

# **ELETTRONICA**

**NUOVA**

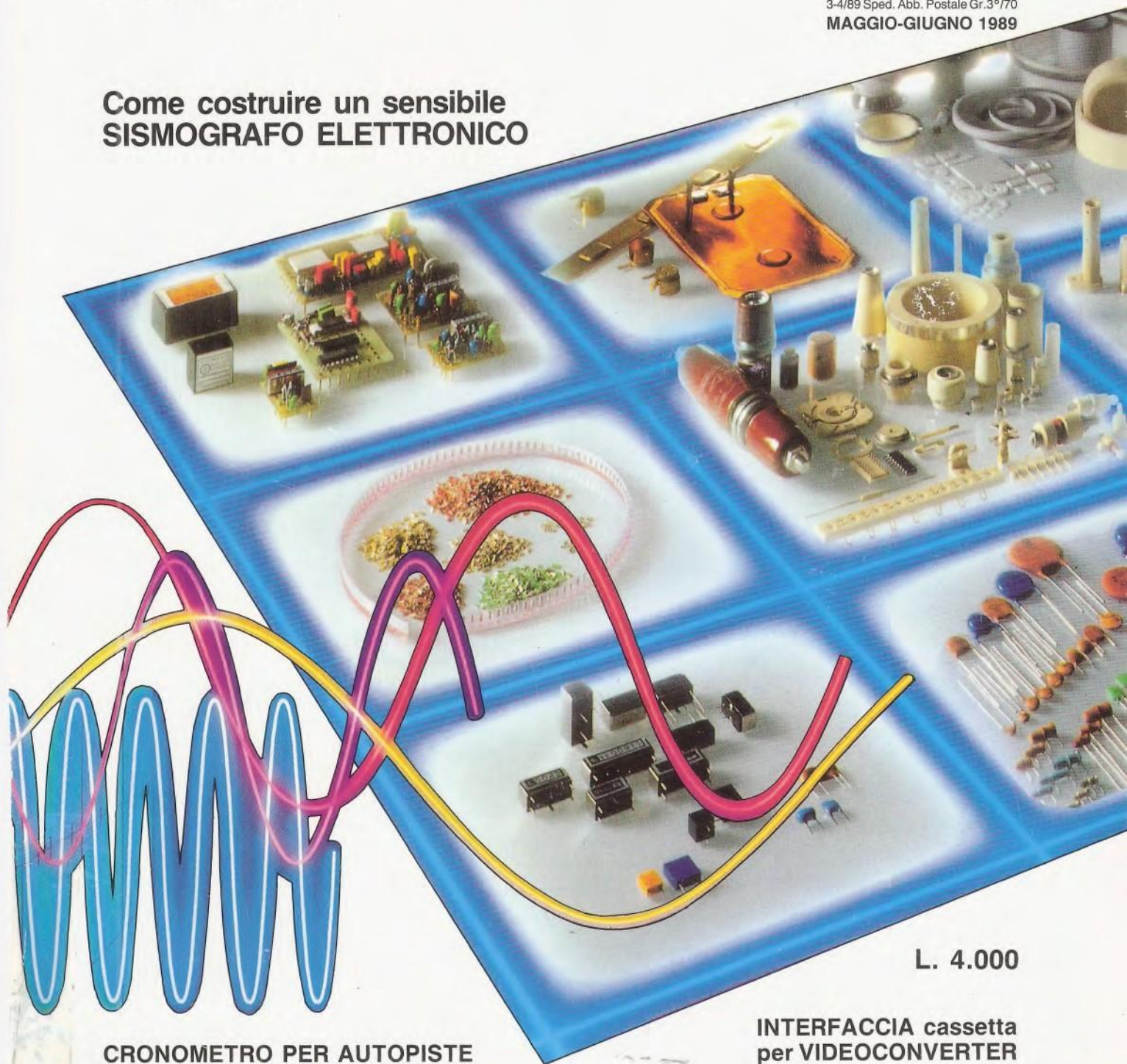
Anno 21 - n. 130-131

RIVISTA MENSILE

3-4/89 Sped. Abb. Postale Gr.3°/70

MAGGIO-GIUGNO 1989

Come costruire un sensibile  
**SISMOGRAFO ELETTRONICO**



**CRONOMETRO PER AUTOPISTE**

**L. 4.000**

**INTERFACCIA cassetta  
per VIDEOCONVERTER**



Direzione Editoriale  
 NUOVA ELETTRONICA  
 Via Cracovia, 19 - BOLOGNA  
 Telefono (051) 46.11.09

Fotocomposizione  
 LITOINCISA  
 Via del Perugino, 1 - BOLOGNA

Stabilimento Stampa  
 ROTOWEB s.r.l.  
 Industria Rotolitografica  
 Castel Maggiore - (BO)

Distribuzione Italia  
 PARRINI e C. s.r.l.  
 Roma - Piazza Colonna, 361  
 Tel. 06/6840731 - Fax 06/6840697

Ufficio Pubblicità  
 C.R.E.  
 Via Cracovia, 19 - Bologna  
 Tel. 051/464320

Direttore Generale  
 Montuschi Giuseppe

Direttore Responsabile  
 Brini Romano

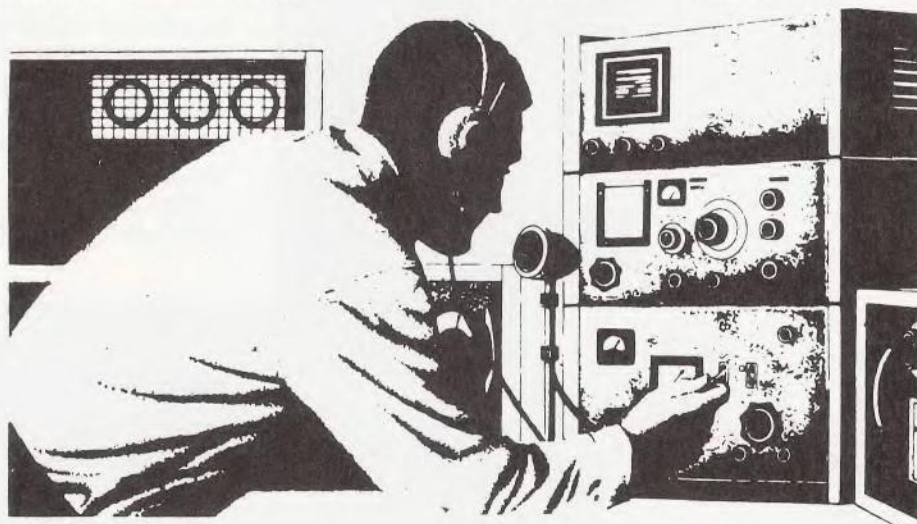
Autorizzazione  
 Trib. Civile di Bologna  
 n. 5056 del 21/2/83

# NUOVA ELETTRONICA

## ABBONAMENTI

Italia 12 numeri L. 40.000  
 Estero 12 numeri L. 65.000

Numero singolo L. 4.000  
 Arretrati L. 4.000



RIVISTA MENSILE  
 N. 130-131 / 1989  
 ANNO XXI  
 MAGGIO-GIUGNO

## COLLABORAZIONE

Alla rivista Nuova Elettronica possono collaborare tutti i lettori. Gli articoli tecnici riguardanti progetti realizzati dovranno essere accompagnati possibilmente con foto in bianco e nero (formato cartolina) e da un disegno (anche a matita) dello schema elettrico. L'articolo verrà pubblicato sotto la responsabilità dell'autore, pertanto egli si dovrà impegnare a rispondere ai quesiti di quei lettori che realizzano il progetto, non saranno riusciti ad ottenere i risultati descritti. Gli articoli verranno ricompensati a pubblicazione avvenuta. Fotografie, disegni ed articoli, anche se non pubblicati non verranno restituiti.

## È VIETATO

I circuiti descritti su questa Rivista, sono in parte soggetti a brevetto, quindi pur essendo permessa la realizzazione di quanto pubblicato per uso dilettantistico, ne è proibita la realizzazione a carattere commerciale ed industriale.

Tutti i diritti di produzione o traduzioni totali o parziali degli articoli pubblicati, dei disegni, foto ecc., sono riservati a termini di Legge per tutti i Paesi. La pubblicazione su altre riviste può essere accordata soltanto dietro autorizzazione scritta dalla Direzione di Nuova Elettronica.

## SOMMARIO

TERREMOTI e SISMOGRAMMI .....	2
SISMOGRAFO ELETTRONICO .....	LX.922/-LX.923 28
CRONOMETRO per AUTOPISTE ....	LX.924/LX.925/LX.926 68
SUPERETERODINA con 2 INTEGRATI .....	LX.928 84
CORSO di specializzazione per ANTENNISTI TV .....	96
INTERFACCIA cassetta per VIDEOCONVERTER .	LX.927 108
PROGETTI in SINTONIA .....	124
- Amplificatore BF 65 watt su 4 ohm .....	124
- Potenziometro elettronico .....	125
- Trasmettitore audio per TV .....	128



Associato all'USPI  
 (Unione stampa  
 periodica italiana)



Presentare il progetto di un sismografo senza accennare al perchè o al come si verifichi un terremoto e risulti possibile registrare a distanza di migliaia di chilometri queste vibrazioni, e come si debba leggere un sismogramma, non corrisponde al nostro abituale modo di procedere. Anche se questo articolo non tratta propriamente di "elettronica", riteniamo risulti ugualmente molto interessante ed istruttivo.



Tutti i terremoti di una certa intensità provocano effetti disastrosi e molte vittime. Anche se generalmente si pensa che non siano frequenti, installando questo nostro sismografo ne registrerete in media una decina al mese.

Se sul territorio italiano come in tanti altri paesi, Giappone, URSS e USA, fossero installati un elevato numero di **sismografi**, forse si potrebbero raccogliere dei dati molto utili per prevenire i terremoti, o almeno per contenere in tempo utile gli effetti disastrosi che spesso essi determinano.

Negli ultimi decenni i terremoti più catastrofici si sono verificati nei seguenti Paesi:

## TERREMOTI

29/03/1960	=	Marocco (12.000 vittime)
30/05/1960	=	Cile (5.000 vittime)
1/09/1962	=	Iran (12.300 vittime)
27/07/1963	=	Jugoslavia (1.100 vittime)
19/08/1966	=	Turchia (2.500 vittime)
31/08/1968	=	Iran (12.000 vittime)
23/03/1970	=	Turchia (1.100 vittime)
31/05/1970	=	Perù (66.000 vittime)
14/04/1972	=	Iran (5.100 vittime)
23/12/1972	=	Nicaragua (5.000 vittime)
28/12/1974	=	Pakistan (5.200 vittime)
6/09/1975	=	Turchia (2.300 vittime)
4/02/1976	=	Guatemala (22.800 vittime)
6/05/1976	=	FRIULI ( 946 vittime)
28/07/1976	=	Cina (242.000 vittime)
18/08/1976	=	Filippine (8.000 vittime)
24/11/1976	=	Turchia (4.000 vittime)
4/03/1977	=	Romania (1.500 vittime)
16/09/1978	=	Iran (25.000 vittime)
12/12/1979	=	Ecuador ( 800 vittime)
10/10/1980	=	Algeria (4.500 vittime)
23/11/1980	=	IRPINIA (4.800 vittime)
13/12/1982	=	Yemen (2.800 vittime)
30/10/1983	=	Turchia (1.300 vittime)
19/09/1985	=	Messico (9.500 vittime)
7/12/1988	=	Armenia (75.000 vittime)

cioè più di mezzo milione di vittime.

Il problema del **terremoto** oggi non può più essere sottovalutato come in passato, perchè se po-



chi decenni fa esso poteva determinare danni e vittime solo nelle **zone** colpite dal sisma, oggi si corre il rischio di coinvolgere anche popolazioni che si trovano molto lontano dal luogo del disastro.

Infatti, se dovesse crollare o subire danni una **centrale nucleare** o un qualsiasi impianto industriale che produce **sostanze tossiche e velenose**, sappiamo già che le radiazioni e le nubi tossiche che si sprigionerebbero potrebbero essere sospinte dal vento a diverse centinaia di chilometri di distanza, con le conseguenze ormai a tutti note.

#### COME È NATA L'IDEA DEL SISMOGRAFO

Subito dopo il disastroso terremoto che distrusse alcuni paesi del Friuli nel lontano maggio del 1976, noi di Nuova Elettronica ci siamo chiesti:

**“È possibile progettare in kit, un sensibile sismografo in grado di rilevare questi disastrosi fenomeni sismici?”.**

Per risolvere questo problema abbiamo dovuto documentarci ampiamente, chiedere la collaborazione di Geofisici per farci spiegare come e perchè si verifica un terremoto e se si potessero individuare dei **segni premonitori**.

Infatti, sapevamo che in Giappone, un paese sismico tanto quanto l'Italia, molti scienziati e **dilettanti**, da tempo cercano di scoprire se esistono dei **segni premonitori**, osservando ad esempio il **comportamento degli animali** e i vari sismogrammi registrati dai sismografi.

Questo particolare del comportamento degli animali non è una novità, perchè già i nostri **nonni** ci

## e SISMOGRAMMI



dicevano che quando cavalli, gatti, cani, galline, buoi, manifestano senza alcun motivo una particolare irrequietezza, incombe il pericolo di un **terremoto**.

A tal proposito ci fu raccontato che nel lontano 13 gennaio 1915, in Abruzzo, una intera famiglia fu **salvata da un cavallo**.

Questo, che si trovava nella stalla, inspiegabilmente si mise a nitrire, calciare, alzarsi sulle gambe anteriori, come se fosse improvvisamente impazito.

I componenti della famiglia non fecero in tempo ad uscire dalla casa per raggiungere la stalla, per vedere perchè questo cavallo, particolarmente docile, si comportasse in modo così strano, che subito la terra iniziò a tremare sotto i loro piedi, sempre più forte, tanto che tutte le case di molti paesi crollarono come castelli di carta, provocando la morte di circa 30.000 persone.

Si tramanda ancora che nel Forlivese una famiglia che possedeva una gattina che da pochi giorni aveva partorito quattro gattini, una mattina, inspiegabilmente, trovò il cesto in cui gatta e piccoli solitamente dormivano, completamente vuoto.

Tutti i componenti della famiglia si misero allora a cercare e a chiamare la gattina, ma con esito negativo.

Dopo poco mezzogiorno della stessa giornata, ci furono due tremende scosse di terremoto, che per fortuna non determinarono nè danni nè vittime.



Verso sera si vide la gattina tornare riportando nel cesto tutti i suoi piccoli, quasi ad annunciare lo "scampato pericolo".

Ci è stato ancora raccontato che un contadino poco prima che si verificasse un terremoto, aveva notato che tutte le sue galline si erano appollaiate sugli alberi e che buoi e maiali davano segni di irrequietezza.

Da questi e da tanti altri racconti si può dedurre che ogni terremoto è sempre preceduto da **segni premonitori**, cioè da piccole scosse di **avvertimento** che gli animali, grazie alla loro spiccata sensibilità, percepiscono e che l'uomo non è invece in grado di **sentire**.

Sapere quali sono gli animali più sensibili a questi microsismi, potrebbe risolvere molti problemi, ma questo controllo risulta sempre molto difficile, perchè raramente uno studioso si trova in anticipo con un **sismografo** nel luogo in cui si verificherà un terremoto, per poter osservare e studiare come si comportano i diversi animali.

Solo in Giappone ed in Cina (non ci ricordiamo dove l'abbiamo letto), si studia questa correlazione, cercando di capire quali **sensori** hanno gli animali per percepire questi **microsismi**.

È risaputo che un terremoto si verifica quando enormi masse di rocce muovendosi lentamente verso altre, le comprimono tanto, fino ad arrivare al cosiddetto **punto di rottura** o sgretolamento.

Per capire come si verifica un terremoto, si potrebbe prendere una "noce" e stringerla lentamente con uno schiaccianoci.

Ancor prima che il suo guscio si spezzi, si udranno degli scricchiolii, cioè un **suono** che, come noto, corrisponde ad una **frequenza**.

Aumentando la nostra pressione ben presto il guscio **cederà** e questo improvviso cedimento corrisponde ad un **terremoto**.

Ciò è quanto si verifica anche sul sottile strato della crosta terrestre.

Prima di un terremoto vi sono sempre delle piccolissime vibrazioni che molti animali percepiscono, non solo perchè possono risultare sensibili a queste frequenze **subsoniche**, ma anche perchè le loro zampe si trovano a diretto contatto con il suolo.

All'uomo è rimasta una simile sensibilità solo sulle dita, infatti se avete un frigorifero molto silenzioso, provate ad appoggiare una mano sul mobile e noterete come la vostra sensibilità tattile è così elevata da farvi **sentire**, sotto forma di impercettibili vibrazioni, che questo funziona, anche se il vostro orecchio non ode alcun suono.

Poichè l'uomo non cammina con le dita della mano e i piedi appoggiano sul terreno tramite lo spessore delle scarpe, non potrà mai sentire queste impercettibili vibrazioni premonitrici.

Non dobbiamo infine dimenticare che nelle città in cui viviamo, vi sono troppi rumori o vibrazioni che ci distraggono, ad esempio il traffico delle auto, i rumori delle officine, il suono emesso da radio e TV, ecc.

## DIECI ANNI DI STUDIO

Noi di Nuova Elettronica per un decennio circa ci siamo dedicati a studiare in qual modo potevamo realizzare un **sensibile** sismografo, in grado di rivelare e registrare queste impercettibili **vibrazioni**.

All'inizio i risultati non furono molto incoraggianti, tanto che ormai avevamo deciso di abbandonare l'impresa, quando un nostro lettore, studioso di sismologia, il Prof. V. Goretti di Pianoro (Bo), ci venne in aiuto, indicandoci come risolvere il problema dell'attrito presente sui punti di appoggio del nostro pendolo.

Risolta questa parte delicata del progetto con delle sottilissime lamelle di acciaio inox utilizzate come **cerniere**, siamo riusciti a realizzare un **sismografo elettronico** di così elevata sensibilità, che può benissimo competere con i più costosi e sofisticati sismografi di molti Osservatori.

Per raggiungere il risultato finale, abbiamo costruito qualcosa come 40 sismografi, uno diverso dall'altro e per confrontare le diverse sensibilità di ciascuno di essi, abbiamo dovuto attendere il manifestarsi di piccoli eventi sismici.

Di volta in volta apportavamo le necessarie modifiche sia sulla parte meccanica che su quella elettronica, e così facendo siamo infine riusciti ad ottenere una sensibilità tale da poter registrare qualsiasi **onda sismica** in grado di far vibrare la Terra di soli **0,007 millimetri**, cioè **7 millesimi di millimetro**.

Perciò un qualsiasi terremoto che non risulti comunque inferiore al **5° grado Richter** anche se si verifica nel lontano centro America, in Cina, in Russia, in India, produce nel nostro apparecchio dei sismogrammi con onde la cui ampiezza può raggiungere e superare i **5 - 6 centimetri**.

Per darvene un esempio, abbiamo registrato senza difficoltà terremoti lontanissimi, come dimostrano i sismogrammi che abbiamo qui riprodotto.

Considerato che questo sismografo riesce a **sentire** vibrazioni così microscopiche provenienti da **9.000 - 12.000 Km. di distanza**, si potrebbe pensare che risulta quasi impossibile installarlo in città, per le innumerevoli vibrazioni presenti, provocate dal traffico urbano, dalle officine, ecc.

Possiamo invece assicurarvi che il sismografo è **insensibile** a tutte queste vibrazioni e **sensibilissimo** invece alle sole **onde sismiche**.

Il motivo è molto semplice, sia la parte meccani-



ca che quella elettronica sono state progettate per rivelare le sole vibrazioni **subsoniche** dei sismi, che generano oscillazioni con un periodo compreso tra **3 e 20 secondi** pari cioè a **0,3 - 0,05 Hertz**.

Poichè traffico, officine, treni, ecc., generano frequenze soniche ed ultrasoniche, cioè che non rientrano nella gamma delle frequenze subsoniche delle onde sismiche, il sismografo non riesce a rivelarle, nè ad amplificarle.

Per essere certi di quanto affermiamo abbiamo provato ad installare un sismografo in una casa distante circa 700 metri dalla linea ferroviaria Bologna-Ancona, un altro a 200 metri dall'autostrada del Sole ed un terzo in una casa situata in prossimità di una strada a grande traffico.

Nessuno di questi ha rivelato il passaggio di un treno o di un'auto, mentre tutti hanno registrato i sismogrammi dei terremoti verificatisi in India, Cina, Armenia, ecc.

### IL SISMOGRAFO ed il SISMOSCOPIO

In ogni casa, anche nella vostra, è presente un **sismoscopio**, cioè uno strumento in grado di rilevare una scossa di terremoto, ma non di registrarla su carta.

Infatti, un comune **lampadario** appeso al soffitto, è già un elementare **sismoscopio**.

Purtroppo, un lampadario presenta l'inconveniente di segnalare la presenza di un terremoto, quando già anche noi lo avvertiamo, perchè ci trema la terra sotto ai piedi.

Per **rilevare** le più piccole vibrazioni della terra, il lampadario dovrebbe pesare non meno di **10 chilogrammi** ed essere attaccato ad un soffitto alto almeno **25-50 metri**.

Solo con una simile lunghezza riuscirebbe ad entrare in risonanza con le **subfrequenze sismiche**.

Se la terra tremasse leggermente, il lampadario per la sua inerzia rimarrebbe immobile e lo spostamento risulterebbe visibile solo se sul terreno fosse posto un collimatore, in quanto è la terra che vibra e non il pendolo.

Solo quando queste vibrazioni aumenteranno d'intensità, allora pure il **pendolo** inizierà ad oscillare, ma a questo punto sarà già troppo tardi.

Un **sismoscopio** oltre a risultare quindi poco utile, sarebbe anche difficoltoso da realizzare, perchè nessuno potrebbe mai avere a disposizione un campanile o una ciminiera ai quali fissare questo lungo **lampadario**.

### 30 METRI DI PENDOLO VERTICALE

Le onde sismiche hanno una frequenza bassissima da **0,3 a 0,05 Hz**, vale a dire che in **1 minuto**

possiamo vedere tracciate sulla carta un massimo di **20 sinusoidi** (onde P) ed un minimo di **3 sinusoidi** (onde L).

Perciò il sismografo deve essere in grado di rivelare questa sola gamma di frequenze e non le frequenze superiori, generate da tutt'altre vibrazioni dovute al traffico stradale, ai rumori industriali, ecc.

Conoscendo la frequenza, potremo anche determinare il **periodo in secondi** svolgendo una semplice divisione:

$$\text{Periodo} = 1 : \text{Hertz}$$

Pertanto possiamo dire che il **periodo** delle onde sismiche parte da un minimo di:

$$1 : 0,3 = 3 \text{ secondi}$$

per arrivare ad un massimo di:

$$1 : 0,05 = 20 \text{ secondi}$$

Perciò, per calcolare quante sinusoidi compariranno sulla carta nello spazio di **1 minuto** in rapporto al periodo, basterà effettuare un semplicissimo calcolo:

$$\text{numero sinusoidi} = 60 : \text{periodo}$$

Nella tabella sotto riportata troverete i numeri di sinusoidi corrispondenti ai diversi periodi:

Periodo	numero sinusoidi x min.
20 sec.	3
15 sec.	4
12 sec.	5
10 sec.	6
8,6 sec.	7
7,5 sec.	8
6,66 sec.	9
6 sec.	10
5,45 sec.	11
5 sec.	12
4,61 sec.	13
4,28 sec.	14
4 sec.	15
3,75 sec.	16
3,53 sec.	17
3,33 sec.	18
3,16 sec.	19
3 sec.	20





**Fig.1** Le onde sismiche provocano delle vibrazioni a bassissima frequenza. Infatti, per completare una sinusoide occorrono in media da 3 a 20 secondi, perciò in un tempo di "1 minuto" verranno tracciate sulla carta dalle 3 alle 20 sinusoidi al massimo. Nel disegno un'oscillazione da noi provocata artificialmente.

Pertanto un sismografo per registrare sia le onde P che le onde S ed L, dovrà essere in grado di oscillare sia con onde che abbiano un periodo di 20 secondi che di 3 secondi.

Se volessimo realizzare un pendolo verticale che disponesse di un periodo di oscillazione di circa 11 secondi (5,45 sinusoidi in un minuto), esso dovrebbe risultare lungo non meno di:

$$\text{metri} = \frac{1}{4} \times T^2 \times G : (4 \times \text{pigreco} \times \text{pigreco})$$

Dove:

T = tempo di oscillazione al secondo;  
 G = accelerazione di gravità =  
 9,807 m/secondo;  
 pigreco = 3,14.

$$11 \times 11 \times 9,807 : (4 \times 3,14 \times 3,14) = 30 \text{ metri}$$

Poichè in pratica risulterebbe impossibile installare un pendolo di tale lunghezza, per risolvere questo problema rimane una sola possibilità, vale a dire realizzare un **Pendolo Orizzontale** (vedi fig.2) che sia in grado di entrare in risonanza su periodi compresi tra i 3 - 20 secondi.

