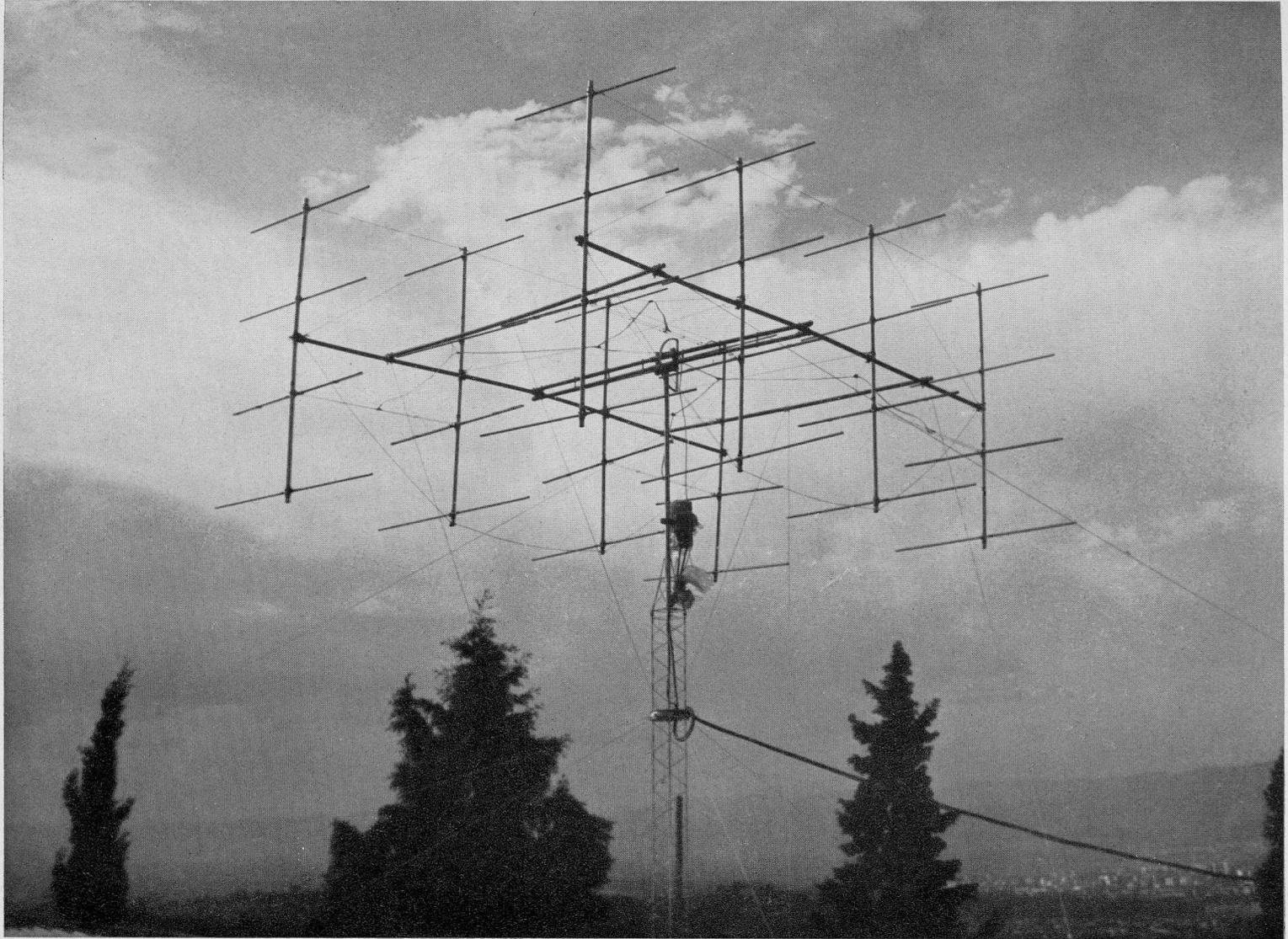
zione aerea che lo doveva portare a cinquecento metri per osservare il fenomeno di lassù e riprenderlo con il suo equipaggiamento fotografico, accennò anche alla soluzione d'emergenza nel caso che le condizioni atmosferiche avessero ostacolato l'osservazione: « Se per nera sfortuna — egli scriveva — anche la spedizione aerea dovesse comunque fallire, ab-

biamo un'ultima risorsa: la radioastronomia. E qui, nuvole o sereno che sia, le radioonde solari ci arriveranno sempre. In questo campo abbiamo un programma assai largo. Il nostro radiotelescopio potrà seguire il sole durante le varie fasi dell'eclissi e ci darà la risposta di quanto accade sulle onde metriche e per essere più precisi sulla frequenza di 186 MHz

Accanto a questo primo strumento avremo il radiometro per 3 centimetri, che sarà dotato di una parabola di 2 metri di diametro. Per il primo strumento il radiosole sarà una sorgente puntiforme, per lo specchio di 2 metri che ha un'apertura di circa 70 lunghezze d'onda invece il Sole non sarà più tanto puntiforme in quanto la larghezza del lobo d'antenna sarà di circa 1 grado. Terzo strumento in funzione per l'eclissi sarà il radiometro per onde decimetriche, circa 20 centimetri, che usufruirà di uno specchio parabolico di 5 metri di diametro. Il lobo d'antenna sarà in questo caso di circa 3° ».