Anche se vi sembrerà alquanto strano, possiamo assicurarvi che un braccio orizzontale lungo poco più di **mezzo metro**, si comporta allo stesso modo di un pendolo orizzontale lungo dai 30 ai 50 metri.

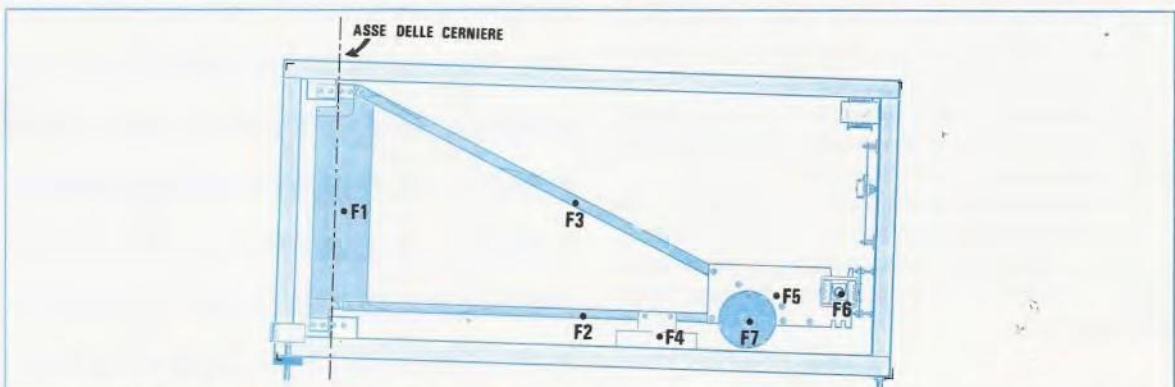
Infatti la lunghezza **effettiva** di un pendolo **orizzontale** non si ricava misurando la lunghezza metrica del braccio, bensì calcolando la **somma dei momenti** e dividendo questo numero per la **somma delle forze**.

Calcolare la **somma dei momenti** in una figura geometrica irregolare come quella del nostro pendolo è abbastanza complesso, comunque per essere più chiari possiamo aggiungere che per ricavare questo dato occorre semplicemente **moltiplicare il peso** presente nei punti da noi indicati con F1-F2-F3-F4-F5-F6, per la **distanza** che intercorre tra le **cerniere** ed il **baricentro**.

Approssimativamente nel nostro pendolo ci ritroveremo con questi valori:

- F1 = 0,60 Kg. x 1,5 cm. = 0,9
- F2 = 0,07 Kg. x 26,5 cm. = 1,86
- F3 = 0,07 Kg. x 25,1 cm. = 1,76
- F4 = 0,02 Kg. x 34,5 cm. = 0,69
- F5 = 0,05 Kg. x 47,8 cm. = 2,39
- F6 = 0,05 Kg. x 53,4 cm. = 2,67
- F7 = 1,30 Kg. x 44,0 cm. = 57,20

Inserendo i dati già in nostro possesso, otterremo: **totale somma momenti = 67,46**



**Fig.2** Per far sì che un pendolo orizzontale lungo solo mezzo metro si comporti allo stesso modo di un pendolo verticale lungo qualche decina di metri, occorre inclinarlo in avanti da 1 a 1,5 gradi.





**Fig.3** La sensibilità di questo sismografo è così elevata da permettere di rilevare anche le più microscopiche vibrazioni della terra. Perciò anche predisponendolo per una sensibilità media, sulla carta non vedremo mai una linea perfettamente rettilinea, ma tanti sciami di oscillazioni provocate normalmente da variazioni della pressione atmosferica, da mareggiate, frane, esplosioni di mine, assestamenti del sottosuolo, ecc.

La **somma delle forze** si ricaverà sommando tutti i **pesi** da cui è composto tale pendolo, cioè bracci di alluminio, viti, dadi, pesi del pendolo, nucleo in ferrite, ecc., e possiamo anticiparvi che il totale, salvo piccole differenze dovute alle immancabili tolleranze, si aggirerà intorno i **2,16 chilogrammi**.

Dividendo la **somma dei momenti** per la **somma dei pesi** otterremo la **lunghezza effettiva** del braccio orizzontale che, come vedrete, risulta minore della reale lunghezza metrica:

$$67,46 : 2,16 = 31,23 \text{ centimetri}$$

Inclinando il pendolo in avanti da 0,5 a 1,5 gradi, vedi fig.2, dalla lunghezza effettiva ricaveremo la **lunghezza equivalente** corrispondente ad un pendolo verticale.

Per ottenere questo dato potremo utilizzare la seguente formula:

$$\text{metri} = \text{Lungh. effettiva} : \text{seno dell'angolo}$$

Il **seno dell'angolo** corrispondente ai gradi d'in-

Gradi	=	Seno dell'angolo
0,5	=	0,0087
0,7	=	0,0122
1,0	=	0,017
1,3	=	0,0226
1,5	=	0,026

clinazione da 0,5 a 1,5 gradi, possiamo ricavarlo dalla tabella riportata in basso, nella colonna di sinistra.

Perciò questo nostro pendolo con una **lunghezza effettiva** di soli **31,22 cm.**, pari cioè a **metri 0,3122**, se lo incliniamo di **0,5 gradi** oscillerà con un periodo equivalente ad un pendolo verticale lungo circa:

$$0,3122 : 0,0087 = 35,89 \text{ metri}$$

Inclinandolo maggiormente, cioè di **1 grado**, la **lunghezza equivalente** si accorcerà, infatti:

$$0,3122 : 0,017 = 18,36 \text{ metri}$$

Come avrete constatato, variando l'inclinazione è possibile aumentare o ridurre la **lunghezza equivalente** da un minimo di **18 metri** fino ad un massimo di **35 metri**.

In teoria sarebbe possibile impostare un'inclinazione minima con il risultato di avere una lunghezza equivalente **enorme** (con il braccio perfettamente orizzontale, ossia 0 gradi, in teoria la lunghezza sarebbe infinita, infatti il seno di zero è = 0); in pratica esistono dei limiti di cui discuteremo più avanti.

Se volessimo conoscere il **periodo di oscillazione** di questo pendolo orizzontale, potremmo utilizzare la seguente formula:

$$\text{Periodo} = 6,28 \times \sqrt{(L:G)} = \text{secondi}$$



Dove:

**L** è la lunghezza **equivalente** espressa in **metri**;  
**G** è l'accelerazione di gravità pari a **9,807 metri/sec.**

Pertanto, sapendo che un pendolo **orizzontale** inclinato di **1 grado** dispone di una **Lunghezza equivalente** pari a **18,36 metri**, avremo un periodo di oscillazione pari a:

$$6,28 \times \sqrt{(18,36 : 9,807)} = 8,6 \text{ secondi}$$

vale a dire che, in **un minuto**, il pendolo oscilla circa **7 volte** ( $60 : 8,6 = 6,98$ ).

Sapendo che le onde sismiche hanno un **periodo d'oscillazione** compreso tra **3 secondi** a **20 secondi**, inclinando questo pendolo orizzontale di circa 1 grado, non avrà alcuna difficoltà ad entrare in risonanza su tutta la gamma delle frequenze subsoniche generate da un terremoto.

## LO SMORZAMENTO

Il **pendolo** di un sismografo per tracciare dei diagrammi affidabili, deve oscillare solo se eccitato da un'onda sismica.

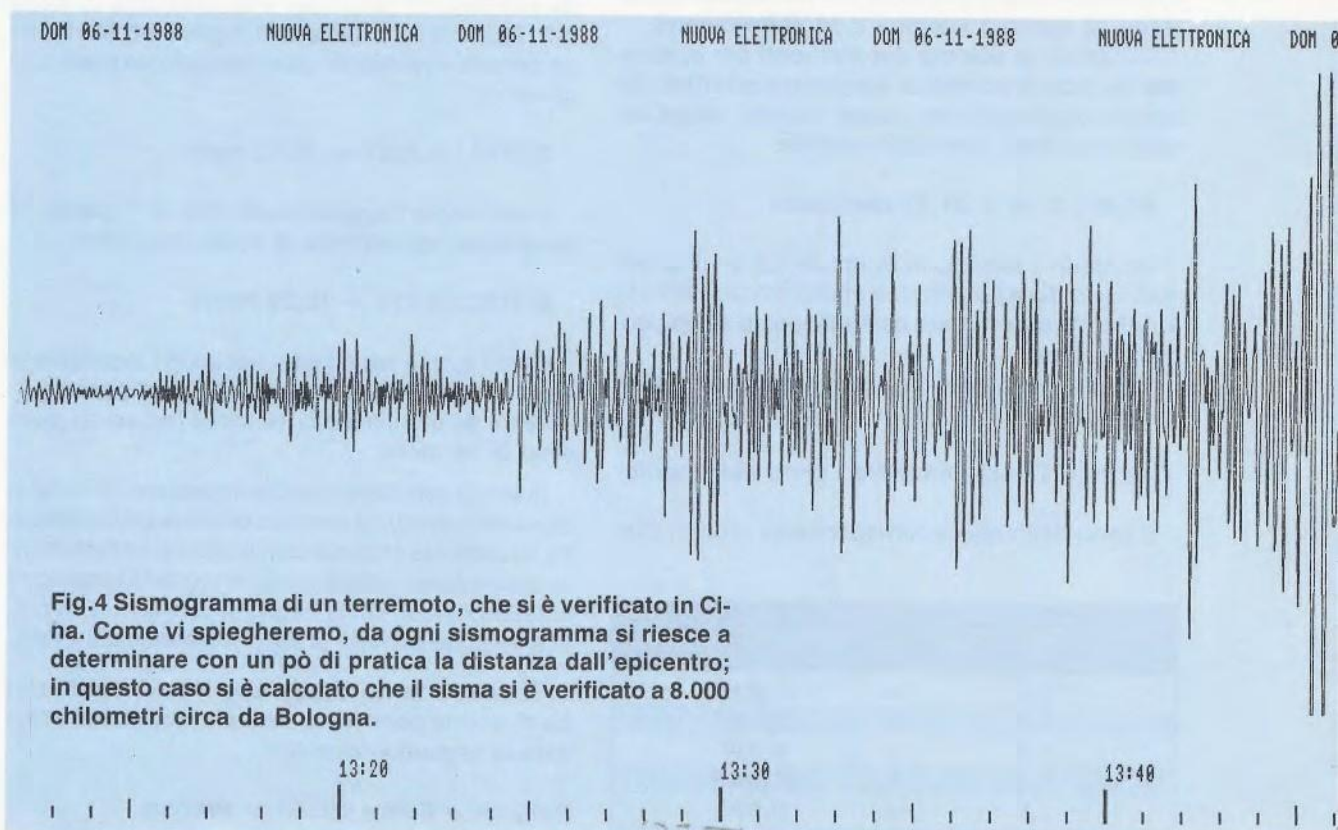
Purtroppo, tutti i pendoli, una volta entrati in oscillazione, se non vengono **frenati** continuano ad oscillare per svariati minuti.

Oscillando con un moto proprio non sarebbero perciò più in grado di percepire le successive vibrazioni generate da un sisma, che potrebbero attenuarsi, ma anche aumentare d'intensità.

Per evitare questo **inconveniente**, è necessario che il braccio del pendolo disponga di un efficace circuito di **smorzamento**, che non modifichi minimamente la sensibilità, e, come vedrete, anche questo problema l'abbiamo risolto in modo semplicissimo.

## LA SENSIBILITÀ

Come abbiamo già accennato, la sensibilità di questo sismografo è molto elevata, in quanto basta che una vibrazione sismica faccia tremare la terra di soli **0,007 millimetri** per vedere sulla carta un sismogramma.





Senz'altro qualcuno ci chiederà se è possibile **augmentarla** e si stupirà del fatto che nel nostro sismografo abbiamo invece collocato due potenziometri per **ridurla**.

Purtroppo questo sismografo è così sensibile da rilevare qualsiasi **microsisma** (microterremoti), cosa che potrete facilmente appurare perchè, già alla minima sensibilità, sulla carta non apparirà mai una linea perfettamente rettilinea, ma tanti sciame di oscillazioni (vedi fig.3), che dimostrano che la crosta terrestre è sempre in movimento.

Le cause per cui si verificano questi microterremoti possono essere molteplici.

Ad esempio uno sprofondamento del terreno provocato da una falda d'acqua che si è prosciugata.

Una deformazione della crosta terrestre di pochi millesimi di millimetro dovuta all'attrazione lunare o ad un'alta marea, ad uno sbalzo termico del suolo o ad una improvvisa variazione della pressione atmosferica, che nessun essere umano sarebbe in grado di avvertire.

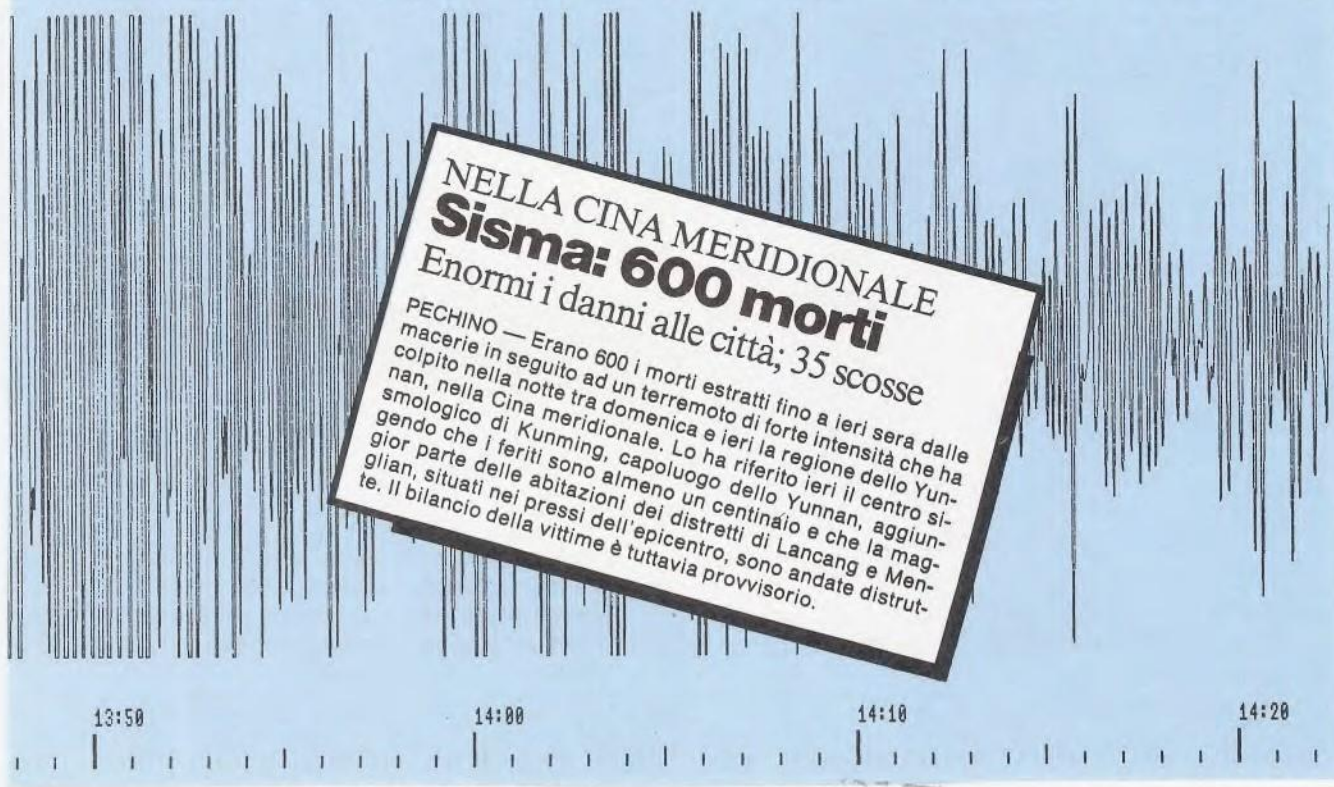
Al nostro sismografo non sfugge nulla e quindi con sismogrammi diversi, indicherà:

- = micrometrici sprofondamenti del terreno
- = esplosioni di mine nelle miniere
- = frane in grotte
- = mareggiate o alte maree
- = assestamenti del sottosuolo
- = frane in zone collinari o di montagna
- = sbalzi termici del sottosuolo
- = variazioni della pressione atmosferica
- = cicloni o trombe d'aria
- = terremoti

Per le mareggiate e le alte maree, come per le esplosioni di mine o per le frane, è necessario che il sismografo si trovi installato a poche decine di chilometri dal punto di origine dell'evento.

Per quanto concerne le **perturbazioni atmosferiche**, queste possono verificarsi anche a distanza di qualche centinaio di chilometri.

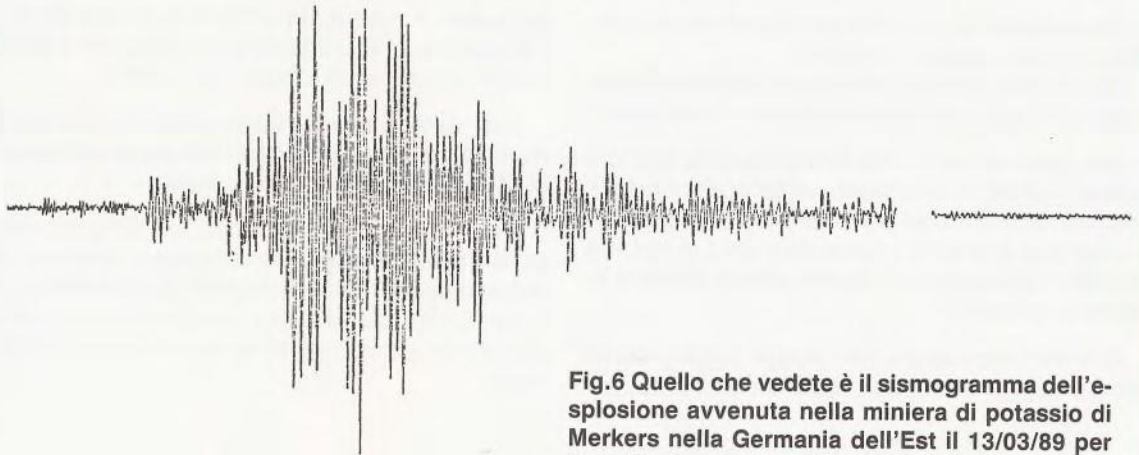
Infatti una improvvisa variazione della **pressione atmosferica** determina sulla crosta terrestre una deformazione di **pochi millesimi di millimetro**, che il sismografo subito rivela, perchè la crosta terrestre oscilla superficialmente per centinaia di chilometri.



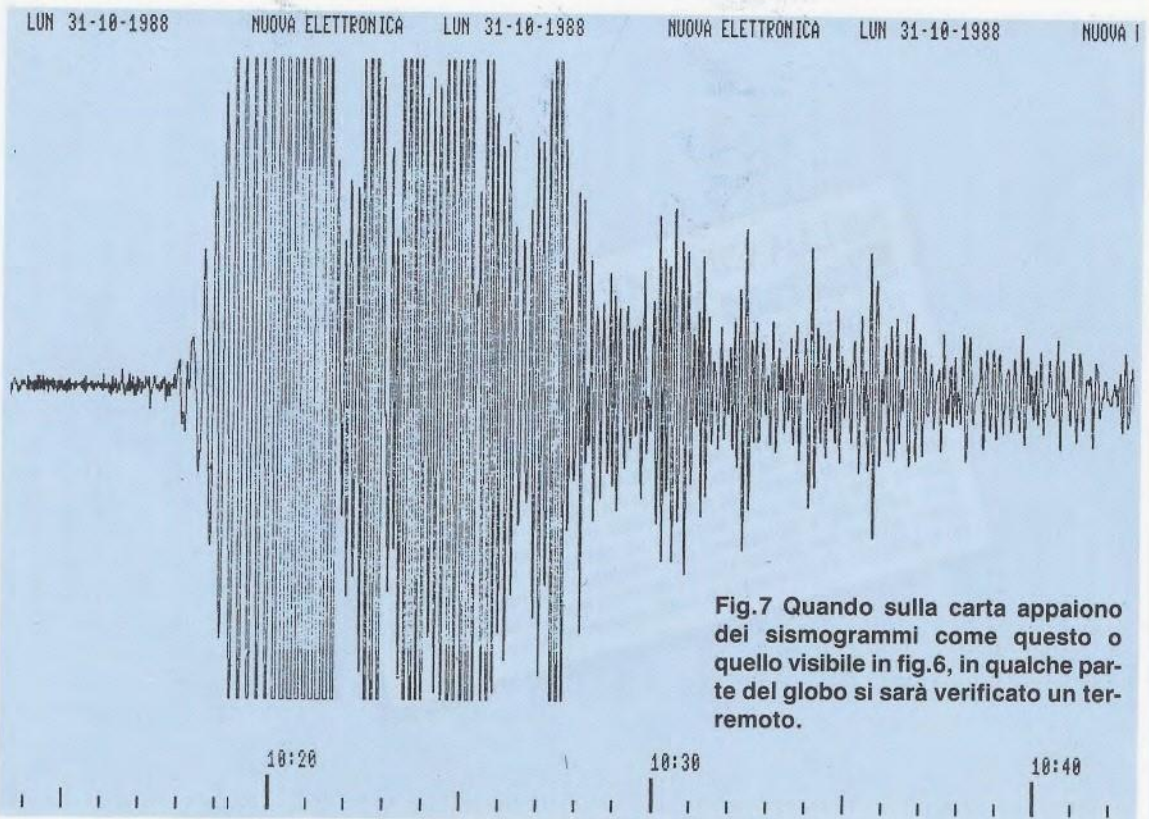




**Fig.5** I sismogrammi provocati da variazioni della pressione atmosferica, da mareggiate, assestamenti del sottosuolo, ecc., si presentano con caratteristiche ben diverse da quelle di un terremoto. Infatti, le oscillazioni sono d'ampiezza molto ridotta e durano per ore e ore, anche per uno o due giorni consecutivi.



**Fig.6** Quello che vedete è il sismogramma dell'esplosione avvenuta nella miniera di potassio di Merkers nella Germania dell'Est il 13/03/89 per la quale si sospettava fosse esploso un arsenale nucleare.



**Fig.7** Quando sulla carta appaiono dei sismogrammi come questo o quello visibile in fig.6, in qualche parte del globo si sarà verificato un terremoto.



Un sismogramma determinato da questi eventi, si presenta ben diverso da quello di un terremoto (vedi figg.4-6-7).

Per nostra fortuna il sismografo **sente** quanto sopra accennato solo in un ristretto raggio dal punto in cui è installato, perchè se così non fosse, la nostra striscia di carta sarebbe piena di sismogrammi che non riusciremmo più a distinguere se provocati da terremoti, esplosioni sotterranee, frane, smottamenti, ecc.

## IL PIANETA CHIAMATO "TERRA"

Controllando la velocità con cui le onde sismiche si propagano dall'ipocentro (punto della litosfera in cui si genera il terremoto) verso le varie stazioni sismografiche sparse in tutto il mondo, si è potuto accertare che l'interno del nostro globo è costituito da diversi strati di materiali, la cui densità aumenta man mano che si scende verso il **nucleo** centrale.

Lo strato più esterno, chiamato anche **crosta terrestre**, ha uno spessore di soli **40 Km.** che si riduce a **10 km.** sotto gli oceani.

Sotto questo strato troviamo poi una decina di zolle crostali semirigide e molto instabili, che raggiungono una profondità di circa **1.200 km.**

Questo strato instabile viene chiamato **Litosfera** che significa **sfera di pietra**.

Al di sotto della litosfera vi è un altro strato di circa **700 Km.** chiamato **Astenosfera** che significa **sfera debole**, costituito da materiale parzialmente fuso.

Si può affermare che la litosfera galleggia sulla astenosfera, come una barca sulla superficie di un lago e come tale si sposta, si alza, si abbassa in funzione del suo peso.

Dopo questo strato troviamo il **mantello inferiore**, costituito da materiale roccioso, che arriva ad una profondità di circa **2.900 Km.**

Vi è quindi un **nucleo esterno** liquido dello spessore di circa **1.700 Km.**, ed infine un **nucleo solido** di nichelio e ferro, che costituisce il centro della terra.

Questo nucleo ha un diametro di circa **2.400 Km.**, cioè risulta un pò più piccolo della Luna che ha un diametro di **3.400 Km.** (vedi fig.8).

Se potessimo paragonare la Terra ad un frutto, potremmo prendere come termine di paragone una **pesca**.

La sua buccia molto sottile potrebbe essere paragonata alla **crosta terrestre**.

Sotto la buccia vi è la polpa, che potrebbe essere paragonata alla **litosfera + astenosfera + mantello**.

Al centro vi è il nocciolo che corrisponderebbe al **nucleo terrestre**.

La crosta terrestre raffreddandosi si è raggrinzita ed in questo modo si sono formate grandi montagne e grandi buche, che sono poi diventate dei mari o degli oceani.

Poichè la litosfera galleggia sulla astenosfera, parlare della **deriva dei continenti** non ci può stupire, così come non possiamo meravigliarci della teoria secondo la quale tutti i continenti derivano da un'unica massa originaria di terre emerse, denominata **Pangea**, presente circa 200 milioni di anni addietro (vedi fig.9).

Nel tempo, in tale Pangea si sono determinate delle fratture, causate da maxi-terremoti e di conseguenza da essa si sono distaccati degli enormi blocchi che hanno formato i continenti.

Tuttora questi enormi blocchi si spostano come se andassero alla deriva.

Ad esempio, l'Arabia lentamente si allontana dall'Africa ed il Mar Rosso tra qualche milione di anni diventerà più grande dell'Oceano Indiano. L'Italia, si sposta verso la Jugoslavia spinta dall'Africa e le Alpi e gli Appennini sono catene montuose formatesi in passato per tale pressione.

Questi movimenti sono comunque lentissimi ed impercettibili, ma tra milioni di anni è certo che la fisionomia della Terra sarà totalmente diversa da quella che attualmente vediamo sugli atlanti.

## LE CAUSE DEI SISMI

Fin dall'antichità l'uomo ha descritto gli effetti dei terremoti osservando quelli più vistosi, come lo sconvolgimento del terreno, il crollo degli edifici, la caduta di frane, ecc., senza però riuscire a capire perchè questi eventi si verificassero.

Oggi sappiamo che la maggior parte dei terremoti si verifica per questi lenti movimenti della crosta terrestre e della litosfera.

Infatti, gli strati della litosfera che lentamente si spostano, vanno a comprimerne altri e se quest'ultimi risultano elastici lentamente si modellano, se invece risultano rigidi, resistono fino al limite di **rottura** (vedi fig.10).

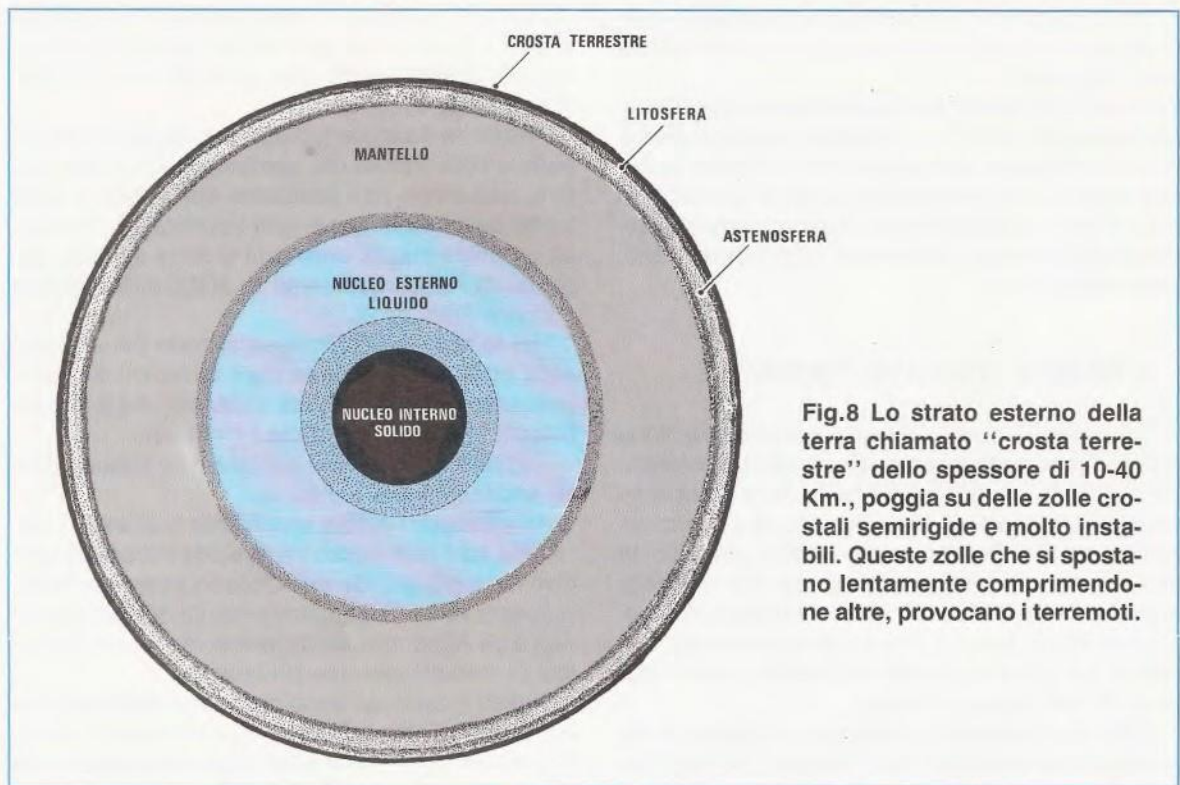
Uno strato di rocce in movimento viene normalmente chiamato **faglia**.

Quando una **faglia** ne comprime un'altra riuscendo a vincere la forza di attrito, si determina un veloce slittamento con un improvviso rilascio di energia, che fa vibrare la crosta terrestre determinando il terremoto (vedi figg.11-12-13-14).

Il lento scorrimento di una faglia, provoca già dei **microterremoti** silenziosi registrabili solo con un sismografo.

Un aumento dell'intensità di questi microsismi indica che nella zona sono in atto delle **pressioni**, che





**Fig.8** Lo strato esterno della terra chiamato "crosta terrestre" dello spessore di 10-40 Km., poggia su delle zolle cristalline semirigide e molto instabili. Queste zolle che si spostano lentamente comprimendone altre, provocano i terremoti.

potrebbero prima o poi sfociare in un terremoto distruttivo.

Non sempre lo scorrimento di due faglie genera un terremoto, infatti esistono rocce elastiche che non generano violente vibrazioni, altre che compresse liberano la loro energia non con vibrazioni ma sotto forma di calore, altre invece, con diverso grado di elasticità che, una volta compresse, ritornano nella loro posizione di equilibrio dopo anni ed anni, altre ancora fuoriescono dal terreno dando co-

si origine a catene montuose.

Solo gli strati che ritornano nella loro posizione di equilibrio nel giro di pochi secondi liberano un'energia tale da provocare disastrosi terremoti.

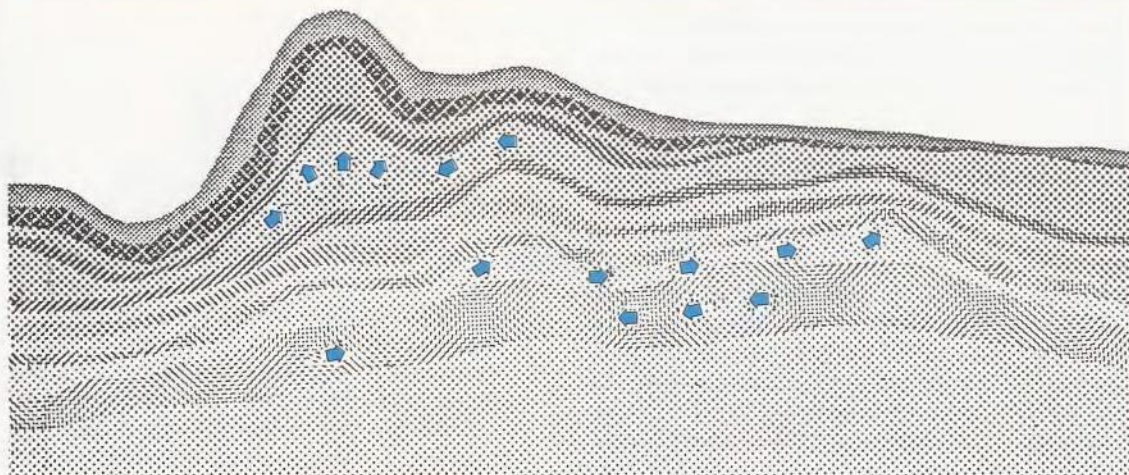
#### LA ROTTURA DI UNA FAGLIA

Per spiegarvi le varie fasi in cui un terremoto generalmente si manifesta, pensiamo sia opportuno

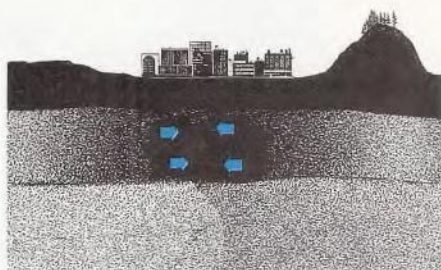
**Fig.9** Una nota teoria afferma che 200 milioni di anni fa esisteva una sola massa di terra che emergeva dalle acque chiamata Pangea. Con il passare del tempo da tale massa si sono distaccati degli enormi blocchi che hanno formato i continenti che ancor oggi lentamente "vanno alla deriva".







**Fig.10** Gli strati della litosfera in continuo movimento, comprimono altri strati. Pertanto gli strati superiori, se elastici possono sollevarsi dando origine a catene montuose, se rigidi possono resistere fino al limite di "rottura", dando luogo in un secondo tempo ad un improvviso rilascio di energia che fa vibrare la crosta terrestre provocando il terremoto.



**Fig.11** Quando due strati rocciosi si comprimono, possono provocare dei "microterremoti", cioè delle impercettibili vibrazioni registrabili solo tramite un sismografo.



**Fig.12** Se uno strato comprimendone un altro, riesce a vincere la forza di attrito, si avrà un improvviso e veloce slittamento che farà vibrare tutta la crosta terrestre.



**Fig.13** I terremoti possono verificarsi a grande profondità, anche a 300-600 chilometri sotto la superficie terrestre. Questi terremoti sono classificati "profondi".



**Fig.14** Tutti i terremoti che si verificano a profondità inferiori a 30 chilometri, sono classificati "superficiali". Il 90% dei terremoti italiani rientrano in tale categoria.



ricorrere ad esempi estremamente chiari ed efficaci anche se non rigorosamente scientifici.

Supponiamo di riempire una grande cassa di noci e di porre ai due lati della medesima due morse (vedi fig.15).

Se lentamente stringeremo queste due morse, subito si verificheranno delle **impercettibili** vibrazioni, perchè le noci tenderanno ad inserirsi nelle intercapedini, vincendo l'attrito tra un guscio e l'altro.

Aumentando la compressione, le noci con il guscio più fragile cominceranno a scricchiolare e quando non riusciranno più a sopportare la pressione, si **frantumeranno** provocando una improvvisa e violenta vibrazione (vedi fig.17).

La stessa cosa si verifica sotto la crosta terrestre, con la sola differenza che al posto delle **noci** abbiamo delle masse rocciose, le quali si comportano in modo diverso a seconda della loro composizione ed elasticità.

Se si frantumano lentamente o riacquistano nel tempo la loro posizione originaria, si verificano soltanto dei microsismi o scosse telluriche di bassa intensità.

Se le forze deformanti invece superano il **limite di rottura**, le rocce si spezzano improvvisamente liberando energia e vibrazioni che, facendo vibrare la crosta terrestre, provocano il terremoto.

## SCALA SISMI

Esistono due **scale** per indicare l'intensità di un terremoto, quella dell'italiano **Mercalli** e quella dello statunitense **Richter**.

La scala Mercalli non è molto affidabile, perchè indica l'intensità di un terremoto in rapporto agli **effetti** osservabili sul luogo in cui questo si è verificato, per cui se un terremoto si manifesta in un oceano o in un deserto dove non possono crollare case nè possono esserci delle vittime, non è possibile quantificarne l'intensità.

### scala Mercalli

**1° grado = IMPERCETTIBILE** Questa scossa detta anche **microsismica**, viene rilevata esclusivamente dai sismografi installati nella zona in cui si manifesta.

**2° grado = MOLTO LIEVE** Scossa di assestamento che un sismografo riesce a registrare solo se installato a pochi chilometri dalla zona in cui si verifica.

**3° grado = LIEVE** Scossa avvertita solo da persone sensibilissime, in quanto le vibrazioni prodot-

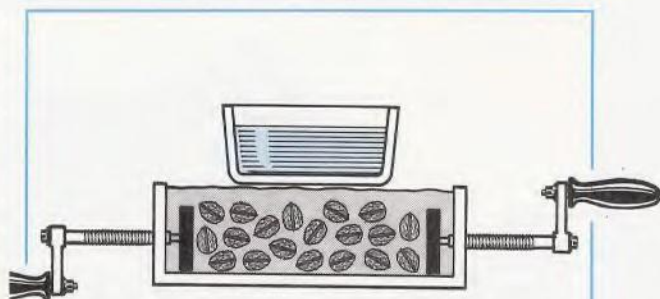


Fig.15 Se prendiamo una grande cassa, provvista ai due lati di pareti mobili, e la riempiamo di noci e terra e sopra a tutto questo applichiamo un vaso pieno di acqua, se non stringeremo le due morse la superficie rimarrà perfettamente "immobile".

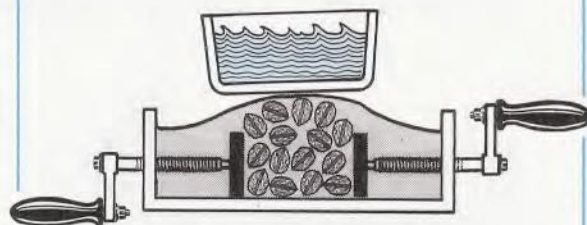


Fig.16 Stringendo lentamente le due morse, le noci tenderanno ad inserirsi nelle intercapedini. Stringendo ulteriormente, se i gusci resisteranno alla pressione, noteremo un sollevamento della superficie, che corrisponde alla formazione di catene montuose.

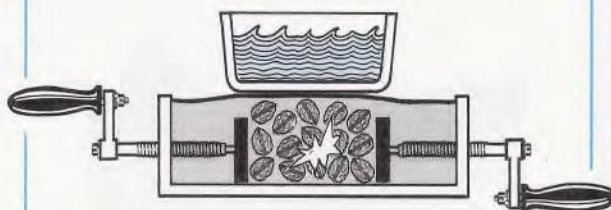


Fig.17 Aumentando la pressione, i gusci più fragili cominceranno a scricchiolare e quando non riusciranno più a sopportare la pressione, improvvisamente si frantumeranno provocando così una violenta vibrazione, cioè il terremoto.



te risultano pari a quelle di un autocarro che passa per la strada. Anche in questo caso il sismografo la rileva solo se installato nella zona.

**4° grado = MODERATA** Scossa percepita da alcune persone, in quanto le vibrazioni sono paragonabili a quelle prodotte da un grosso autotreno che passa per la strada. In campagna, dove vi è più quiete, si riesce già ad udire il tintinnio dei vetri, se questi non sono ben fissati alle finestre.

**5° grado = ABBASTANZA FORTE** È avvertita solo se si è in casa, perchè i lampadari possono già iniziare ad oscillare e piccoli oggetti a muoversi sul tavolo o negli armadi.

**6° grado = FORTE** Questa scossa è avvertita da tutti, perchè provoca lo spostamento di sedie e tavoli, caduta di oggetti, fa suonare le campane più piccole nei campanili. Nelle case più vetuste si possono verificare delle crepe non preoccupanti e dai tetti possono cadere tegole e comignoli.

**7° grado = MOLTO FORTE** È una scossa che è già in grado di far oscillare letti, mobili e di far suonare anche le grosse campane delle chiese. Con tale scossa si verificano delle incrinature in case solide, con caduta di intonaco e stucchi, slittamento delle tegole e conseguente caduta di comignoli. Le case di vecchia costruzione possono crollare.

**8° grado = DISTRUTTIVA** Questa scossa fa cadere anche i mobili più pesanti, provoca il piegamento e la caduta di alberi ad alto fusto. Tutte le statue, le ciminiere, i muri di cinta dei giardini e dei campanili possono crollare. Normalmente tale scossa provoca un parziale crollo di alcuni edifici (25% circa) e di conseguenza delle vittime.

**9° grado = FORTEMENTE DISTRUTTIVA** (vedi Friuli - Irpinia) Una scossa del **nono grado** provoca gravi danni, in quanto il 50% degli edifici crolla, così dicasi dei muri di cinta, degli alberi, pali e tralicci ad alta tensione. In montagna si possono verificare delle frane, nei laghi l'acqua si agita intorbidendosi e le onde possono infrangersi sulla riva con forza.

**10° grado = ROVINOSA** Provoca la distruzione parziale o totale del 75% di tutti gli edifici. Con una intensità del **decimo grado** possono crollare ponti, dighe, le rotaie dei treni possono spostarsi dalle loro sedi, le condutture dell'acqua e del gas spezzarsi e nelle strade possono apparire ondulazioni e crepe. Dalla montagna possono infine cadere massi e in prossimità del mare o dei laghi possono formarsi delle onde pericolose (maremoti).

**11° grado = CATASTROFICA** È una scossa che provoca enormi disastri, perchè distrugge la totalità degli edifici, apre fessure nel terreno, fa cadere ponti, alberi, crollare dighe, incurvare il terreno. Sulle strade le auto, gli autocarri in viaggio vengono deviati fuori strada, i treni deragliano. In montagna slittano i terreni e vicino al mare le onde possono raggiungere altezze tali da divenire distruttive.

**12° grado = TOTALMENTE CATASTROFICA** È una scossa che distrugge tutto quanto esiste in superficie. Con tale intensità si verificano enormi trasformazioni topografiche, perchè interi strati di terreno si spostano, creando voragini molto ampie, che subito possono richiudersi. I fiumi possono essere deviati e piccoli laghi scomparire. Le montagne possono franare e modificare la loro fisionomia.

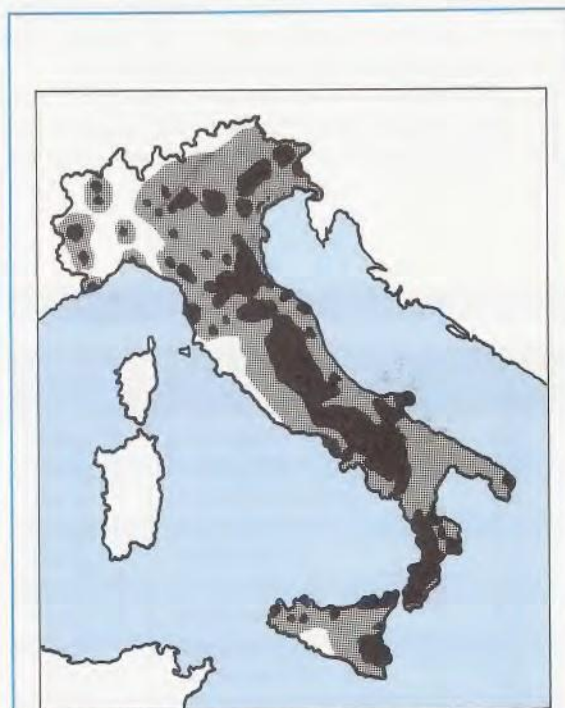


Fig.18 L'intero territorio italiano è ad alto rischio sismico, perchè vi è una placca africana che preme su tutto il Tirreno, la Sicilia e la Calabria, e dal lato opposto vi è una placca asiatica che preme verso l'Adriatico schiacciando gli Appennini e la zona del Friuli. Le zone disegnate in "nero" sono quelle a maggior rischio sismico, quelle "bianche" a minor rischio.



Dopo aver indicato come si valuta un terremoto con la scala Mercalli, possiamo ora vedere le differenze che intercorrono tra questa e la **scala Richter**.

Nel 1935 in California, lo statunitense Charles Richter decise di valutare l'intensità di un sisma in rapporto alla sua **magnitudo** e non ai danni riportati nei centri abitati.

Decise cioè di prendere come riferimento l'ampiezza del segnale registrato da un sismografo campione situato a **100 Km.** di distanza, in rapporto all'energia sviluppata da una ben definita carica di tritolo.

Per ogni aumento di **10 volte** di tale ampiezza, decise di aumentare la **magnitudo** di un livello.

Vale a dire che se un'ampiezza di **1 millimetro** equivalesse a **magnitudo 1**, per affermare che un terremoto ha raggiunto una **magnitudo 2**, sarebbe necessario che l'ampiezza del segnale raggiungesse sulla carta i **10 millimetri** e, una **magnitudo 3**, che raggiungesse invece i **100 millimetri**.

Chi desiderasse avere dei dati di paragone, potrà trovare indicati in questa tabella a quanti chilogrammi, tonnellate o megatonnellate equivalgono i gradi Richter:

scala RICHTER		
magnitudo	quantità tritolo	equivalente Mercalli
1,0	20 Kilogrammi	0° grado
2,0	625 Kilogrammi	1° grado
2,5	3.500 Kilogrammi	2° grado
3,0	20 tonnellate	3° grado
3,5	110 tonnellate	4° grado
4,0	625 tonnellate	5° grado
4,5	3.500 tonnellate	6° grado
5,0	20.000 tonnellate	7° grado
5,5	110.000 tonnellate	8° grado
6,0	625.000 tonnellate	9° grado
6,5	3.500.000 tonnellate	10° grado
7,0	20.000.000 tonnellate	11° grado
7,5	110 megatonn.	12° grado
8,0	625 megatonn.	13° grado

**NOTA:** Il paragone con la scala Mercalli, come già accennato, in pratica non si potrebbe fare, perchè quest'ultima valuta gli effetti osservabili e non la potenza energetica "esplosa" nel sottosuolo.

Nella scala Richter, anche se non li abbiamo riportati, sono compresi anche tutti i **decimali**, cioè **3 - 3,1 - 3,2 - 3,3 - 3,4 - 3,5 - 3,6 - 3,7 - 3,8 - 3,9** ecc.

## LE ZONE SISMICHE IN ITALIA

L'intero territorio italiano è ad alto rischio sismico, perchè la **placca africana** preme su tutto il Tirreno, la Sicilia, la Calabria, schiacciando gli Appennini e spostando la nostra penisola verso la Grecia e la Jugoslavia (vedi fig.19).

Vi è poi un'altra **placca asiatica** che, partendo dall'Iran - Turchia - Armenia - Grecia - Jugoslavia, preme contro l'Italia, pertanto non c'è da stupirsi se l'intero territorio, sottoposto a queste enormi pressioni, è spesso teatro di terremoti più o meno gravi.

Fortunatamente quasi tutti i terremoti italiani sono di tipo superficiale, cioè avvengono a profondità comprese tra **5-30 Km.**

Solo nel Tirreno ed in prossimità delle isole Eolie si registrano terremoti anche a **200-300 Km.** di profondità.

In fig.18 abbiamo riportato una cartina con le aree che possono risultare più o meno ad alto rischio sismico.

Si tenga presente che milioni e milioni di anni fa la Sicilia e la Calabria erano congiunte con l'attuale Tunisia e Libia, la Sardegna e la Corsica con la Spagna e la Francia e, tra qualche centinaia di milioni di anni, questi lentissimi movimenti porteranno, come già accennato, l'Italia verso la Jugoslavia e la Grecia o viceversa.

Controlli geofisici molto accurati hanno pure accertato che il Sud-America si allontana dall'Africa mediamente di 2-3 cm. all'anno, pertanto in un futuro assai remoto, molti continenti si congiungeranno tra loro, altri sprofonderanno creando mari o oceani.

## CONOSCERE I TERMINI

Gli esatti significati dei termini usati in campo sismologico possono essere così riassunti:

**Faglia:** enorme massa di strati della litosfera in continuo movimento.

**Sismogramma:** registrazione su carta delle vibrazioni della terra causate da un terremoto o da un microsisma.

**Microsisma:** microterremoto registrabile solo con sensibili sismografi.

**Onde sismiche:** onde provocate da un terremoto. Queste onde sono di tre tipi **P - S - L**.

**Ipicentro:** è il punto in cui nella litosfera, cioè nel sottosuolo si verifica il terremoto causato dallo slittamento o dalla improvvisa rottura di una faglia.

**Epicentro:** è il punto sulla superficie terrestre che si trova esattamente sulla **verticale** dell'ipocentro (vedi figg.20-21).