Il primo strumento menzionato, il radiotelescopio da 186 MHz, (1,6 metri di lunghezza d'onda), è provvisto di antenne a elica e ricevitore tipo supereterodina; esso è stato costruito interamente ad Arcetri, e funziona fin dal 1956. Gli altri due strumenti sono arrivati ad Arcetri in occasione dell'eclissi.

Eravamo anche noi là, in quel giorno in-



dimenticabile: il tempo non avrebbe potuto essere migliore, e lo spettacolo della terra ripiombante per oltre due minuti nella notte spettrale fu veramente indescrivibile. Ora, tornando sul colle d'Arcetri per raccogliere gli elementi necessari alla compilazione di questo articolo, abbiamo trovato parecchie novità: l'argomento di studio è sempre il sole, ma in poco più d'un anno gli strumenti sono aumentati, e l'organizzazione della parte radioastronomica, che allora era alquanto improvvisata, si è notevolmente consolidata.

Anche i radioastronomi di Firenze, guidati dal professor Righini, sono in prevalenza giovani. Abbiamo incontrato due graziose radioastronome, le dottoresse Franca Drago e Dora Russo: la prima, che partecipò alla spedizione aerea del professor Righini per l'eclissi, ha sposato ora il fisico Claudio Chiuderi, e si occupa del ricevitore da tre centimetri e dell'interferometro. La dottoressa Russo si occupa invece di una cosa nuovissima per Arcetri: la ricezione di segnali dai satelliti artificiali S.R., cioè *solar radiation*. Una cortina di dipoli posta sul terrazzo riceve le emissioni radio da questi satelliti, i quali sono muniti di apparecchiature per la misura dei raggi X emessi dal sole, e ritrasmettono i dati trovati su una lunghezza d'onda di 108 megacicli al secondo.

Il giovane fisico Giancarlo Noci e l'esperto elettronico Piattelli ci parlano degli strumenti che stanno per affiancarsi a questi che vediamo: un interferometro da 225 megacicli al secondo (133 centimetri), un radiometro per misurare il flusso totale delle radioemissioni solari. Il grosso paraboloide che riceve su 21 centimetri ora è stato smontato, verrà alzato perché possa ricevere meglio. « Adesso il sole è molto quieto — dice Noci — la parte più interessante è l'attività della corona; a volte c'è solo attività seguibile otticamente, e nulla per gli strumenti radio, a volte il contrario ».

La dottoressa Drago è andata a far lezione, fra poco tocca al dottor Noci. L'ambiente che troviamo ora ad Arcetri è ben diverso da quello dei giorni dell'eclissi. Allora tutto era dominato dall'eccitazione per il grande evento, tutti si preparavano alla « giornata campale ». Oggi possiamo vedere cosa sia la vita di tutti i giorni in questo osservatorio. Come l'entomologo, l'erborista, l'archeologo e gli altri scienziati che frugano nella terra, gli studiosi del cielo accumulano con pazienza minutissime briciole, microscopici frammenti, che scandagliano poi con ogni cura per vedere se contengono una particella della verità che stanno cercando. La scienza pura svolge il suo lavoro con

Arcetri (Firenze). Antenna per la ricezione dei satelliti artificiali che misurano le radiazioni solari.

rara discrezione, e solo raramente il pubblico ne sente parlare, spesso in occasione di qualche scoperta. Sono brevi giorni di clamore, poi torna il tempo del silenzio. E si continua a raccogliere un numero infinito di numeri, a tracciare migliaia di diagrammi, di spettri, di medie. E in questo paziente e anche appassionante lavoro fra l'astronomo, gli strumenti e l'oggetto della ricerca si viene a formare come un legame segreto. « Il sole ora è quieto », dice un fisico, e sembra che parli d'una persona di famiglia. Al tramonto le cupole metalliche dell'osservatorio e della torre solare brillano fra i cipressi verde cupo. Il sole scherza con le cortine di dipoli e trae dalla plastica e dal metallo riflessi abbaglianti. E gli strumenti sulla terrazza, le antenne a elica, il piatto del paraboloide, il graticcio luminoso dell'interferometro che spicca sullo sfondo caldo del laterizio della Torre del Gallo, disegnano in questo paesaggio antichissimo e prezioso forme di una magica suggestione.

Alberto Mondini