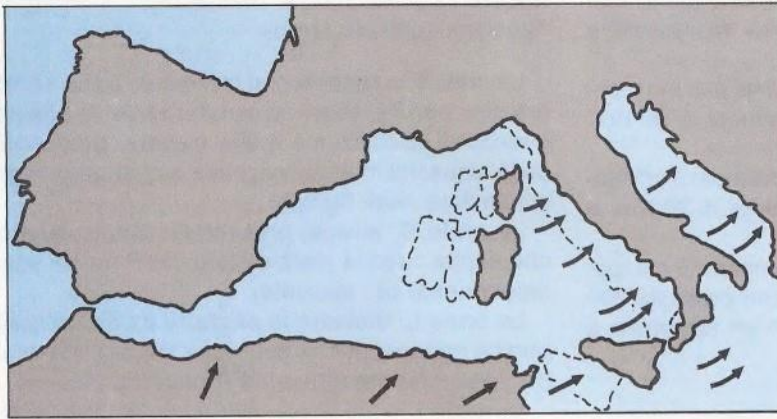


Fig.19 Tra qualche milione di anni non è da escludere che l'Italia sottoposta alla pressione della "placca africana" si congiunga con la Jugoslavia o viceversa. Tutto dipende dalla elasticità delle masse rocciose della Litosfera.

Fig.20 Molti ancora non sanno quale differenza intercorra tra Ipocentro - Epicentro e area Epicentrale. Ipocentro è la zona sotto la crosta terrestre in cui si verifica l'improvvisa rottura della roccia o faglia che genera in superficie il terremoto. Epicentro è il punto della superficie terrestre posto in verticale sull'Ipocentro e l'area Epicentrale è tutta la zona interessata e sconvolta dal sisma.

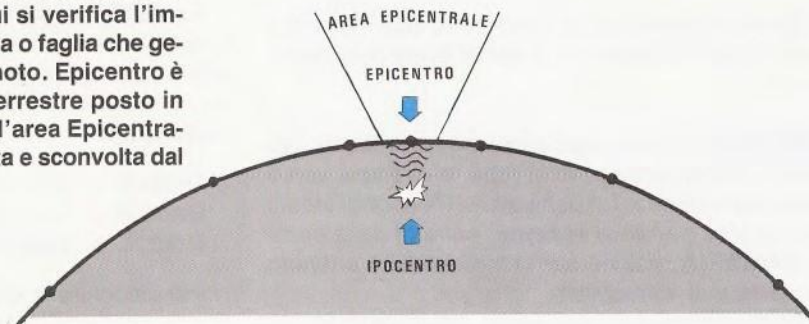
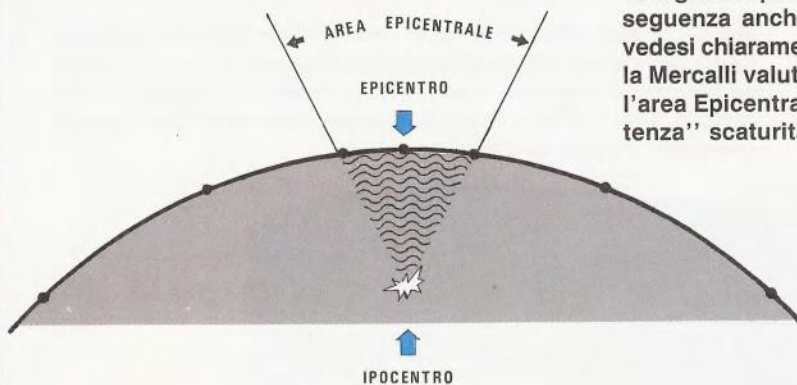


Fig.21 Se l'Ipocentro si trova a bassa profondità, cioè se il terremoto è del tipo "superficiale", l'area Epicentrale risulterà molto ridotta (vedi fig.20). Se l'Ipocentro si trova a grande profondità, aumenterà di conseguenza anche l'area Epicentrale come vedesi chiaramente in tale disegno. La scala Mercalli valuta gli effetti osservabili nell'area Epicentrale, la scala Richter la "potenza" scaturita nell'Ipocentro.





**Area epicentrale:** è quell'area più o meno ampia attorno all'epicentro anch'essa interessata e sconvolta dal sisma.

**Terremoto superficiale:** è un terremoto il cui ipocentro si trova a una profondità minore di 30 Km. (il 90% dei terremoti italiani).

**Terremoto intermedio:** è un terremoto il cui ipocentro si trova a profondità maggiore di 30 Km. e minore di 300 Km.

**Terremoto profondo:** è un terremoto il cui ipocentro si trova ad una profondità compresa tra 300 - 700 Km. Non si è mai verificato un terremoto a profondità maggiori di 700 Km.

A proposito della profondità, se il terremoto è **superficiale** l'area epicentrale risulta molto ridotta, se invece risulta **intermedio o profondo** l'area epicentrale risulta molto più ampia (vedi figg.20-21).

## LE ONDE SISMICHE

Quando si verifica un terremoto, dall'ipocentro (vedi figg.23-24) partono **3 tipi di onde** così denominate:

**ONDA P:** onde di pressione molto **veloci**, che dall'ipocentro si propagano in tutte le direzioni verso la crosta terrestre. La definizione **P** secondo alcuni deriva dalla parola **pressione**, per altri dalla parola **PRIMARIA**, poichè per la loro velocità arrivano per **prime** al sismografo.

**ONDA S:** onde di stiramento, più lente delle onde **P** di circa il 50%. La definizione **S** per alcuni deriva dalla parola **stiramento**, per altri dalla parola **SECONDARIA**, perchè arrivano al sismografo dopo le onde **P**.

**ONDA L:** onde superficiali che viaggiando sulla superficie della terra risultano ancora più lente delle onde **P** e **S**. La definizione **L** deriva dalla parola latina **Longae**, cioè **LUNGHE**, perchè, risultando di

frequenza molto bassa, tracciano sul sismografo delle sinusoidi più larghe.

Le **onde P** si riconoscono facilmente su un sismogramma perchè, essendo caratterizzate da una frequenza di oscillazione molto elevata, producono delle sinusoidi molto ravvicinate e di ampiezza assai limitata (vedi fig.26).

Le **onde S**, invece, presentano una frequenza che risulta circa la metà delle onde **P** quindi sono leggermente più spaziate.

Le **onde L** risultano le più facili da individuare, perchè hanno una frequenza che risulta circa quattro volte inferiore alle onde **P** (vedi fig.26).

Le **onde L** sono le più distruttive, perchè le loro oscillazioni fanno crollare tutte le strutture costruite dall'uomo (case - ponti - campanili - tralicci, ecc.).

Le **onde L** se di elevata intensità, prima di estinguersi possono fare più volte il giro della Terra e ad ogni passaggio il sismografo le rileverà con una frequenza sempre più bassa e con minor intensità.

Se volessimo paragonare queste frequenze **P-S-L** con quelle di un segnale di **Bassa Frequenza** (è solo un paragone perchè le onde sismiche rientrano nella gamma delle frequenze subsoniche), potremmo dire:

**Onde P** = sono dei suoni a frequenza **Alta**  
**Onde S** = sono dei suoni a frequenza **Media**  
**Onde L** = sono dei suoni a frequenza **Bassa**

Per calcolare la **distanza** a cui si è verificato un sisma, si utilizzano sempre le **onde P** e le **onde S**.

Le **onde L**, anche se più facili da individuare, non permettono di ricavare nessun dato utile.

La velocità di propagazione delle onde **P** e **S** varia purtroppo in funzione della distanza e della profondità dell'ipocentro.

In linea di massima si potrebbero prendere come base di riferimento i dati riportati nella pagina successiva:





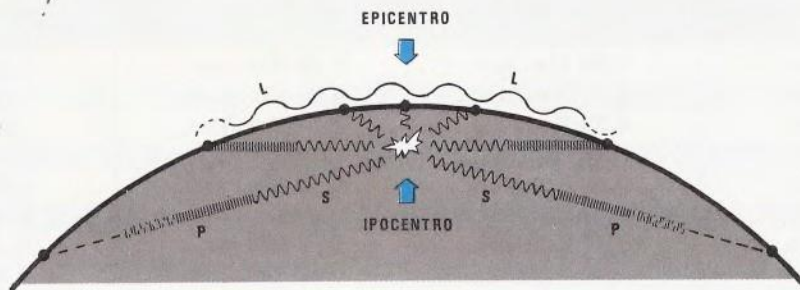


Fig.23 Quando si verifica un terremoto, partono sempre dall'ipocentro 3 tipi di onde. Le "onde P", che risultando le più veloci raggiungono per prime il sismografo, seguono le "onde S" che risultando lente circa della metà, giungono in ritardo. Per ultime giungono le "onde L" che viaggiando sulla superficie della crosta terrestre risultano ancora più lente. Le Onde L hanno una frequenza bassissima (2 - 3 sinusoidi al minuto).

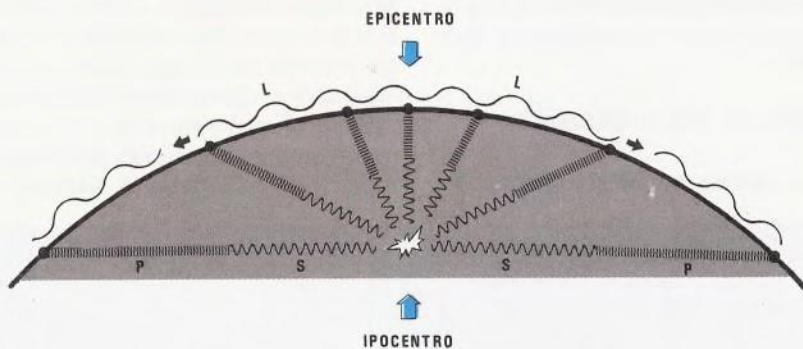


Fig.24 Se l'ipocentro è molto profondo, le onde P-S-L possono raggiungere distanze dell'ordine dei 10.000 - 15.000 km., perciò un sismografo che disponga di una buona sensibilità non ha difficoltà a rivelarle. Se l'ipocentro risulta superficiale ed il sisma non raggiunge almeno la magnitudo 5° della scala Richter, dopo poche centinaia di chilometri (vedi fig.23) queste deboli vibrazioni verranno completamente assorbite dagli strati elastici della litosfera.

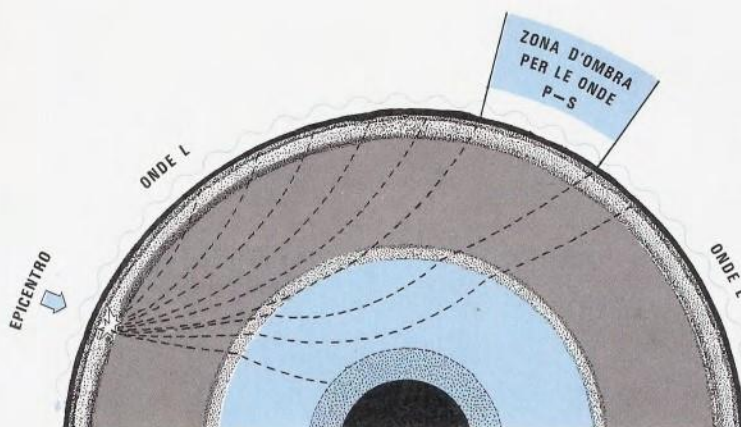


Fig.25 Poiché gli strati della astenosfera riescono a diffrangere il percorso delle onde P e S, è possibile avere delle "zone d'ombra". Non è quindi raro vedere sui sismogrammi delle "onde L" senza le P e le S. Questo fenomeno si verifica soltanto per i terremoti oltre i 10.000 Km.



distanza approssimata	velocità onde P	velocità onde S	differenza Ts - Tp
250 Km.	8,00 Km./sec.	3,90 Km./sec.	0,30 minuti
500 Km.	8,30 Km./sec.	4,09 Km./sec.	1,00 minuti
1.000 Km.	8,33 Km./sec.	4,17 Km./sec.	2,00 minuti
2.000 Km.	8,33 Km./sec.	4,76 Km./sec.	3,00 minuti
3.000 Km.	9,09 Km./sec.	5,00 Km./sec.	4,30 minuti
4.000 Km.	9,52 Km./sec.	5,33 Km./sec.	5,30 minuti
5.000 Km.	10,40 Km./sec.	5,55 Km./sec.	6,30 minuti
6.000 Km.	11,11 Km./sec.	5,88 Km./sec.	7,30 minuti
7.000 Km.	11,66 Km./sec.	6,14 Km./sec.	8,30 minuti
8.000 Km.	12,12 Km./sec.	6,35 Km./sec.	9,30 minuti
9.000 Km.	12,50 Km./sec.	6,61 Km./sec.	10,30 minuti
10.000 Km.	12,82 Km./sec.	6,80 Km./sec.	11,30 minuti
11.000 Km.	13,09 Km./sec.	6,92 Km./sec.	12,30 minuti
12.000 Km.	13,33 Km./sec.	7,53 Km./sec.	13,30 minuti

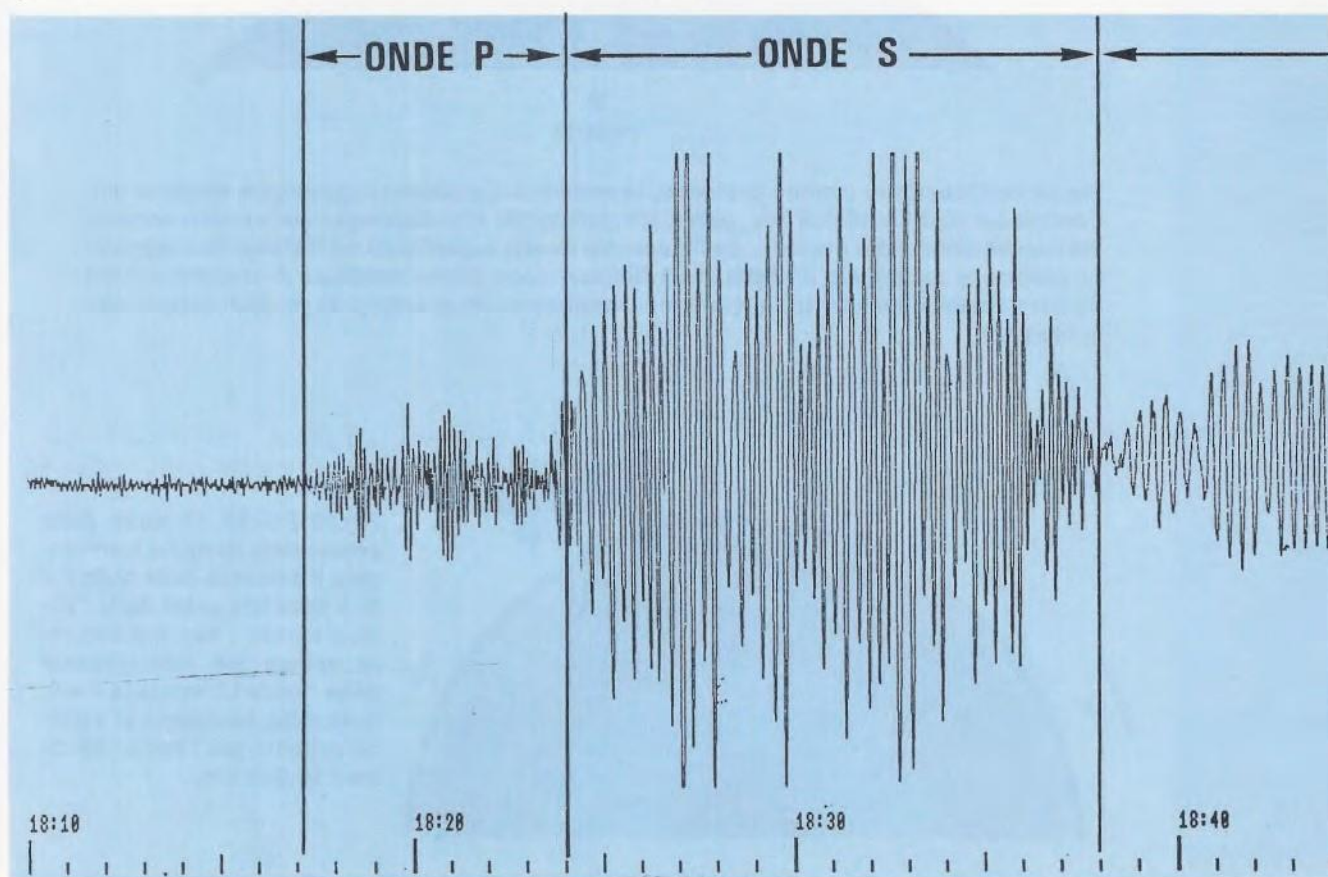
Occorre anche far presente che la distanza che rileviamo si riferisce ad un percorso che, partendo dall'ipocentro, raggiunge in linea diretta il sismografo. Quindi questa risulta sempre minore alla distanza di superficie, a causa della curvatura della Terra (vedi fig.24).

#### COME SI LEGGE UN SISMOGRAMMA

A prima vista un **sismogramma** ci appare come

un insieme confuso di linee tratteggiate, difficilissime da interpretare.

In effetti l'analisi di un sismogramma potrebbe sembrare complessa, però se ci seguirete vedrete con quanta facilità riuscirete a **decifrare** questi segni e come, con un pò di pratica, potrete anche distinguere un terremoto da un microsisma, una variazione brusca della pressione atmosferica, da una frana, da uno slittamento del terreno o da una mareggiata, e calcolarne la distanza e l'intensità.





Prendiamo dapprima il sismogramma di un terremoto avvenuto a notevole distanza (vedi fig.26).

Dopo le cortissime linee, causate dai **microsismi** presenti in zona, subito si noterà un **aumento** della loro ampiezza.

Nel punto in cui si verifica questo aumento d'ampiezza, vi è l'**inizio del terremoto**.

Queste onde di bassa intensità sono le **onde P**, che tracciano sulla carta delle linee molto condensate perchè la loro frequenza risulta **alta**.

Dopo un certo lasso di tempo (dipende dalla distanza del sisma), noteremo un primo picco d'ampiezza maggiore e le prime onde leggermente più larghe delle precedenti (distanza tra due linee), perchè la loro frequenza risulta circa la **metà** di quella già registrata.

Queste onde, come avrete intuito, sono le **onde S**, cioè le secondarie che, viaggiando a velocità dimezzata rispetto alle onde P, arrivano al sismografo con ritardo.

Dopo le onde S che possono prolungarsi per molti minuti, noteremo le **onde L** che tracciano delle sinusoidi molto più ampie ed anche molto più larghe, perchè la loro frequenza è molto bassa.

Le prime volte potreste anche trovarvi in difficoltà nello stabilire quando finiscono le **onde P** ed iniziano le **onde S**, perchè le onde P, continuando ad

essere registrate dal sismografo, si sommeranno alle onde S.

Normalmente quando le **onde S** si sommano alle **onde P**, noteremo subito un aumento dell'ampiezza del segnale (verificare nei diversi sismogrammi riportati).

Conoscendo il tempo di arrivo delle **onde P** e il tempo di arrivo delle **onde S**, si potrà calcolare la **distanza** utilizzando la formula:

$$\text{Km.} = (V_p \times V_s) : (V_p - V_s) \times (T_s - T_p) \times 60$$

dove:

**V<sub>p</sub>** = velocità in Km./secondo delle onde **P**;

**V<sub>s</sub>** = velocità in Km./secondo delle onde **S**;

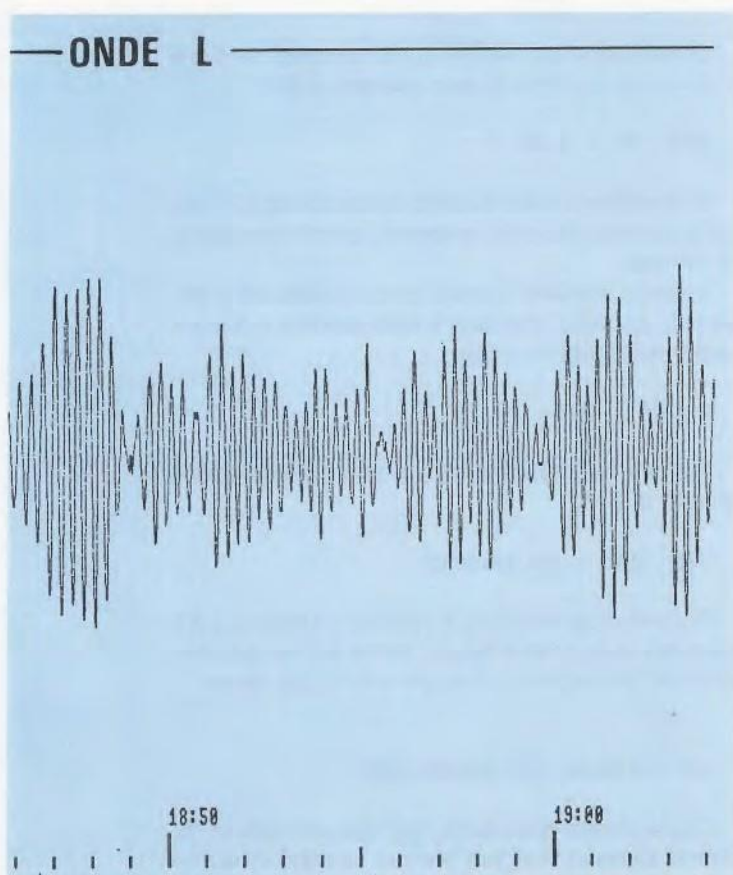
**T<sub>s</sub>** = tempo di arrivo delle onde **S** in secondi;

**T<sub>p</sub>** = tempo di arrivo delle onde **P** in secondi.

Nella Tabella posta in alto a sinistra abbiamo riportato la **velocità in Km./secondo** delle onde P e S e la differenza di tempo intercorrente tra l'arrivo delle due onde cioè di **T<sub>s</sub> - T<sub>p</sub>**.

Per stabilire a quale distanza si è verificato un terremoto, conviene prendere come base di partenza la differenza di **T<sub>s</sub> - T<sub>p</sub>**.

Ammesso che la traccia d'inizio dell'onda **P** si sia



**Fig.26** Per leggere un sismogramma, si dovrà fare attenzione alla posizione in cui le linee tratteggiate "aumentano" la loro ampiezza (vedi ore 18,17). Questo aumento significa che stanno giungendo le "onde P". Dopo un certo lasso di tempo, si noterà un "primo picco" d'ampiezza maggiore (vedi ore 18,24), che corrisponderà anche ad un aumento della distanza tra onda e onda. Questo aumento della distanza tra le due onde significa che stanno giungendo le "onde S".

Calcolando la differenza tra i tempi di arrivo delle due onde S-P, 18,24 - 18,17 = 7 minuti (vedi 4° colonna tabella in alto), si potrà dedurre che il terremoto si è verificato tra i 5.000 - 6.000 Km di distanza.





**Fig.27** Ogni terremoto traccerà sulla carta un "particolare" sismogramma. Infatti, in funzione della distanza, otterremo un tracciato delle "onde P" più o meno lungo e, in funzione dell'intensità del sisma, otterremo delle sinusoidi più o meno ampie (vedi figg.4-26-28-29). Ovviamente un terremoto che si verifica ad una distanza di 10.000 e più km., in Perù, Messico, Cina, ecc., traccerà delle sinusoidi meno ampie rispetto ad un terremoto di identica intensità che si verifica a meno di 2.000 Km. Un sismogramma, dopo pochi centimetri può già risultare completo, in altri casi può raggiungere una lunghezza di 80-100 cm. Facciamo presente che tutti i terremoti "superficiali" e di bassa intensità vengono registrati soltanto se ci si trova in un raggio di 100 Km.

verificata alle ore **12,30** e la traccia d'inizio dell'onda **S** alle ore **12,34**, escluderemo le ore e prenderemo i soli **minuti**, per ottenere la differenza **Ts - Tp**:

$$34 - 30 = 4 \text{ minuti}$$

Dalla **Tabella** rileveremo che una tale differenza si verifica soltanto se la zona in cui si è verificato il sisma, si trova ad una distanza compresa tra **2.000 - 3.000 Km.**

Per i nostri calcoli potremo prendere in considerazione indifferentemente la velocità delle onde **P** e **S** relativa sia ai 2.000 che ai 3.000 Km., perchè la differenza in chilometri risulterà irrisoria.

Considerando i **3.000 Km.**, sapremo che la velocità delle **onde P = 9,09 Km./sec.** e quella delle **onde S = 5 Km./sec.**, quindi, inserendo questi dati nella nostra formula, avremo:

$$\text{Km.} = (V_p \times V_s) : (V_p - V_s) (T_s - T_p) \times 60$$

vale a dire:

$$(9,09 \times 5) : (9,09 - 5) \times 4 \times 60 = 2.667 \text{ Km.}$$

Se volessimo conoscere a che **ora** si è verificato nella zona interessata tale terremoto, sapendo che le onde **P** viaggiano a **9,09 Km./secondo** e che la distanza risulta di **2.667 Km.**, faremo:

$$2.667 : 9,09 = 293 \text{ secondi}$$

cioè il terremoto si è verificato **293 secondi** prima delle ore **12,30**.

Se volessimo convertire questi **secondi** in minuti dovremo dividere questo numero x 60:

$$293 : 60 = 4,88$$

Vi ricordiamo che il numero decimale dopo la **virgola** non rappresenta i **secondi**, bensì i centesimi di minuto.

Volendo stabilire l'esatto tempo in **minuti e secondi**, dovremo prendere il solo numero **4** dei minuti e moltiplicarlo x 60:

$$4 \times 60 = 240$$

Poi fare la differenza tra il primo numero **293** e questo di **240**:

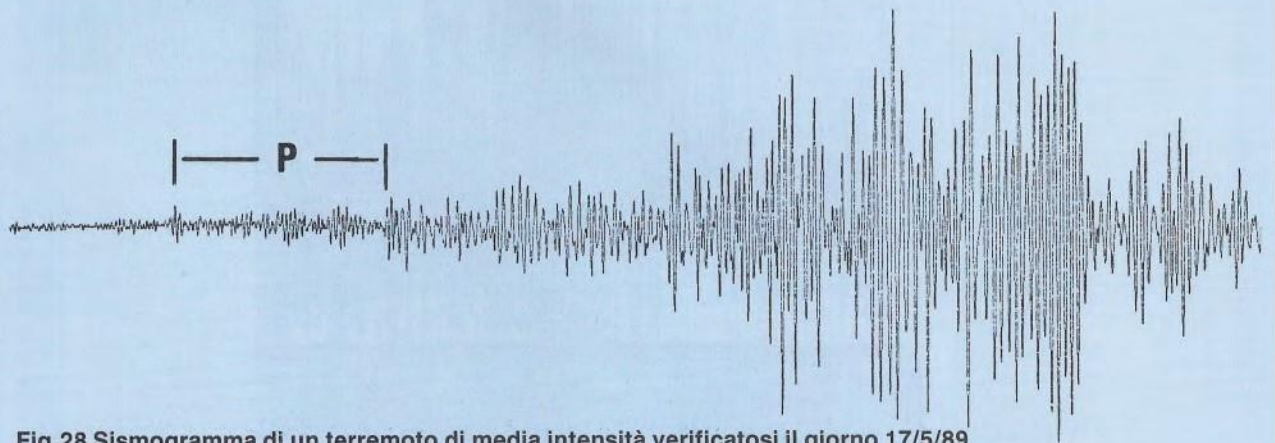
$$293 - 240 = 53 \text{ secondi}$$

Pertanto il terremoto si è verificato **4 minuti e 53 secondi**, cioè circa **5 minuti**, **prima** del tempo indicato dal sismografo, cioè alle ore **12,25 circa**.

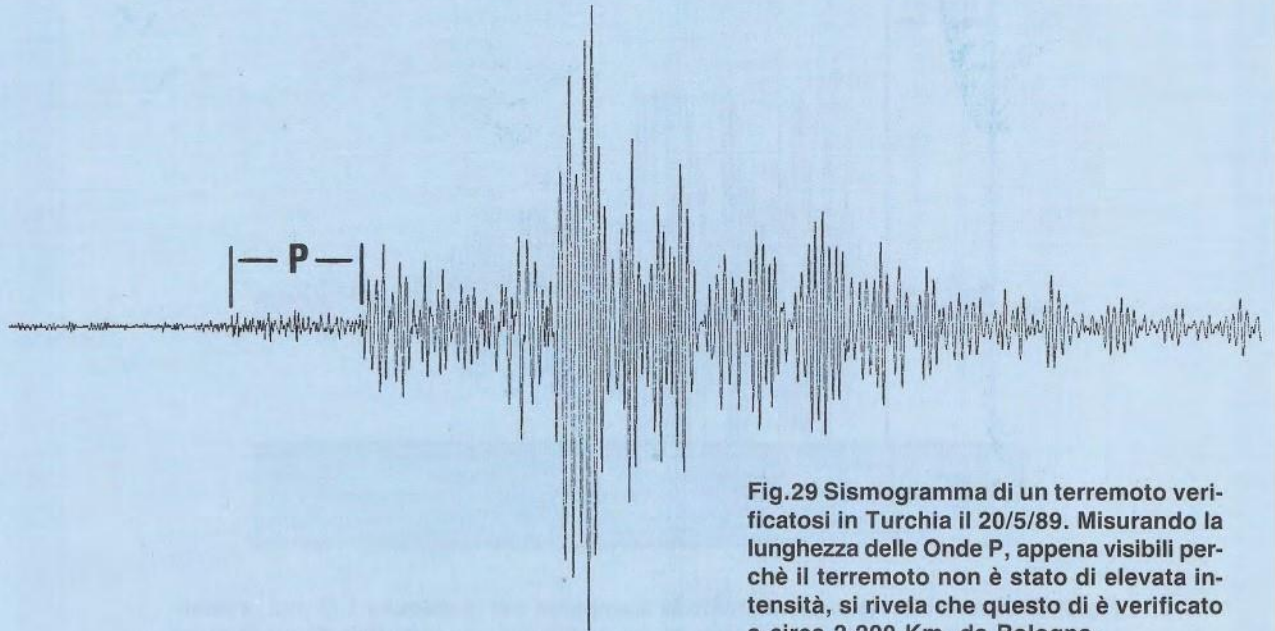
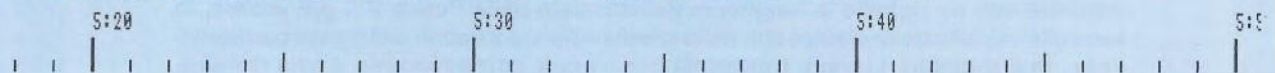
#### UN SISTEMA PIÙ SEMPLICE

Come avrete constatato, per determinare la distanza bisogna svolgere diverse operazioni mate-

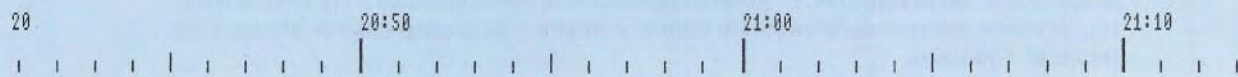




**Fig.28 Sismogramma di un terremoto di media intensità verificatosi il giorno 17/5/89 a circa 4.500 Km. da Bologna. Tale terremoto, forse perchè non ha provocato danni o vittime, non è stato menzionato nè dalla radio nè dalla televisione. Precisiamo che possono passare anche uno o due settimane senza che si registri un terremoto, ma che è anche possibile che se ne verifichino tre o quattro nello stesso giorno.**



**Fig.29 Sismogramma di un terremoto verificatosi in Turchia il 20/5/89. Misurando la lunghezza delle Onde P, appena visibili perchè il terremoto non è stato di elevata intensità, si rivela che questo di è verificato a circa 2.200 Km. da Bologna.**





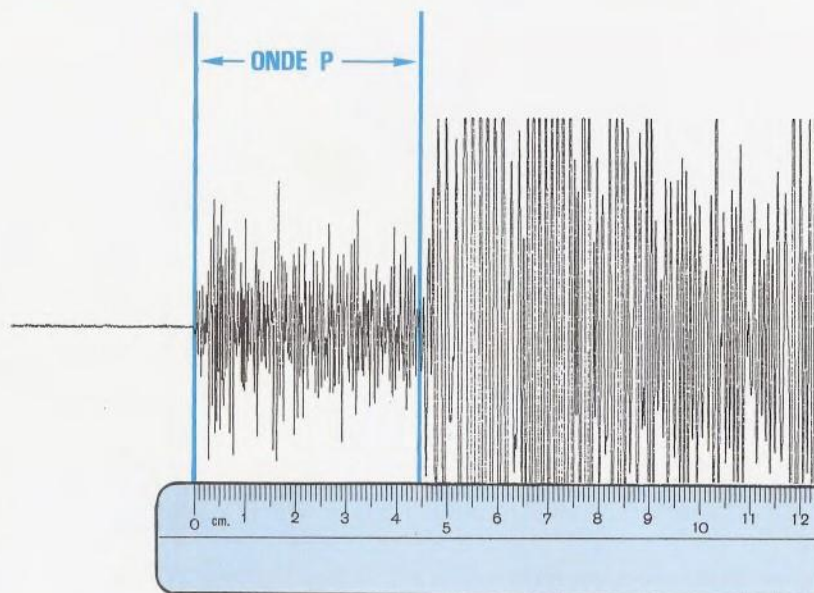


Fig.30 Per determinare con buona approssimazione la distanza a cui si è verificato il sisma che abbiamo registrato, senza dover eseguire calcoli complicati, potremo misurare con un righello la lunghezza del tracciato delle "onde P", poi vedere, in base alla velocità della stampante, nella tabella a fianco a quanti chilometri corrispondono. Nell'esempio riportato troveremo che 44 mm. corrispondono a una distanza di 7.300 Km. (velocità 5mm. per minuto).

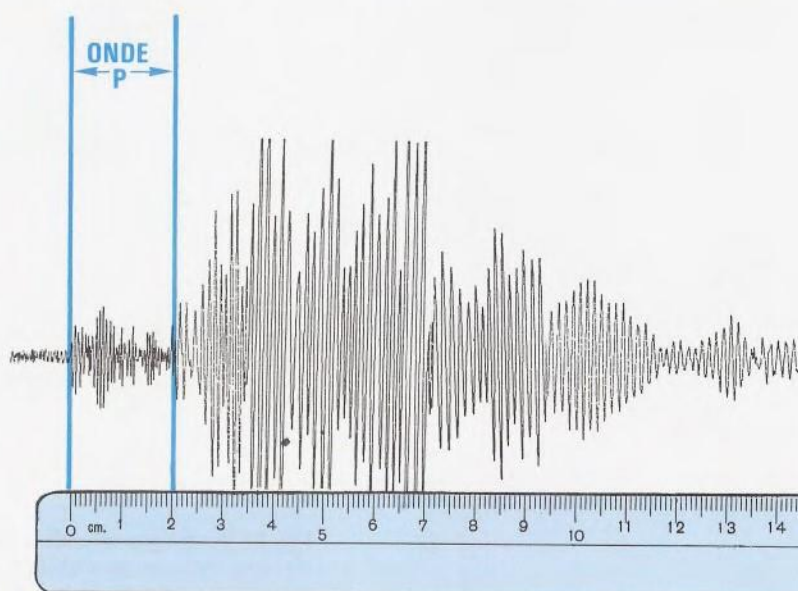


Fig.31 Sempre se avremo predisposto la stampante per la velocità 1 (5 mm. x minuto) sapremo che un tracciato di "onda P" lungo 20 mm. corrisponde ad una distanza di 2.500 Km. Se la stampante l'avremo predisposta per la velocità 2 (10 mm. x minuto), dovremo servirci della seconda tabella a destra e in questo caso la distanza sarebbe di 1000 Km.



**Velocità Stampante = 5 millimetri x minuto**

lunghezza onda "P"	distanza in Km.	tempo ritardo onda "P"
1 mm.	100 Km.	0 min. 12 sec.
2 mm.	200 Km.	0 min. 24 sec.
3 mm.	300 Km.	0 min. 36 sec.
4 mm.	400 Km.	0 min. 48 sec.
5 mm.	500 Km.	1 min. 00 sec.
6 mm.	600 Km.	1 min. 12 sec.
7 mm.	700 Km.	1 min. 24 sec.
8 mm.	800 Km.	1 min. 36 sec.
9 mm.	900 Km.	1 min. 48 sec.
10 mm.	1.000 Km.	2 min. 00 sec.
11 mm.	1.200 Km.	2 min. 24 sec.
12 mm.	1.400 Km.	2 min. 48 sec.
13 mm.	1.600 Km.	3 min. 12 sec.
14 mm.	1.800 Km.	3 min. 36 sec.
15 mm.	2.000 Km.	4 min. 00 sec.
16 mm.	2.100 Km.	4 min. 09 sec.
17 mm.	2.200 Km.	4 min. 18 sec.
18 mm.	2.300 Km.	4 min. 27 sec.
19 mm.	2.400 Km.	4 min. 36 sec.
20 mm.	2.500 Km.	4 min. 45 sec.
21 mm.	2.700 Km.	5 min. 03 sec.
22 mm.	2.900 Km.	5 min. 21 sec.
23 mm.	3.100 Km.	5 min. 39 sec.
24 mm.	3.300 Km.	5 min. 54 sec.
25 mm.	3.500 Km.	6 min. 10 sec.
26 mm.	3.700 Km.	6 min. 30 sec.
27 mm.	3.900 Km.	6 min. 50 sec.
28 mm.	4.100 Km.	7 min. 09 sec.
29 mm.	4.300 Km.	7 min. 27 sec.
30 mm.	4.500 Km.	7 min. 48 sec.
31 mm.	4.700 Km.	8 min. 00 sec.
32 mm.	4.900 Km.	8 min. 16 sec.
33 mm.	5.100 Km.	8 min. 31 sec.
34 mm.	5.300 Km.	8 min. 47 sec.
35 mm.	5.500 Km.	8 min. 12 sec.
36 mm.	5.700 Km.	9 min. 28 sec.
37 mm.	5.900 Km.	9 min. 44 sec.
38 mm.	6.100 Km.	9 min. 49 sec.
39 mm.	6.300 Km.	9 min. 54 sec.
40 mm.	6.500 Km.	10 min. 00 sec.
41 mm.	6.700 Km.	10 min. 12 sec.
42 mm.	6.900 Km.	10 min. 24 sec.
43 mm.	7.100 Km.	10 min. 36 sec.
44 mm.	7.300 Km.	10 min. 48 sec.
45 mm.	7.500 Km.	11 min. 00 sec.
46 mm.	7.700 Km.	11 min. 10 sec.
47 mm.	7.900 Km.	11 min. 20 sec.
48 mm.	8.100 Km.	11 min. 30 sec.
49 mm.	8.300 Km.	11 min. 40 sec.
50 mm.	8.500 Km.	11 min. 50 sec.
51 mm.	8.700 Km.	11 min. 58 sec.
52 mm.	8.900 Km.	12 min. 06 sec.
53 mm.	9.100 Km.	12 min. 12 sec.
54 mm.	9.300 Km.	12 min. 18 sec.
55 mm.	9.500 Km.	12 min. 30 sec.
56 mm.	9.700 Km.	12 min. 38 sec.
57 mm.	9.900 Km.	12 min. 46 sec.
58 mm.	10.100 Km.	12 min. 54 sec.
59 mm.	10.300 Km.	13 min. 02 sec.
60 mm.	10.500 Km.	13 min. 10 sec.
61 mm.	10.700 Km.	13 min. 16 sec.
62 mm.	10.900 Km.	13 min. 22 sec.
63 mm.	11.100 Km.	13 min. 28 sec.
64 mm.	11.300 Km.	13 min. 34 sec.
65 mm.	11.500 Km.	13 min. 40 sec.
66 mm.	11.700 Km.	13 min. 46 sec.
67 mm.	11.900 Km.	13 min. 54 sec.
68 mm.	12.100 Km.	14 min. 02 sec.
69 mm.	12.300 Km.	14 min. 10 sec.
70 mm.	12.500 Km.	14 min. 16 sec.
71 mm.	12.700 Km.	14 min. 22 sec.
72 mm.	12.900 Km.	14 min. 28 sec.
73 mm.	13.100 Km.	14 min. 34 sec.

**Velocità Stampante = 10 millimetri x minuto**

lunghezza onda "P"	distanza in Km.	tempo ritardo onda "P"
1 mm.	50 Km.	0 min. 06 sec.
2 mm.	100 Km.	0 min. 12 sec.
4 mm.	200 Km.	0 min. 24 sec.
6 mm.	300 Km.	0 min. 36 sec.
8 mm.	400 Km.	0 min. 48 sec.
10 mm.	500 Km.	1 min. 00 sec.
12 mm.	600 Km.	1 min. 12 sec.
14 mm.	700 Km.	1 min. 24 sec.
16 mm.	800 Km.	1 min. 36 sec.
18 mm.	900 Km.	1 min. 48 sec.
20 mm.	1.000 Km.	2 min. 00 sec.
21 mm.	1.100 Km.	2 min. 12 sec.
22 mm.	1.200 Km.	2 min. 24 sec.
23 mm.	1.300 Km.	2 min. 36 sec.
24 mm.	1.400 Km.	2 min. 48 sec.
25 mm.	1.500 Km.	2 min. 50 sec.
26 mm.	1.600 Km.	3 min. 12 sec.
27 mm.	1.700 Km.	3 min. 24 sec.
28 mm.	1.800 Km.	3 min. 36 sec.
29 mm.	1.900 Km.	3 min. 48 sec.
30 mm.	2.000 Km.	4 min. 00 sec.
32 mm.	2.100 Km.	4 min. 09 sec.
34 mm.	2.200 Km.	4 min. 18 sec.
36 mm.	2.300 Km.	4 min. 27 sec.
38 mm.	2.400 Km.	4 min. 36 sec.
40 mm.	2.500 Km.	4 min. 45 sec.
41 mm.	2.600 Km.	4 min. 54 sec.
42 mm.	2.700 Km.	5 min. 03 sec.
43 mm.	2.800 Km.	5 min. 12 sec.
44 mm.	2.900 Km.	5 min. 21 sec.
45 mm.	3.000 Km.	5 min. 30 sec.
46 mm.	3.100 Km.	5 min. 39 sec.
47 mm.	3.200 Km.	5 min. 48 sec.
48 mm.	3.300 Km.	5 min. 54 sec.
49 mm.	3.400 Km.	6 min. 00 sec.
50 mm.	3.500 Km.	6 min. 10 sec.
51 mm.	3.600 Km.	6 min. 20 sec.
52 mm.	3.700 Km.	6 min. 30 sec.
53 mm.	3.800 Km.	6 min. 40 sec.
54 mm.	3.900 Km.	6 min. 50 sec.
55 mm.	4.000 Km.	7 min. 00 sec.
56 mm.	4.100 Km.	7 min. 09 sec.
57 mm.	4.200 Km.	7 min. 18 sec.
58 mm.	4.300 Km.	7 min. 27 sec.
59 mm.	4.400 Km.	7 min. 36 sec.
60 mm.	4.500 Km.	7 min. 48 sec.
61 mm.	4.600 Km.	7 min. 54 sec.
62 mm.	4.700 Km.	8 min. 00 sec.
63 mm.	4.800 Km.	8 min. 08 sec.
64 mm.	4.900 Km.	8 min. 16 sec.
65 mm.	5.000 Km.	8 min. 23 sec.
66 mm.	5.100 Km.	8 min. 31 sec.
67 mm.	5.200 Km.	8 min. 39 sec.
68 mm.	5.300 Km.	8 min. 47 sec.
69 mm.	5.400 Km.	8 min. 55 sec.
70 mm.	5.500 Km.	8 min. 12 sec.
71 mm.	5.600 Km.	9 min. 20 sec.
72 mm.	5.700 Km.	9 min. 28 sec.
73 mm.	5.800 Km.	9 min. 36 sec.
74 mm.	5.900 Km.	9 min. 44 sec.
75 mm.	6.000 Km.	9 min. 52 sec.
80 mm.	6.500 Km.	10 min. 00 sec.
85 mm.	7.000 Km.	10 min. 30 sec.
90 mm.	7.500 Km.	11 min. 00 sec.
95 mm.	8.000 Km.	11 min. 30 sec.
100 mm.	8.500 Km.	11 min. 50 sec.
105 mm.	9.000 Km.	12 min. 10 sec.
110 mm.	9.500 Km.	12 min. 30 sec.
115 mm.	10.000 Km.	12 min. 50 sec.
120 mm.	10.500 Km.	13 min. 10 sec.
125 mm.	11.000 Km.	13 min. 30 sec.
130 mm.	11.500 Km.	13 min. 40 sec.
135 mm.	12.000 Km.	13 min. 50 sec.



matiche, che per quanto accurate siano, daranno sempre degli errori specialmente sulle lunghe distanze, perchè non sappiamo a quale profondità della crosta terrestre, **ipocentro**, si è verificato il sisma.

Poichè ad un dilettante interessa conoscere approssimativamente se il terremoto si è verificato a 500 - 1.000 - 3.000 - 6.000 - 10.000 Km. di distanza, abbiamo pensato di rendere molto più semplice tale ricerca riportando due tabelle, una da usare se la **velocità** della stampante è stata programmata per far avanzare la carta di **5 millimetri x minuto**, l'altra se la stessa è stata programmata per farla avanzare di **10 millimetri x minuto**:

Per determinare la distanza servendoci di queste due tabelle, dovremo semplicemente misurare la **lunghezza delle onde P** con un righello millimetrato oppure con un calibro (vedi figg.30-31), cioè controllare dal punto d'inizio delle onde P fino al punto d'inizio delle **onde S**.

**Esempio:** Se in un sismogramma la lunghezza delle **onde P** risulta di **44 millimetri** e la stampante l'avete programmata per una velocità di **5 millimetri x minuto**, nella **prima colonna posta a sinistra** troverete che il terremoto si è verificato ad una distanza di **7.300 Km.** (vedi fig.30).

Se invece avete programmato la stampante per una velocità di 10 millimetri x minuto, nella seconda colonna di destra troverete che la distanza corrisponde a **2.900 Km.**

Su ogni colonna abbiamo riportato il tempo impiegato dalle **onde P** per percorrere le distanze indicate.

Pertanto, se il sismografo ci ha indicato che le **onde P** sono giunte a noi alle ore **14:50:00**, il terremoto si è verificato **10 minuti 48 secondi** prima di quanto la stampante ha iniziato a registrare.

Questi tempi sono riferiti all'ora **italiana**, quindi per i paesi molto distanti dal nostro, si dovranno considerare le differenze di fuso orario.

Dopo poco tempo riusciremo a stabilire se il terremoto si è verificato molto vicino o molto lontano in base alla lunghezza delle **onde P**, osservando soltanto la distanza che intercorre tra l'inizio delle **onde P** e l'inizio delle **onde S**.

A volte può riuscire difficile individuare in un sismogramma il punto di arrivo dell'onda **P** e quello dell'onda **S**, perchè possono verificarsi dei fenomeni di riflessione delle attenuazioni, in cui l'onda **P** arriva contemporaneamente all'onda **S** e se il terremoto si verifica a distanze notevoli (10.000 - 15.000 Km.), può arrivare anche la sola onda **L**.

Se l'ipocentro si trova a meno di **30 Km.** di profondità e in superficie l'intensità non risulta maggiore del **4 grado Richter**, il terremoto verrà rilevato solo da quei sismografi che si trovano in un rag-

gio di **100-150 Km.**

Se risulta del **5° grado Richter**, lo riveleremo anche a distanze di **3.000 - 4.000 Km.**, se raggiunge poi il **6° grado Richter**, lo riveleremo anche a distanze di **10.000 - 12.000 Km.**

Per i terremoti di bassa intensità che si verificano a meno di **100 Km.**, la distanza intercorrente tra le onde **P** e le **S** risulta cortissima, in quanto la differenza è di soli **20-22 secondi**.

Distinguere questi terremoti **vicini** da quelli che si verificano a notevole distanza è abbastanza facile.

I terremoti vicini di bassa intensità tracciano un sismogramma molto corto (vedi fig.6), quelli lontani dei sismogrammi lunghissimi, anche di **mezzo metro** e più (vedi fig.26).

Ripetiamo che i terremoti di bassa intensità sono registrabili solo dai sismografi che si trovano installati ad un centinaio di chilometri dalla zona dell'epicentro, perchè più ci si allontana, più queste deboli vibrazioni vengono attenuate dalla conformazione del terreno.

## CONCLUSIONE

In questo articolo abbiamo cercato di spiegare nel modo più semplice e comprensibile, tutto quanto possa servire a chi, non essendosi mai prima d'ora interessato di sismologia, sia attratto dal nostro progetto di sismografo.

Gli esperti, cioè coloro che da anni si dedicano a tale attività e che ovviamente hanno studiato approfonditamente il fenomeno, ci devono scusare se abbiamo tralasciato molti particolari, se ci siamo azzardati a proporre esempi alquanto elementari e a pronunciare delle valutazioni personali.

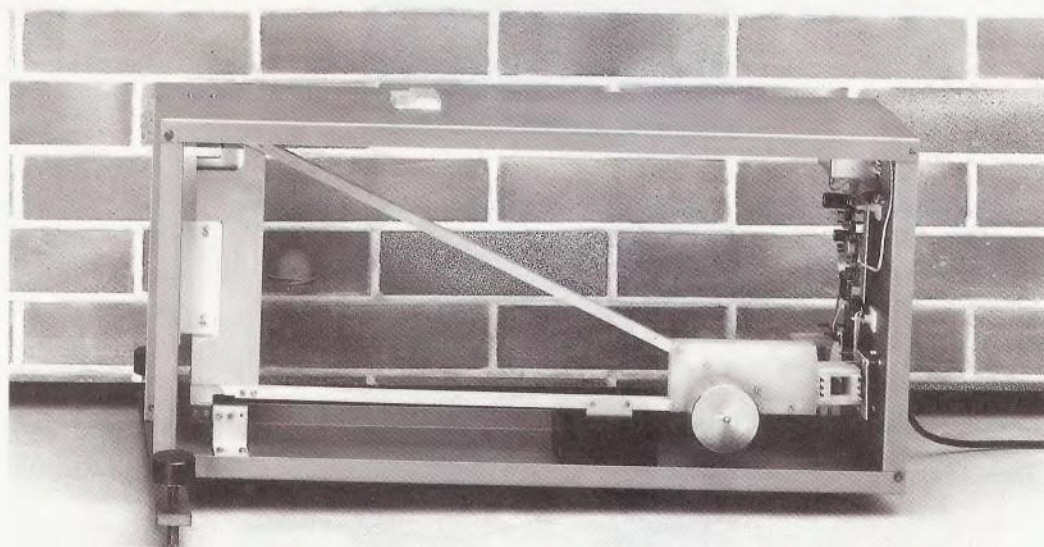
Noi siamo solo esperti in elettronica e in quanto tali ci siamo proposti di realizzare un sensibile **sismografo elettronico**, raggiungendo l'obiettivo tecnico che ci eravamo preposti.

Ci è però sembrato opportuno completare l'illustrazione del progetto con alcune considerazioni di carattere generale sul fenomeno, rimandando ovviamente chi desideri saperne di più alla consultazione di testi specifici.

Per la realizzazione di questo sismografo abbiamo dovuto affrontare non pochi problemi "economici", infatti, considerati i costi di una **sonda rivelatrice** commerciale (minimo **2,5 milioni**), abbiamo cercato di realizzarne una molto più economica (un nucleo ferrocubo e due bobine). Non potevamo nemmeno usare una stampante per sismografi per il suo alto costo (minimo **10 milioni**), quindi abbiamo cercato di sostituirla con una più economica del prezzo di L. 280.000, progettando un idoneo circuito elettronico.



Possedendo un "sismografo" è possibile vedere se nella propria zona si verificano sovente dei microterremoti, stabilire anche se nelle vicine montagne potrebbero verificarsi delle frane, conoscere se il terreno si sta lentamente innalzando o sta sprofondando, ecc. Poichè nessuno ha mai tentato seriamente di dedicarsi alla sismografia, Nuova Elettronica vuole colmare questa lacuna presentando un sensibilissimo sismografo elettronico interamente progettato e realizzato nei nostri laboratori.



# SISMOGRAFO

La strategia migliore per prevenire un terremoto è quella di tenere continuamente sotto controllo tutte le aree ad alto rischio sismico e per far questo occorrono molti sismografi.

In Giappone già dal 1965 sono stati installati in tutto il territorio un elevato numero di stazioni sismografiche, in modo da rivelare tutti quei **microterremoti** che, prima o poi, potrebbero sfociare in un disastroso terremoto.

Infatti è risaputo che le rocce sottoposte ad enormi pressioni per il lento spostamento dei continenti, prima di arrivare al cosiddetto **punto di rottura** generano dei **microterremoti**, cioè delle impercettibili vibrazioni che lentamente e progressivamente aumentano d'intensità.

Poichè queste vibrazioni risultano di pochi **milllesimi** di millimetro, possono essere rivelate solo se i sismografi risultano installati a non più di 10-15 Km dalla zona interessata, perchè a distanze mag-

giori queste vibrazioni vengono attenuate dagli strati elastici della litosfera.

Quanto è stato fatto in Giappone non ha avuto però la dovuta risonanza a livello mondiale, anzi alcuni paesi hanno manifestato il proprio scetticismo in proposito e solo oggi inizia ad affermarsi una tendenza contraria, che attribuisce il giusto rilievo al problema della previsione degli eventi sismici.

Da parte nostra riteniamo che se in Italia fosse presente una capillare rete sismografica, non importa se pubblica o privata, si potrebbero salvare molte vite umane.

Ogni lettore, meglio se in collaborazione con un gruppo di amici (per sostenere più facilmente le spese di realizzazione), potrebbe creare nella propria città un **Centro Sismografico** per controllare giorno e notte la propria zona e anche per stabilire **istantaneamente** se nella nostra penisola o in una qualsiasi parte dell'Europa o altrove si è verificato



un terremoto distruttivo.

Oltre che ai nostri lettori, rivolgiamo un invito in questo senso anche ai **Sindaci di ogni Comune**, agli **Istituti Tecnici Statali** ed in particolar modo al **Servizio Emergenza dei Radioamatori** che, avendo la possibilità di collegarsi con i propri rice-trasmittitori con ogni luogo del continente, potrebbero riuscire ad organizzare i servizi di emergenza e soccorso laddove le strutture statali si trovino im-preparate o in difficoltà.

### PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il nostro sismografo è composto da un pendolo orizzontale e da un circuito elettronico idoneo ad amplificare le microscopiche vibrazioni della Terra.

Infatti, le onde sismiche generate da terremoti che si verificano a migliaia di chilometri di distanza, provocano delle vibrazioni impercettibili di pochi **millesimi di millimetro** e così microscopiche sono anche le vibrazioni provocate dai **microsismi** locali.



Il sismografo, come vedesi nella foto in alto a sinistra, andrà semplicemente appoggiato sul pavimento di una stanza a piano terra (garage - seminterrato) o meglio ancora di una cantina. Tutte le parti meccaniche vi verranno fornite già forate e tagliate su misura.

Risolti i problemi inerenti alla parte meccanica del pendolo, ci restava solo da progettare un **sensibile sensore di movimento** con attrito **zero**, in grado di convertire queste microscopiche vibrazioni in una tensione.

Lo schema di questo sensore è così semplice che lo si potrebbe considerare un vero **uovo di Colombo**, ma come sempre prima di arrivare a tale soluzione finale abbiamo dovuto operare diversi tentativi.

All'inizio ci eravamo orientati verso rivelatori piezoelettrici ed elettromagnetici, ma per quante modifiche apportassimo, nessuno dei sistemi prescelti riusciva a fornirci quella sensibilità e linearità richiesti per tale sismografo.

Provando e riprovando siamo riusciti ad ottenere, con l'aiuto dell'integrato NE.5521, un **sensore di movimento** senza attrito, in grado di fornirci per ogni vibrazione del terreno di **1 millesimo di millimetro**, una variazione di tensione di ben **80 millivolt** circa.

Per rendervi conto della sensibilità raggiunta, prendete un righello o una squadra graduata e osservate la lunghezza di **1 millimetro**, a questo punto immaginate di riuscire a dividere questo già piccolo spazio in **mille parti** e vi renderete conto del perché questo sismografo riesce a rivelare terremoti

## elettronico

che avvengono a distanze di 10.000 e più chilometri.

Facciamo presente che il sismografo **sente** soltanto le vibrazioni provocate da un'onda **sismica** e non da altre sorgenti, come traffico urbano o officine.

Prima di passare allo schema elettrico soffermiamoci a considerare le funzioni svolte dall'integrato NE.5521.

Osservando la fig.1 si può notare che all'interno di questo integrato è presente un oscillatore ad **onda quadra**, la cui frequenza la potremo determinare con i valori di C4 ed R1 collegati ai piedini 17-11.

Questa onda quadra viene **convertita** da un secondo stadio in un'onda **sinusoidale**; a questo stadio fanno seguito due operazionali le cui uscite (piedini 14-15 e 13) risultano collegate a due bobine che chiameremo **bobine eccitatrici**.

Se ai lati di queste bobine ne applicheremo altre



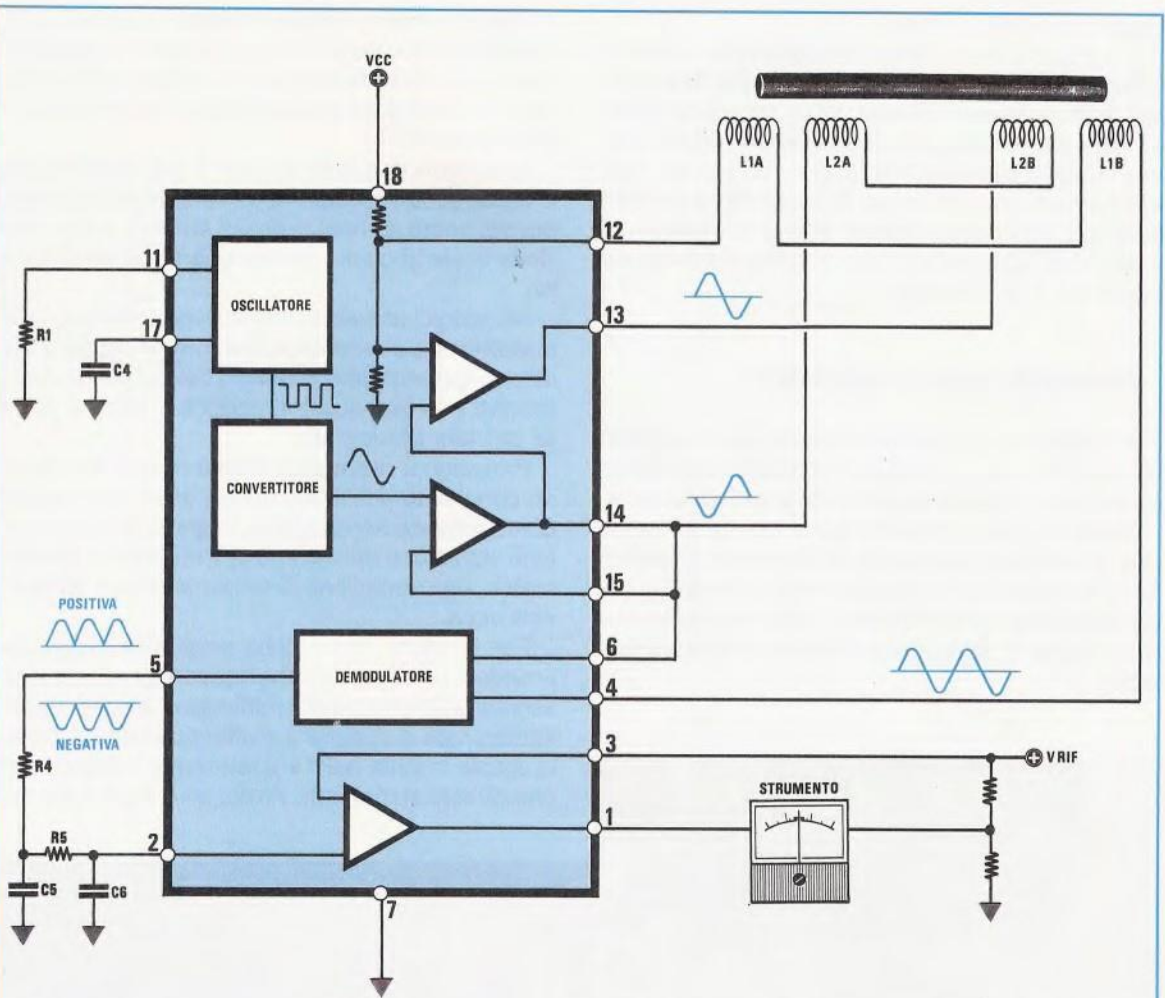


Fig.1 Per realizzare il "sensore di movimento" abbiamo utilizzato un nucleo ferroxcube che si muove all'interno di due coppie di bobine. L'integrato NE.5521 oltre a pilotare le due bobine eccitatrici L2, demodulerà il segnale captato dalle due bobine rivelatrici L1, così che ne ricaverete una tensione continua che provvederà a far deviare la lancetta dello strumento o verso destra o verso sinistra.

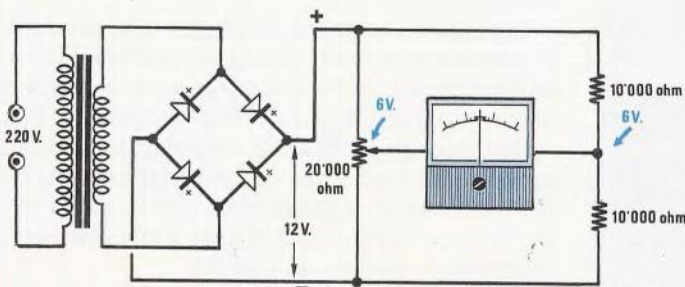


Fig.2 Il nucleo ferroxcube può essere paragonato al "cursore" di un potenziometro collegato come vedesi in figura. Se il cursore risulta centrato, la lancetta dello strumento rimane sullo "0", se invece si sposta verso l'alto o verso il basso, la lancetta devierà verso sinistra o verso destra.



due che chiameremo **rivelatrici** in opposizione di fase e poi accoppieremo queste quattro bobine inserendo al loro interno un **nucleo ferroxcube**, potremo ottenere una di queste tre condizioni:

1° Se il nucleo risulta perfettamente centrato all'interno delle quattro bobine (condizione di bilanciamento), in uscita otterremo una tensione **nulla** in quanto il segnale captato dalle due bobine rivelatrici risultando della medesima intensità, ma in opposizione di fase, si **annullerà**;

2° Se il nucleo si sposta più verso destra, otterremo una **sinusoide in fase**, la cui ampiezza risulterà proporzionale allo spostamento del nucleo;

3° Se il nucleo si sposta più verso sinistra, otterremo una **sinusoide sfasata**, la cui ampiezza risulterà proporzionale allo spostamento del nucleo.

Per ricavare da queste tre condizioni una **tensione**, dovremo demodulare il segnale, cioè prendere il segnale generato dall'oscillatore e quello presente sull'uscita delle due bobine **rivelatrici** ed applicarlo allo stadio **demodulatore sincrono** presente sempre all'interno di tale integrato (vedi piedini 4 e 6).

Questo demodulatore è un completo moltiplicatore analogico a 4 quadranti, che fa la somma vettoriale di due grandezze, cioè **ampiezza e fase**.

In pratica, se la sinusoide risulta in fase, sulla sua uscita (piedino 5) ci ritroveremo una **semionda positiva**, se risulta sfasata una **semionda negativa**.

Poiché quanto fin qui detto potrebbe anche risultare non del tutto comprensibile, cercheremo di spiegarvelo in termini più semplici con un esempio.

Se colleghiamo un ponte raddrizzatore al secondario di un trasformatore, sul terminale positivo otterremo le sole **semionde positive** e sul terminale negativo le sole **semionde negative** (vedi fig. 2).

Se questa tensione che supponiamo risulti di 12 volt, l'applichiamo ai capi di un potenziometro da **20.000 ohm** e sul suo cursore poniamo un voltmetro con lo **0 centrale** la cui estremità sia collegata ad un partitore composto da due resistenze da **10.000 ohm**, che cosa otterremo ?

Quando il cursore del potenziometro risulta posizionato esattamente al centro, sullo strumento leggeremo **0 volt**, perché 6 volt sono presenti sul cursore del potenziometro e 6 volt sul partitore resistivo.

Se ruoteremo il cursore del potenziometro verso l'alto, lo strumento indicherà una tensione positiva, se lo ruoteremo verso il basso una tensione negativa.

La stessa condizione si verifica spostando il nucleo ferroxcube all'interno delle quattro bobine.

Sull'uscita del demodulatore (piedino 5) ci ritroveremo delle semionde positive o semionde negative, che dovremo convertire in una **tensione continua**.

Applicando questa tensione pulsante sul piedino d'ingresso 2, tramite un filtro Passa-Basso costituito da R4-C5-R5-C6, sull'uscita dell'operazionale (piedino 1) ci ritroveremo una tensione perfettamente **continua**.

Il filtro Passa-Basso da noi inserito, ci permette di lasciar passare la sola gamma di frequenze subsoniche da **0 a 20 Hz**.

Perciò, qualsiasi frequenza superiore a 20 Hz, non riuscirà mai a passare attraverso tale filtro, quindi nemmeno il tanto temuto ronzio dei 50 Hz della rete elettrica.

A circuito bilanciato, cioè con il nucleo ferroxcube perfettamente centrato all'interno delle quattro bobine, sul piedino di uscita 1 ci ritroveremo una tensione continua di **6 volt**.

Se il nucleo ferroxcube si spostasse più verso destra, in uscita otterremo una tensione di **9 volt**, se invece si spostasse più verso sinistra, una tensione di **3 volt**.

Pertanto, in presenza di un'onda sismica il nucleo in ferrite, sollecitato da queste vibrazioni, muovendosi all'interno di queste quattro bobine anche di pochi millesimi di millimetro, determinerà in uscita una tensione che rispecchierà fedelmente la frequenza dell'onda sismica.

Più intense saranno queste vibrazioni sismiche, più ampie saranno le variazioni di tensione, perciò se applicheremo questa tensione ad una **stampante termica ultraveloce**, otterremo sulla carta un fedele **sismogramma**.

Spiegata la funzione svolta da questo integrato, possiamo ora proseguire con il nostro schema elettrico.

## SCHEMA ELETTRICO del SENSORE

In fig.3 possiamo vedere lo schema completo di questo **sensore di movimento**.

Per la descrizione partiremo dall'integrato IC2, cioè dall'NE.5521 che è il **cuore** di tutto il sistema.

Qui subito noteremo il condensatore C4 e la resistenza R1 applicati sui piedini dello stadio **oscillatore**, per farlo oscillare ad una frequenza di circa **16.000 Hz**.

Questa frequenza da noi prescelta è quella che, in rapporto alle caratteristiche delle quattro bobine, ci permette di raggiungere la massima sensibilità.

Le bobine **eccitatrici** sono quelle siglate L2/A-L2/B, mentre le **rivelatrici** sono quelle siglate L1/A-L1/B.

L'integrato IC1, un TL.081 che troviamo collegato con il **piedino non invertente** al piedino 12 di



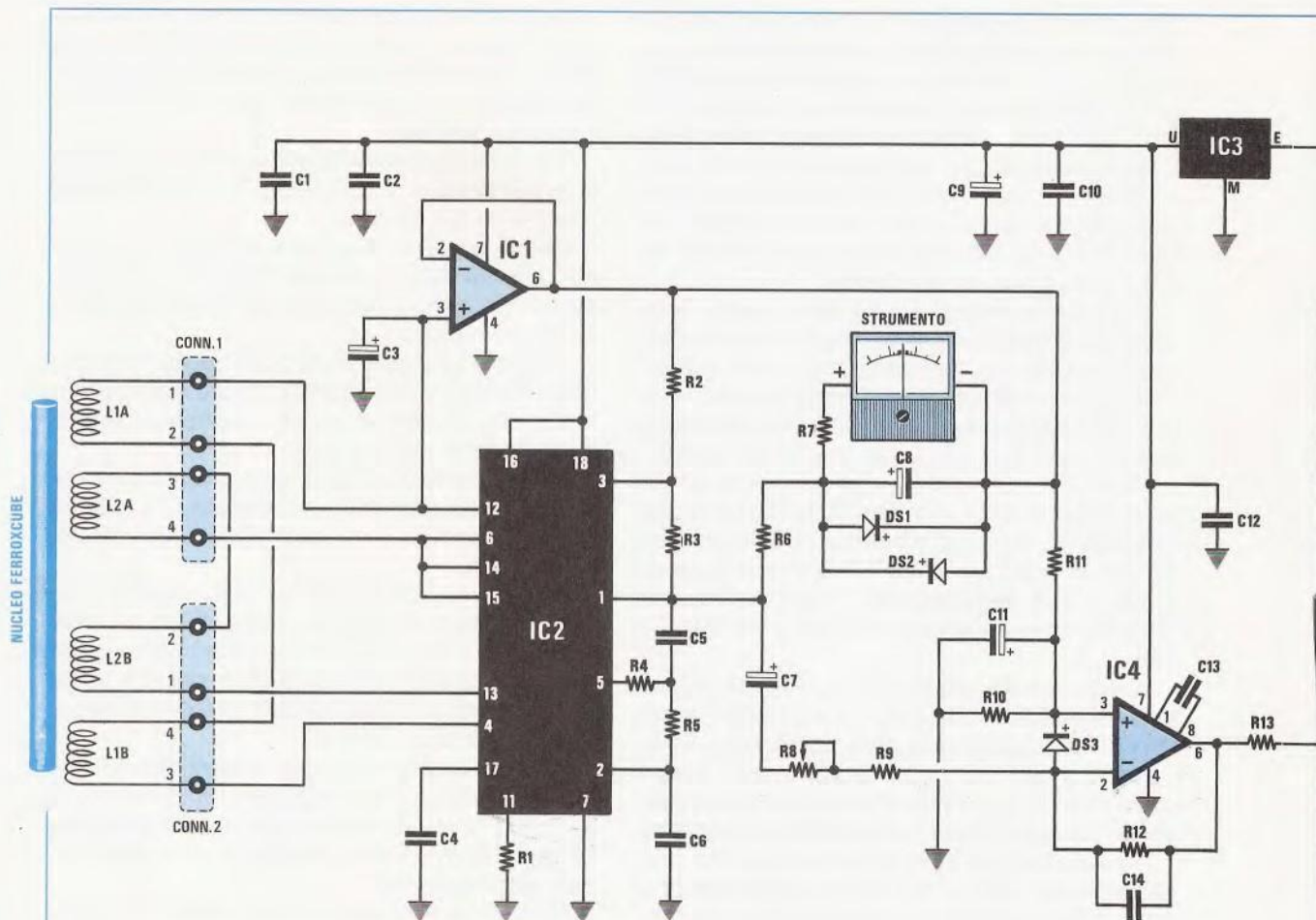
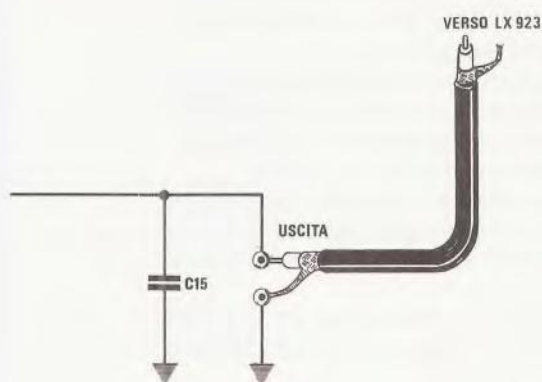
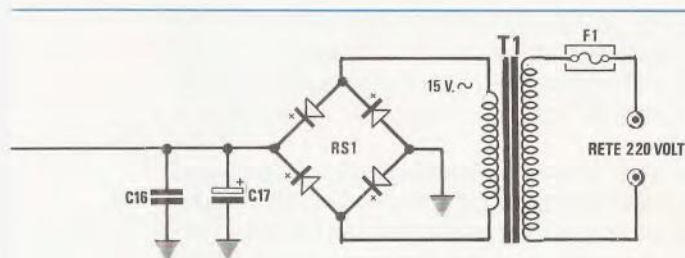


Fig.3 Schema elettrico completo del "sensore di movimento". Quando il nucleo ferroxcube risulta perfettamente centrato, sul piedino 1 di IC2 sarà presente una tensione di 6 volt, o comunque perfettamente identica a quella fornita in uscita dall'integrato IC1 (vedi piedino 6).

#### ELENCO COMPONENTI LX.922

R1 = 10.000 ohm 1/4 watt	C2 = 100.000 pF poliestere	C17 = 1.000 mF elettr. 25 volt
R2 = 2.200 ohm 1/4 watt	C3 = 4,7 mF elettr. 63 volt	DS1 = diodo 1N.4150
R3 = 5.600 ohm 1/4 watt	C4 = 4.700 pF poliestere	DS2 = diodo 1N.4150
R4 = 1.000 ohm 1/4 watt	C5 = 470.000 pF poliestere	DS3 = diodo 1N.4150
R5 = 5.600 ohm 1/4 watt	C6 = 1 mF poliestere	RS1 = ponte raddrizz. 100 volt 1 amper
R6 = 1.000 ohm 1/4 watt	C7 = 22 mF elettr. 25 volt	IC1 = TL.081
R7 = 82 ohm 1/4 watt	C8 = 100 mF elettr. 25 volt	IC2 = NE.5521N
R8 = 220.000 ohm pot. lin.	C9 = 100 mF elettr. 25 volt	IC3 = uA.7812
R9 = 47.000 ohm 1/4 watt	C10 = 100.000 pF poliestere	IC4 = CA.3130
R10 = 15.000 ohm 1/4 watt	C11 = 10 mF elettr. 25 volt	L1A-L2A = bobina avvolta mod. L922
R11 = 22.000 ohm 1/4 watt	C12 = 100.000 pF poliestere	L1B-L2B = bobina avvolta mod. L922
R12 = 10 megaohm 1/4 watt	C13 = 68 pF a disco	T1 = trasformatore prim. 220 volt
R13 = 1.000 ohm 1/4 watt	C14 = 4.700 pF poliestere	15 volt 0,5 amper (TN01.21)
C1 = 100.000 pF poliestere	C15 = 100.000 pF poliestere	F1 = fusibile 0,5 amper
	C16 = 100.000 pF poliestere	MA = strumento 200 microA. zero centrale



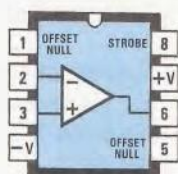


AMP OUT	1	10	V+
+IN	2	17	CT
-IN	3	16	VREF
LYDT IN	4	15	FEEDBACK
DEM OD OUT	5	14	OSC
SYN C	6	13	OSC
GND	7	12	VREF/2
N.C.	8	11	RT
N.C.	9	10	N.C.

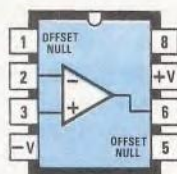
NE5521N



uA7812



CA3130



TL081

Fig.4 Connessioni viste da sopra degli integrati utilizzati nello schema di fig.3. Per l'interno dell'NE.5521 vedere la fig.1.

IC2, ci serve per ottenere una tensione di riferimento a **6 volt** a bassa impedenza d'uscita.

Alimentando con tale tensione i piedini 3 e 1 di IC2, otterremo questa condizione:

- con **nucleo ferroxcube bilanciato** una tensione di **6 volt** sul piedino di uscita 1;
- con **nucleo ferroxcube a destra** una tensione di **9 volt** circa sul piedino di uscita 1;
- con **nucleo ferroxcube a sinistra** una tensione di **3 volt** circa sul piedino di uscita 1.

Risultando lo strumentino con lo **0 centrale**, posto con un terminale sul piedino di uscita 1 e con l'altro terminale sulla tensione di riferimento di 6 volt, vedremo:

- **la lancetta rimanere al centro scala**, quando il nucleo ferroxcube risulta perfettamente centrato entro le quattro bobine;
- **la lancetta deviare verso destra**, quando il nucleo ferroxcube si sposta verso destra;
- **la lancetta deviare verso sinistra**, quando il nucleo ferroxcube si sposta verso sinistra.

Questo strumentino ci servirà soltanto per livellare perfettamente il nostro sismografo, cioè per portare il nucleo ferroxcube esattamente al **centro** delle quattro bobine.

L'ultimo integrato presente in tale circuito, cioè IC4, è un CA.3130 che utilizziamo come amplificatore adattatore del livello della tensione d'uscita.

Come potete vedere, il piedino **non invertente 3** viene alimentato con una tensione positiva di **2,5 volt**, che preleveremo dal partitore resistivo R10 R11.

Il piedino **invertente 2** risulta invece collegato tramite la resistenza R9, il potenziometro R8 ed il condensatore elettrolitico C7, al piedino d'uscita 1 dell'integrato IC2.

Pertanto se il nucleo ferroxcube risulta **immobile**, sul piedino di uscita 6 di IC4 ci ritroveremo una tensione di **2,5 volt**.

Se il nucleo si dovesse muovere anche di pochi **millesimi di millimetro**, la tensione in uscita oscillerà intorno i valori di **2,6-2,4 volt**.

Se dovesse muoversi di qualche **centesimo di millimetro**, la tensione in uscita oscillerà intorno i valori di **4,1-0,9 volt**.

Per alimentare questo  **sensore di movimento** è necessaria una tensione stabilizzata di 12 volt, che preleveremo dall'integrato stabilizzatore **uA.7812** siglato IC3.



## STADIO CONTROLLO STAMPA

Se all'uscita del nostro  **sensore di movimento**  non venisse applicata una stampante, non sarebbe possibile vedere quello che a noi interessa, cioè il tracciato delle vibrazioni sismiche chiamato  **sismogramma** .

Anche se nel sismografo è presente uno strumento, difficilmente l'occhio umano riuscirebbe a notare il microscopico movimento della lancetta e se anche risultasse possibile, nessuno potrebbe rimanere giorno e notte a fissare questa lancetta.

Nel progettare questo stadio abbiamo cercato di perfezionarlo al massimo, in modo da ottenere uno strumento  **professionale** .

Prima di presentarvi lo schema elettrico possiamo dirvi che in questo stadio è presente un orologio, completo di datario, che indica non solo l'ora ed i minuti, ma anche il giorno, il mese e l'anno.

L'integrato che svolge tale funzione, contiene all'interno del suo chip una pila al LITIO che lo alimenta per  **11 e più anni** .

Una volta messo a punto l'orologio, anche se verrà a mancare la tensione di rete per giorni e settimane, tornerà sempre ad indicarvi l'ora esatta.

Oltre a questa novità, abbiamo inserito due comutatori digitali che permettono di ottenere queste funzioni supplementari:

- 1° Stampa continua
- 2° Stampa con memoria
- 3° Controllo intensità di stampa
- 4° Controllo velocità di stampa
- 5° Controllo soglia comando stampante
- 6° Messa a punto orologio
- 7° Controllo errore orologio

Per quanto riguarda le prime due funzioni  **stampa continua**  e  **stampa con memoria** , sarà utile spiegarvi perchè le abbiamo inserite.

Inizialmente come in tutti i sismografi, avevamo scelto la sola funzione di  **stampa continua** , cioè una volta installato il sismografo, la carta passava in continuità attraverso la stampante, anche se per giorni e settimane su questa lunga lasagna non si vedeva nessun sismogramma.

Così facendo ci siamo accorti che si consumava  **un rotolo**  di carta al giorno e poichè questa è abbastanza costosa, sprecare del denaro per non vedere  **niente**  non lo abbiamo ritenuto vantaggioso.

Abbiamo così pensato che la soluzione più interessante ed anche la più economica, sarebbe stata quella di  **mettere in moto la stampante**  solo quando il sismografo rivelasse la presenza di onde sismiche.

Nel realizzare uno  **start**  elettronico non abbiamo incontrato alcuna difficoltà, se non che, risolto questo problema, se ne è presentato un secondo assai più complesso.

Cioè la stampante partiva regolarmente, ma nel  **sismogramma**  apparivano le sole  **onde L** , perchè le  **onde P**  e le  **onde S** , giungendo sempre con minor intensità, non riuscivano mai ad eccitare lo  **start** .

Per evitare questo inconveniente abbiamo pensato di  **memorizzare**  a getto continuo tutti i segnali captati, completandoli sempre con il giorno, l'ora e i minuti di arrivo, infine, abbiamo gestito un programma, in modo che la stampante prelevasse direttamente questi dati dalla memoria.

In pratica,  **secondo per secondo** , i dati entreranno nella memoria ponendosi in coda a quelli già memorizzati e per ogni dato ultimo che entrerà, verrà scartato un dato di testa.

Per farvi capire la funzione svolta da tale memoria potremo farvi un esempio.

Ammettiamo di avere a disposizione un lunghissimo e stretto corridoio in grado di contenere 600 persone e di invitarle a prendere un cartellino con sopra marcati  **giorno-ora-minuti** .

Se ogni  **secondo**  entrerà una persona, dopo  **600 secondi**  il corridoio risulterà completamente pieno.

Se altre persone volessero entrarvi, automaticamente le prime entrate dovrebbero uscire.

Così se in coda volessero accedere al corridoio le persone con il cartellino marcato 601-602-603-604, automaticamente in testa dovranno fuoriuscire quelle numerate 1-2-3-4.

Perciò nel corridoio ci ritroveremo sempre 600 persone, anche se le nuove entrate escluderanno automaticamente le prime.

Valutando il numero delle persone in funzione del  **tempo** , potremo dire che abbiamo in tale corridoio il movimento relativo a  **600 secondi** , vale a dire a  **10 minuti** .

In presenza di un'  **onda sismica** , la stampante si metterà subito in moto e, così facendo, sulla carta ci ritroveremo tutti i segnali memorizzati nei  **10 minuti**  prima che la stampante si mettesse in moto, cioè ancora prima che si verificasse l'evento sismico.

Quando il sisma si sarà placato, la stampante automaticamente si fermerà e attenderà che il sismografo nuovamente riveli l'arrivo di altre onde sismiche.

Con l'uso di tale  **memoria**  non perderemo sul sismogramma nessun dato utile, cioè vedremo le  **onde P** , seguite dalle  **onde S**  e dalle  **onde L**  e nello stesso tempo risparmieremo della carta.

Infatti, se con la stampa continua si sarebbe consumato  **un rotolo**  di carta al giorno per non registrare  **niente** , grazie alla stampa con memoria, un rotolo durerà dei mesi e su quel mezzo metro o poco più che verrà stampato ci troveremo sempre delle tracce di  **onde sismiche** .

**NOTA:**  Il Tempo di memoria in rapporto alla velo-



cià di scorrimento prescelta sulla stampante è il seguente:

15 minuti per la velocità 0

7,5 minuti per la velocità 1

3,5 minuti per la velocità 2

La terza funzione, cioè l'**intensità di stampa**, ci permette di dosare il contrasto della scrittura.

La quarta funzione ci consente di scegliere tre diverse **velocità di scorrimento** della carta.

0 = velocità 30 cm. per ora

1 = velocità 60 cm. per ora

2 = velocità 120 cm. per ora

La velocità che consigliamo di utilizzare normalmente è quella dei **30 cm. per ora**, perchè già con essa si ottengono dei sismogrammi perfetti, consumando **meno carta**.

Le altre due velocità supplementari possono servire solo per uno studio approfondito dei **microsismi**, perchè sulla carta le varie sinusoidi appariranno più spaziate.

La quinta funzione relativa alla **soglia di comando** ci servirà invece per eccitare lo **start** della stampante, in funzione dell'ampiezza dell'onda sismica rivelata.

Qui abbiamo 5 diversi valori di soglia:

1 = ampiezza segnale 2 mm

2 = ampiezza segnale 4 mm

3 = ampiezza segnale 6 mm

4 = ampiezza segnale 8 mm

5 = ampiezza segnale 10 mm

**NOTA:** Esistono altre soglie superiori che non servono ad un dilettante. Ricordatevi che a 0 si ottiene una soglia di circa 20 mm.

In condizioni normali consigliamo di scegliere una **soglia di 4-6 mm.**, in quanto con essa avremo la possibilità di registrare qualsiasi terremoto, eliminando i **microsismi locali**.

A chi interesserà controllare anche i **microsismi**, potrà scegliere la **soglia di 2 mm**.

Ovviamente il valore della soglia risulterà influenzato anche dalla posizione in cui avremo posto i due **potenziometri della sensibilità** (uno è sullo stadio del sensore di movimento ed uno sullo stadio controllo stampa).

Quanto detto poc' anzi vale se ruoteremo questi due potenziometri a **metà corsa**.

Poichè vi sono periodi in cui questi microsismi risultano molto frequenti (durano anche 3-4 giorni continuativi), se non vi interessa studiarli, agendo sul **livello di soglia** potrete evitare che vengano stampati.

Dopo pochi giorni che avrete installato il sismografo, saprete subito determinare quale **sensibilità e soglia** utilizzare.

Se non avessimo previsto in tale sismografo la **memoria** per immagazzinare i precedenti **15 minuti**, prima dello **start stampante**, non avremmo potuto nemmeno inserire questa **funzione di soglia**.

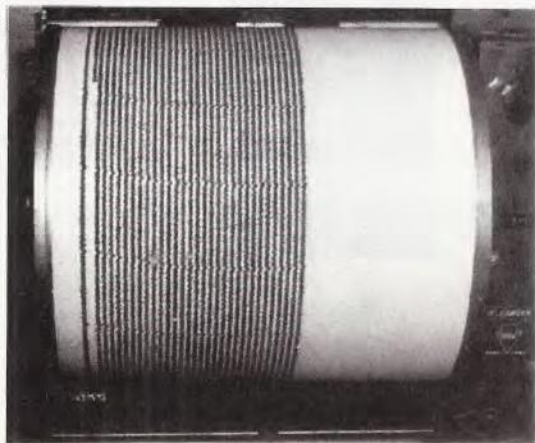
Grazie alla memoria, quando l'ampiezza dell'onda sismica supererà il valore da noi prescelto, sulla carta verranno stampati tutti i dati memorizzati **15 minuti** prima della sua messa in moto, quindi avremo un **sismogramma** completo con tutti i dati necessari.

**NOTA:** Come già spiegato in precedenza, il numero dei minuti memorizzati dipende dalla velocità scelta per la stampante.

Detto questo possiamo proseguire con il nostro stadio di **controllo stampa**, del quale in fig.6 abbiamo riprodotto lo schema elettrico completo.

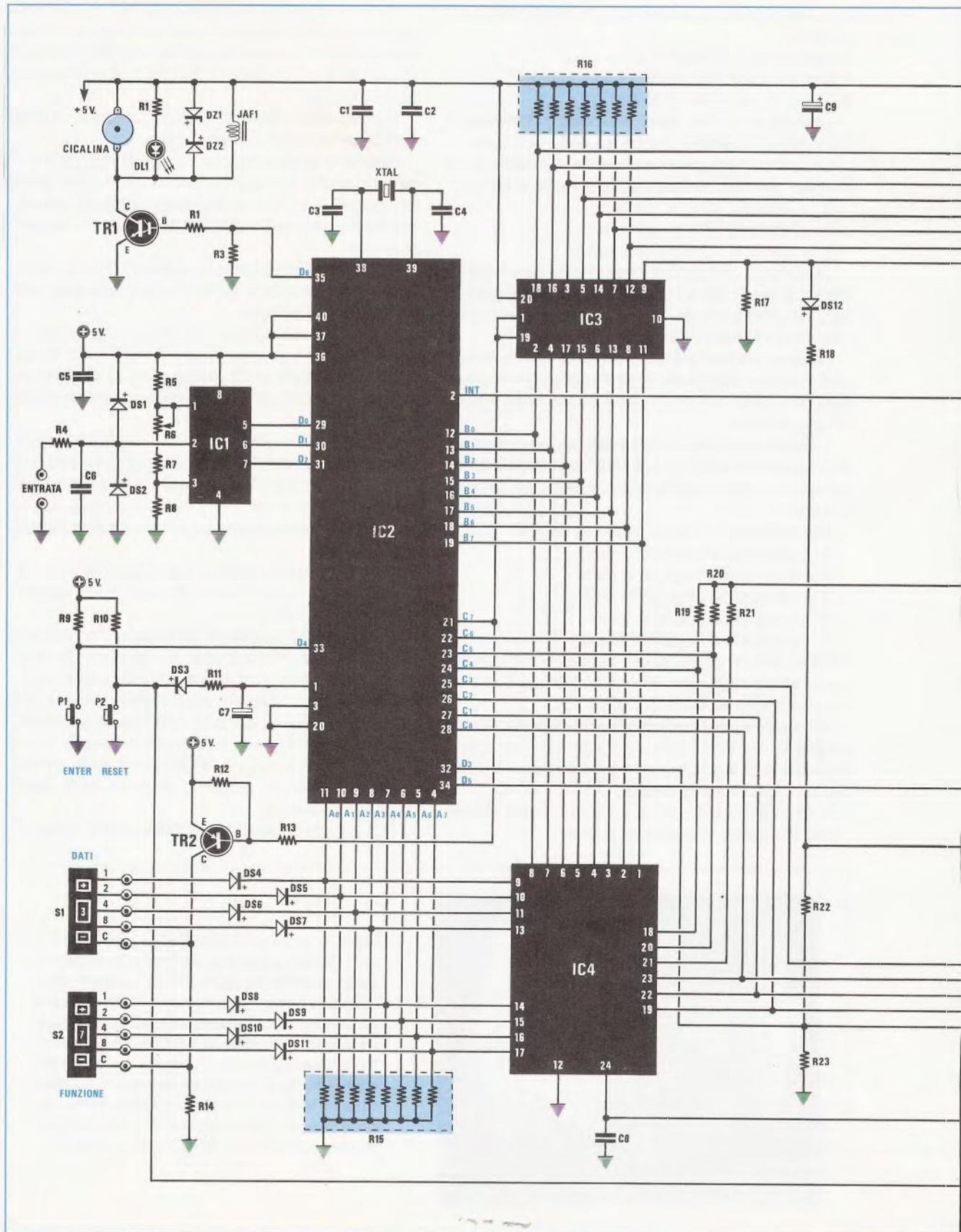
Nelle due boccole **entrata** di sinistra entrerà il segnale prelevato dallo stadio **sensore di movimento**, che avremo preventivamente collocato in una cantina, in un garage o in un'altra stanza a piano terra e comunque alquanto distante dallo stadio **controllo stampa**.

Per collegare questi due stadi si potrà usare una



**Fig.5** In tutti i sismografi si usa un "pennino" che appoggia su un foglio di carta avvolta attorno un tamburo di un certo diametro in perenne rotazione. Oltre al costo proibitivo di tali stampanti, abbiamo pure notato che quando si verifica un terremoto, il sismogramma da esse prodotto sormonta le righe adiacenti rendendo difficoltosa la lettura. Nel nostro sismografo appare la sola traccia del sisma completa della data, dell'ora e dei minuti (vedi fig.7).







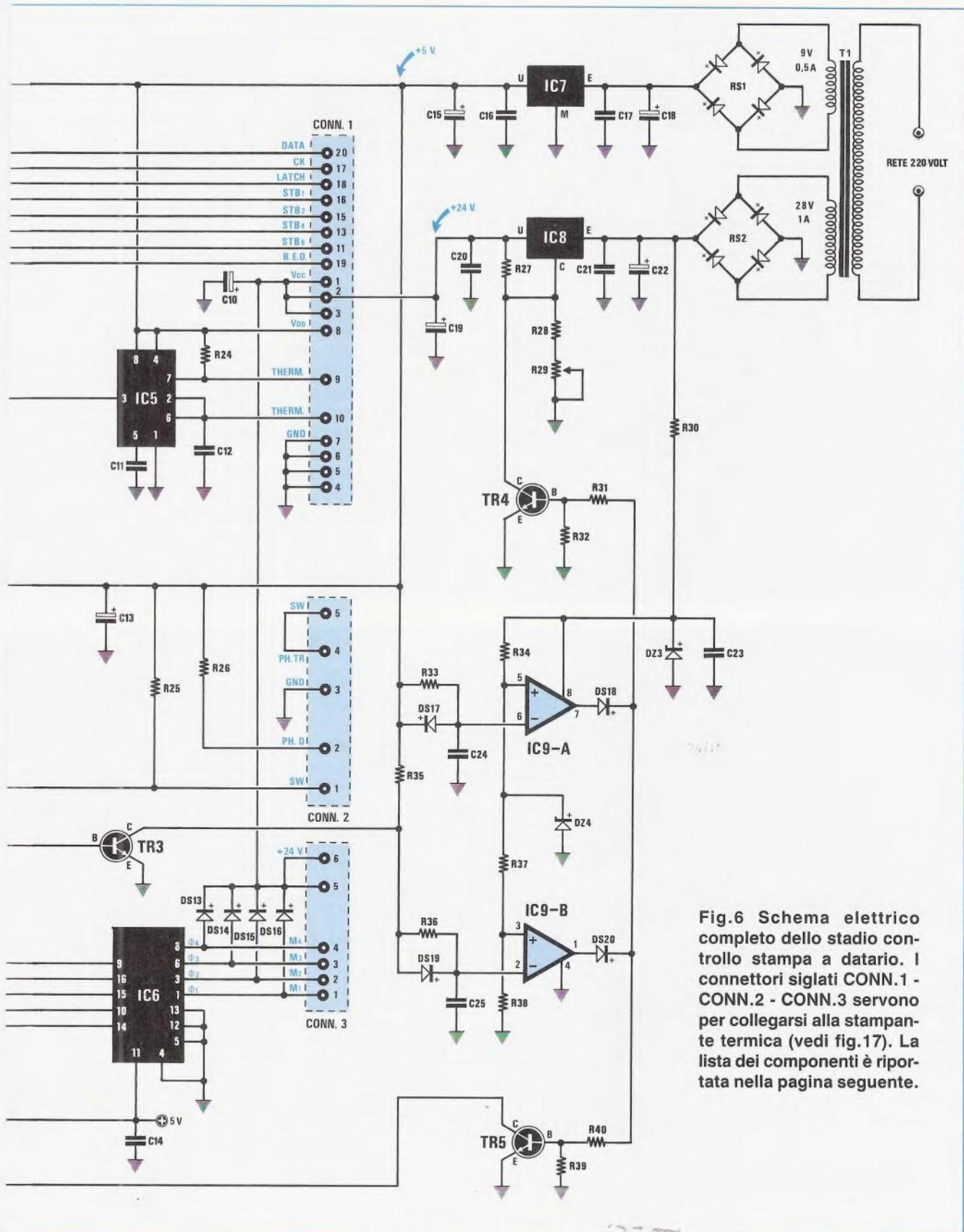


Fig.6 Schema elettrico completo dello stadio controllo stampa a datario. I connettori siglati CONN.1 - CONN.2 - CONN.3 servono per collegarsi alla stampante termica (vedi fig.17). La lista dei componenti è riportata nella pagina seguente.



## ELENCO COMPONENTI LX.923

R1 = 330 ohm 1/4 watt  
R2 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R3 = 3.300 ohm 1/4 watt  
R4 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R5 = 1.000 ohm 1/4 watt  
R6 = 10.000 ohm pot. lin.  
R7 = 2.200 ohm 1/4 watt  
R8 = 680 ohm 1/4 watt  
R9 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R10 = 1.000 ohm 1/4 watt  
R11 = 100 ohm 1/4 watt  
R12 = 4.700 ohm 1/4 watt  
R13 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R14 = 3.300 ohm 1/4 watt  
R15 = 3.300 ohm rete resistiva  
R16 = 10.000 ohm rete resistiva  
R17 = 1.000 ohm 1/4 watt  
R18 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R19 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R20 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R21 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R22 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R23 = 3.300 ohm 1/4 watt  
R24 = 1.000 ohm 1/4 watt

R25 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R26 = 330 ohm 1/4 watt  
R27 = 220 ohm 1/4 watt  
R28 = 3.300 ohm 1/4 watt  
R29 = 2.200 ohm trimmer  
R30 = 470 ohm 1/2 watt  
R31 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R32 = 4.700 ohm 1/4 watt  
R33 = 470.000 ohm 1/4 watt  
R34 = 4.700 ohm 1/4 watt  
R35 = 1.000 ohm 1/4 watt  
R36 = 470.000 ohm 1/4 watt  
R37 = 100.000 ohm 1/4 watt  
R38 = 47.000 ohm 1/4 watt  
R39 = 10.000 ohm 1/4 watt  
R40 = 22.000 ohm 1/4 watt  
C1 = 100.000 pF poliestere  
C2 = 100.000 pF poliestere  
C3 = 22 pF a disco  
C4 = 22 pF a disco  
C5 = 100.000 pF poliestere  
C6 = 100.000 pF poliestere  
C7 = 10 mF elettr. 50 volt  
C8 = 100.000 pF poliestere  
C9 = 10 mF elettr. 50 volt

05-1989

NUOVA ELETTRONICA

MAR 23-05-1989

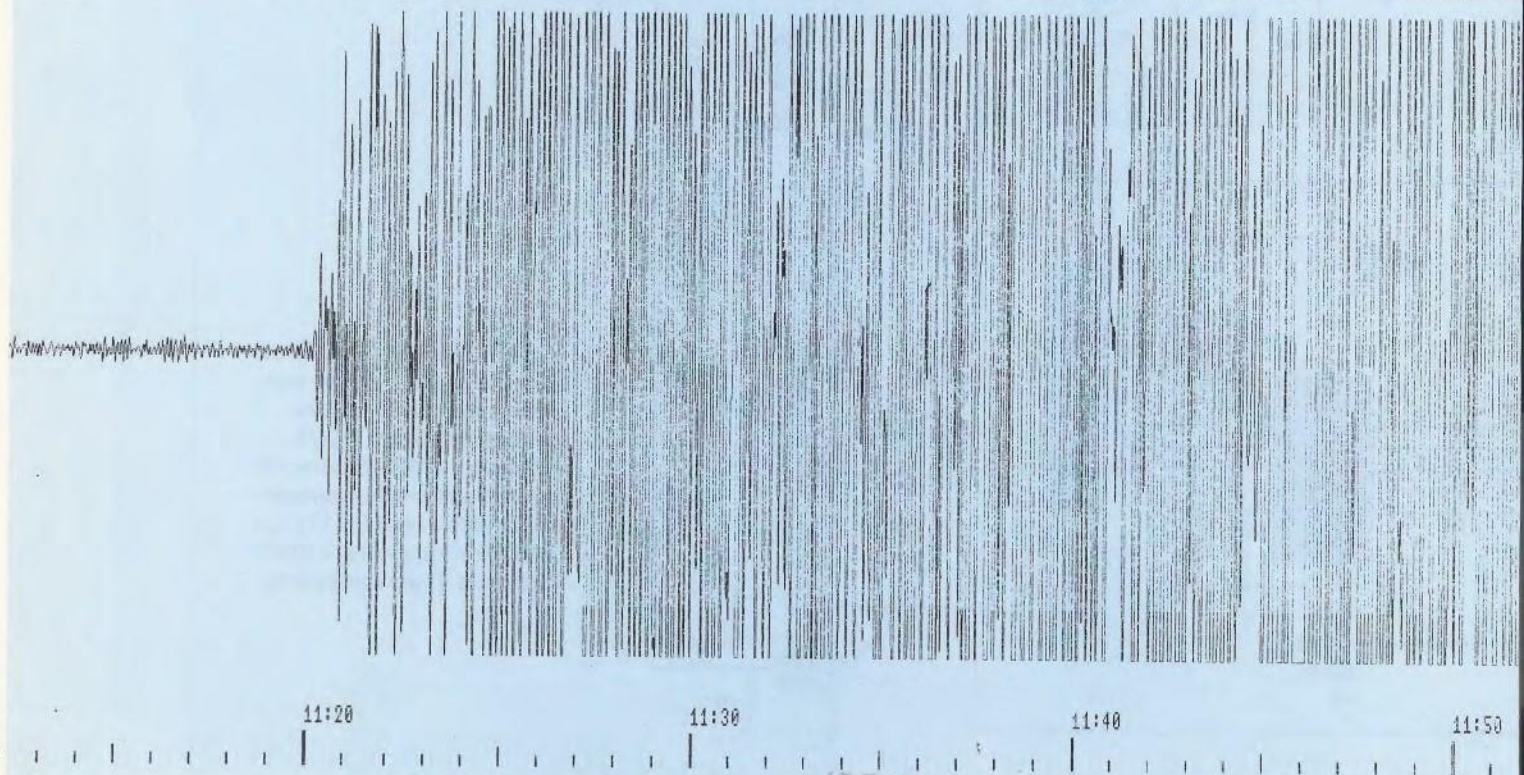
NUOVA ELETTRONICA

MAR 23-05-1989

NUOVA ELETTRONICA

MAR 23-05-1989

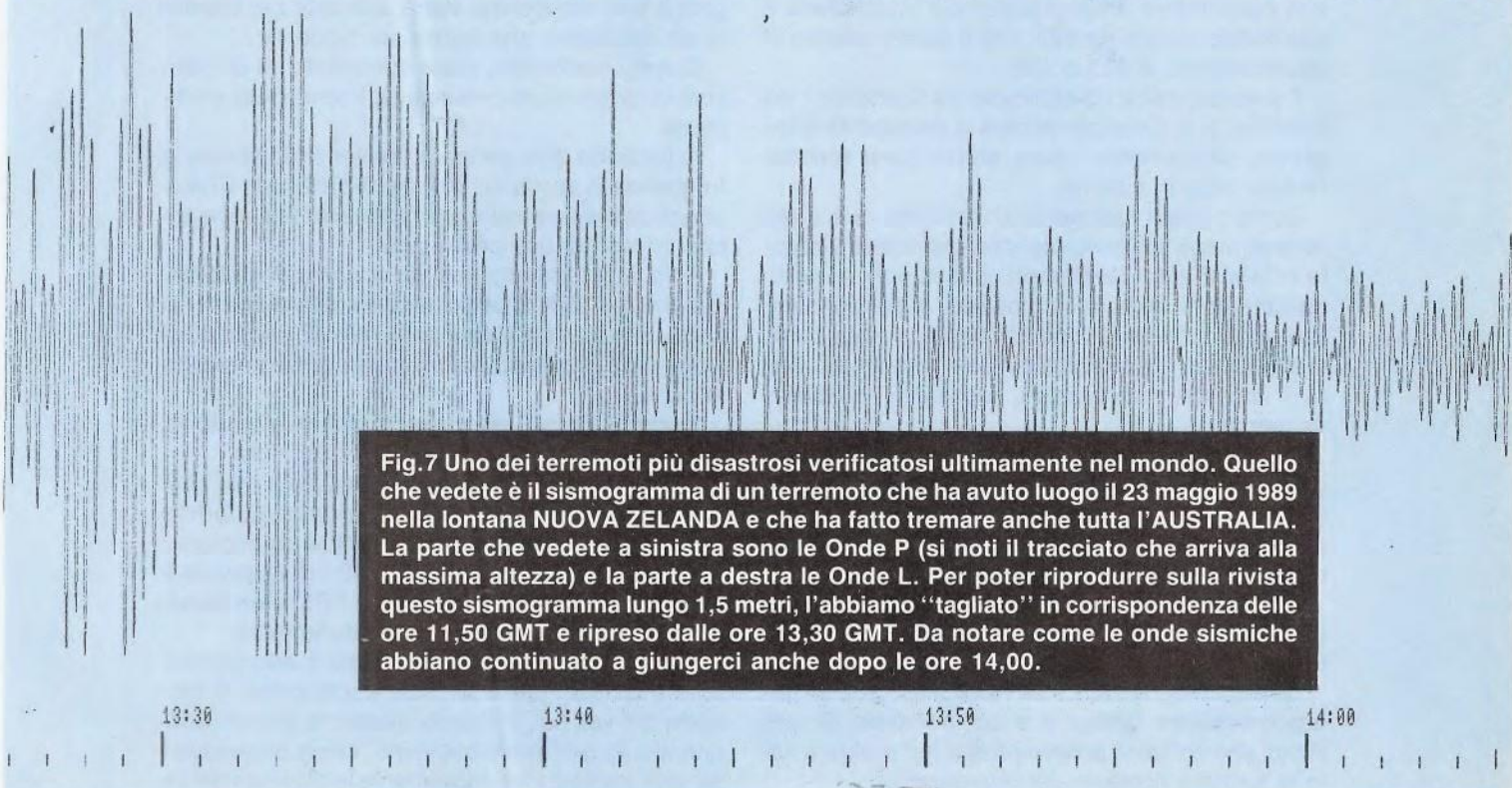
NUOVA ELETTRONICA





C10 = 220 mF elettr. 35 volt  
 C11 = 10.000 pF poliestere  
 C12 = 3.900 pF poliestere  
 C13 = 10 mF elettr. 50 volt  
 C14 = 100.000 pF poliestere  
 C15 = 47 mF elettr. 25 volt  
 C16 = 100.000 pF poliestere  
 C17 = 100.000 pF poliestere  
 C18 = 1.000 mF elettr. 25 volt  
 C19 = 1.000 mF elettr. 35 volt  
 C20 = 100.000 pF poliestere  
 C21 = 100.000 pF poliestere  
 C22 = 2.200 mF elettr. 50 volt  
 C23 = 100.000 pF poliestere  
 C24 = 470.000 pF poliestere  
 C25 = 100.000 pF poliestere  
 JAF1 = impedenza 10 millihenry  
 DS1-DS12 = diodi 1N.4150  
 DS13-DS16 = diodi 1N.4007  
 DS17-DS20 = diodi 1N.4150  
 DZ1 = zener 12 volt 1/2 watt  
 DZ2 = zener 12 volt 1/2 watt  
 DZ3 = zener 27 volt 1/2 watt  
 DZ4 = zener 4,7 volt 1/2 watt  
 DL1 = diodo led

TR1 = NPN tipo BC.517 darlington  
 TR2 = PNP tipo BC.328  
 TR3 = NPN tipo BC.237  
 TR4 = NPN tipo BC.237  
 TR5 = NPN tipo BC.237  
 IC1 = TLC.549  
 IC2 = EP.923  
 IC3 = SN.74HC244  
 IC4 = MK.48T02-25  
 IC5 = ICM.7555  
 IC6 = L.6222  
 IC7 = uA.7805  
 IC8 = LM.317  
 IC9 = LM.358  
 XTAL = quarzo 4 megahertz  
 P1 = pulsante  
 P2 = pulsante  
 S1 = commutatore binario  
 S2 = commutatore binario  
 RS1 = ponte raddrizz. 200 volt 1 Amper  
 RS2 = ponte raddrizz. 200 volt 5-6 Amper  
 T1 = trasformatore (N. TN03.59) prim. 220 volt  
 sec. (9 volt 0,5 amper)(28 volt 1 amper)  
 CICALINA = cicalina piezo



**Fig.7** Uno dei terremoti più disastrosi verificatosi ultimamente nel mondo. Quello che vedete è il sismogramma di un terremoto che ha avuto luogo il 23 maggio 1989 nella lontana NUOVA ZELANDA e che ha fatto tremare anche tutta l'AUSTRALIA. La parte che vedete a sinistra sono le Onde P (si noti il tracciato che arriva alla massima altezza) e la parte a destra le Onde L. Per poter riprodurre sulla rivista questo sismogramma lungo 1,5 metri, l'abbiamo "tagliato" in corrispondenza delle ore 11,50 GMT e ripreso dalle ore 13,30 GMT. Da notare come le onde sismiche abbiano continuato a giungerci anche dopo le ore 14,00.



piattina bifilare per impianto elettrico, o ancor meglio un cavo coassiale tipo RG.174 o del cavetto schermato perchè, così facendo, sapremo che il filo di **massa** sarà da entrambi i lati la calza metallica che ricopre il cavo.

Non dimenticate che in tale cavo è presente una tensione di **2,5 volt**, quindi evitate di cortocircuitare la calza metallica con il filo centrale di tale cavetto.

Questa tensione, come potrete vedere nello schema elettrico, tramite la resistenza R4 entrerà nel piedino 2 dell'integrato IC1.

Questo integrato è un TLC.549, cioè un **convertitore analogico/digitale a 8 bit** con uscita seriale.

In pratica IC1 serve per convertire un valore di tensione compreso tra **0 volt** e **5 volt** in un codice binario ad 8 bit che può rappresentare 256 livelli di tensione da **0 a 255 livelli**.

Poichè entriamo con una tensione di **2,5 volt**, in uscita avremo un codice binario corrispondente al **127° livello**, che si porterà verso il livello **0** se la tensione scenderà a zero volt, o salirà verso il **255° livello** se la tensione raggiungerà i 5 volt.

In pratica, per una variazione di tensione di soli **0,0195 volt** circa, vale a dire di **19,5 millivolt**, aumenteremo o ridurremo di **1 bit** il nostro codice.

Perciò, se il nucleo in ferroxcube si muoverà all'interno delle quattro bobine di pochi **millesimi di millimetro**, sull'uscita del **sensore** otterremo una variazione di circa **0,1 volt** e ciò significa che il nostro convertitore analogico/digitale modificherà il suo codice binario da **128**, che è quello relativo al bilanciamento, a **123** o **133**.

Il potenziometro R6 collegato tra il piedino 1 ed il piedino 3, ci serve per variare la **sensibilità d'ingresso** direttamente a casa, senza dover scendere ogni volta in cantina.

Come potrete facilmente constatare, due o più volte al mese verranno registrati per intere giornate **sciami di microterremoti** causati o da un lento movimento di zolle nel sottosuolo, o da repentine variazioni della pressione atmosferica nella zona, dall'influenza della Luna e del Sole rispetto alla Terra e, in prossimità del mare, anche dall'alta e bassa marea.

In presenza di questi fenomeni che ci farebbero consumare metri di carta, potremo ridurre la sensibilità, agendo sul potenziometro posto sullo stadio stampante, senza dover modificare ogni volta il **livello di soglia** sulla stampante.

Il codice binario presente sulle uscite (vedi piedini 5-6-7) entrerà così nei piedini 29-30-31 dell'integrato IC2.

Questo integrato IC2 è un HD.63705, cioè un **microcontrollore C/Mos** a 8 bit, completo di una Prom, che abbiamo **programmato** per svolgere tutte le funzioni richieste dal sismografo.

In pratica questo microcontrollore esegue una infinità di operazioni, fra le quali porre in memoria tutti i dati che riceve, ed inserire la data.

Controlla inoltre il livello di soglia e se questo supera quello da noi prefissato, mette in moto la stampante, prelevando i dati memorizzati 15 minuti prima e inviandoli alla stampante.

Quando la memoria si è "svuotata", provvede automaticamente a passarli sulla stampante, quindi controlla continuamente se il livello del segnale scende sotto quello di soglia da noi prefissato e, se risulta minore, **non blocca** come si potrebbe supporre la stampante, ma prosegue fino a quando non avrà stampato sulla carta la **data del giorno**.

Una volta stampata la data, blocca la stampante e automaticamente provvede a convogliare in memoria tutti i segnali che via via riceverà.

I due pulsanti P1 e P2 collegati ai piedini 33 - 1, ci servono per ottenere la funzione di ENTER e di RESET.

Lo stesso microprocessore piloterà anche l'avanzamento del motorino passo a passo della stampante e ne controllerà la velocità.

L'integrato IC3 un 74HC244 collegato alle uscite del microcontrollore, è un Buffer a 8 bit che serve per pilotare la nostra stampante.

Infatti, come potrete notare, le sue otto uscite risultano collegate al connettore CONN.1 visibile sul lato destro dello schema elettrico.

L'integrato IC5, un normalissimo NE.555, collegato a tale connettore, viene utilizzato per ottenere un oscillatore che lavora sui 5.000 Hz.

Questo oscillatore, viene controllato da un sensore di temperatura presente all'interno della stampante.

In funzione della temperatura verrà modificata la frequenza in uscita dal piedino 3 di IC5 con il risultato di mantenere inalterata l'intensità di stampa anche in caso di uso prolungato.

Poichè ci troviamo sul lato connettori, precisiamo che il CONN.2 serve per controllare che la **levetta** presente sulla stampante non si trovi in posizione **OFF**, cioè non posizionata per far avanzare la carta.

Il terzo CONN.3 serve per mandare ai motorini passo-passo gli impulsi per l'avanzamento.

L'integrato IC6, un L.6222 collegato a tale connettore, è un Driver di potenza in grado di fornire la corrente necessaria per le bobine del motore.

Lo stadio presente sul lato destro di questi connettori, cioè TR4 - IC9/A - IC9/B - TR5, è un circuito di **protezione** per la stampante termica.

Accendendo il sismografo questo stadio provvederà a far giungere sulla stampante prima la tensione di 5 volt poi, in ritardo, quella dei 24 volt. Spegnendo il sismografo svolgerà l'operazione inversa, cioè toglierà immediatamente la tensione dei 24



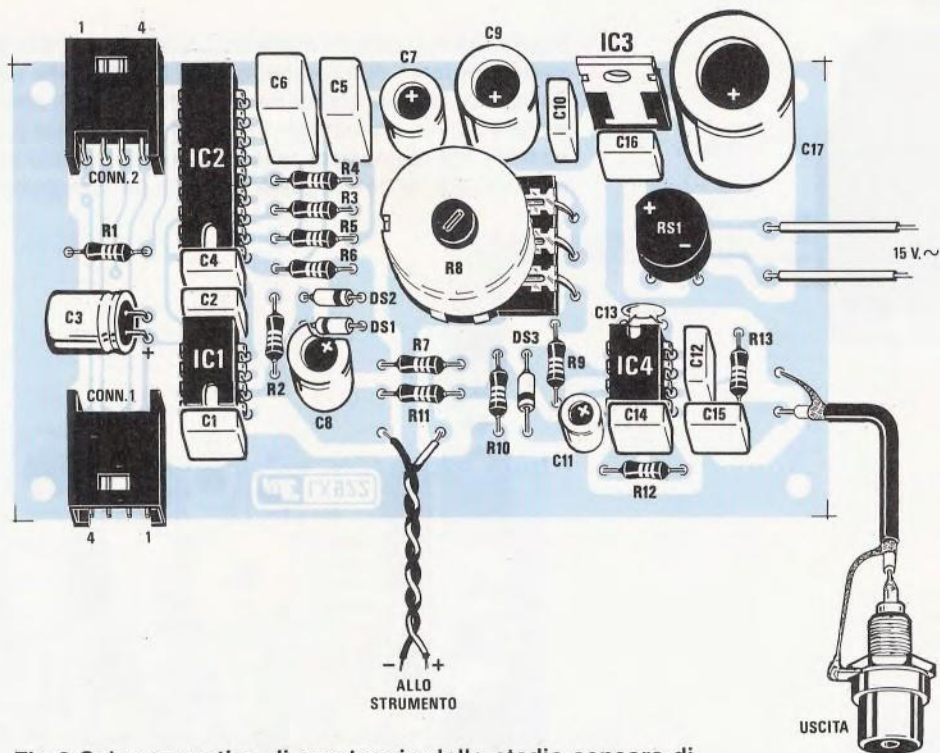


Fig.8 Schema pratico di montaggio dello stadio sensore di movimento siglato LX.922. Lo schema elettrico di tale stadio è riprodotto in fig.3.

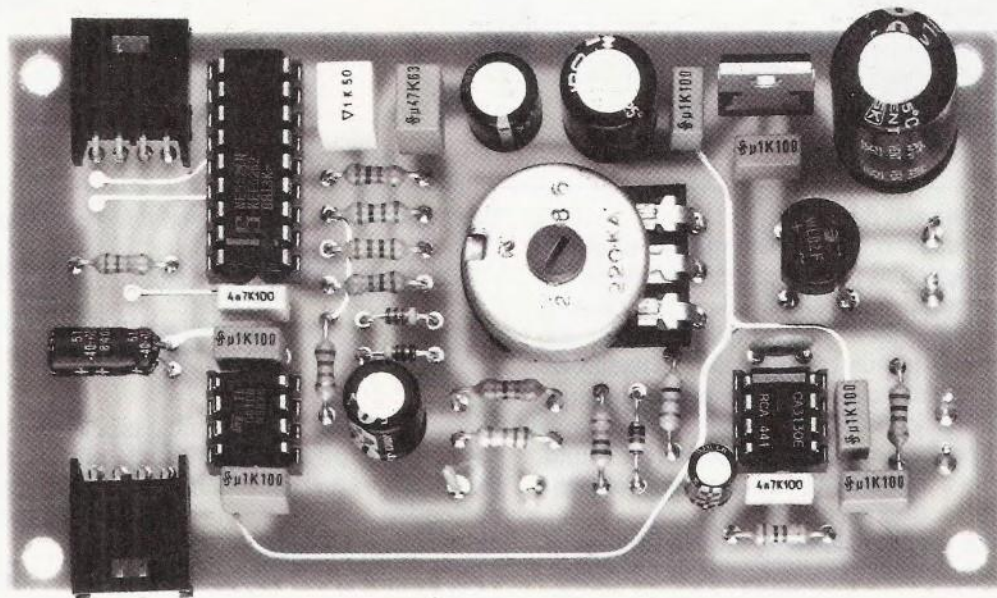


Fig.9 Foto dello stadio sensore leggermente ingrandito. La realizzazione pratica di questo progetto non presenta alcuna difficoltà. Se eseguirete delle saldature corrette, il circuito funzionerà subito ed in modo perfetto.



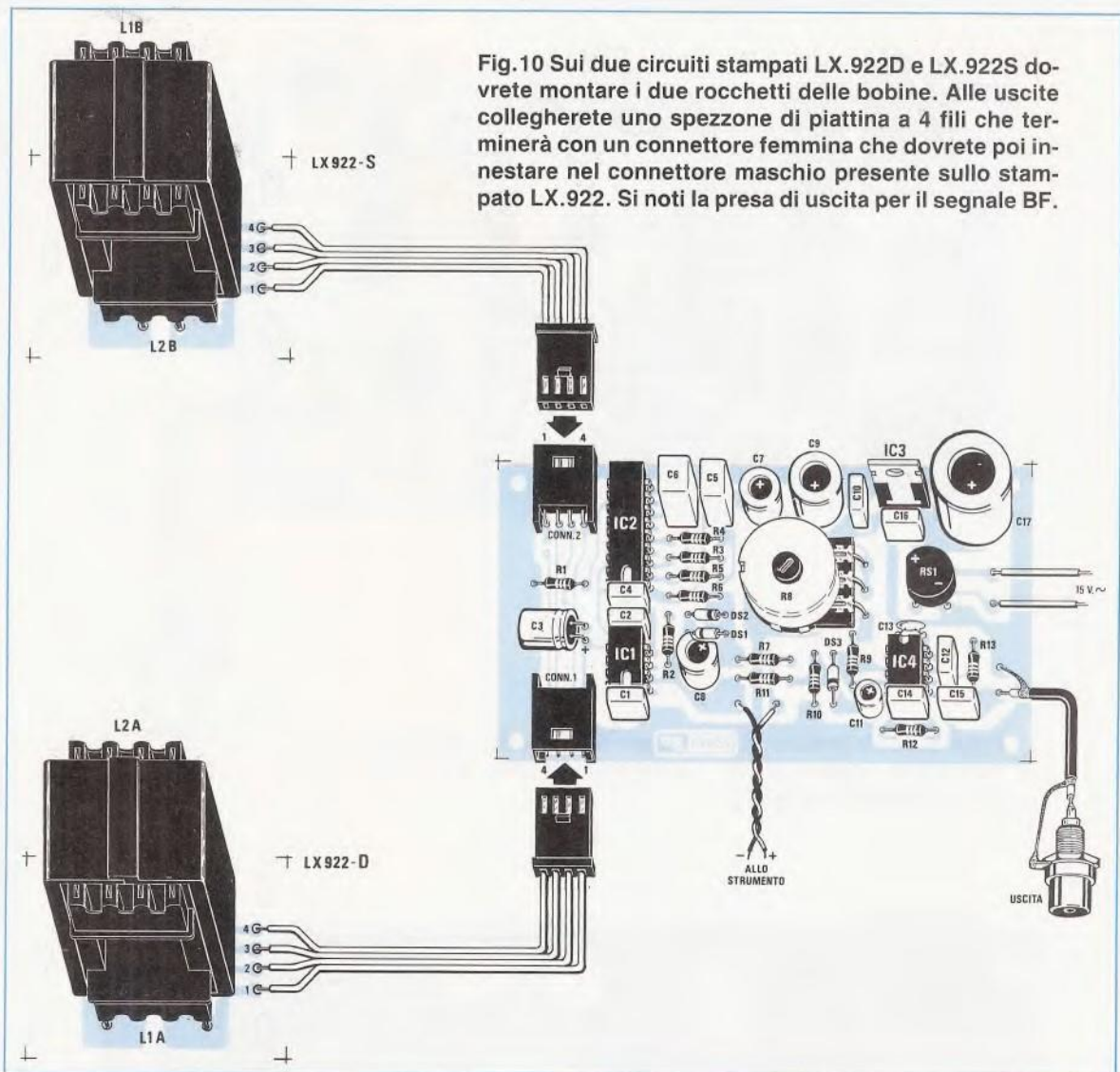


Fig.10 Sui due circuiti stampati LX.922D e LX.922S dovrete montare i due rocchetti delle bobine. Alle uscite collegherete uno spezzone di piattina a 4 fili che terminerà con un connettore femmina che dovrete poi innestare nel connettore maschio presente sullo stampato LX.922. Si noti la presa di uscita per il segnale BF.

volt, poi quella dei 5 volt.

Se non avessimo predisposto questo stadio, la stampante potrebbe facilmente danneggiarsi.

Lo stesso stadio controlla anche la durata degli impulsi di pilotaggio e di quelli di stampa, se uno dei due impulsi per un qualsiasi motivo risulta superiore al limite massimo richiesto, **toglie** immediatamente la tensione dei 24 volt per evitare che la stampante possa danneggiarsi, poi provvede automaticamente a resettare il microcontrollore affinché dopo pochi secondi possa ripartire.

Se l'errore si ripete più volte, **blocca** il funzionamento della stampante togliendo i 24 volt di alimentazione.

Per completare la descrizione dobbiamo soltanto spiegare la funzione svolta da IC4 e dai due **commutatori binari** siglati S1 e S2, posti sul lato sinistro dello schema elettrico.

L'integrato IC4 è un **MK.48T02** costruito dalla

SGS Thomson, al cui interno sono contenuti:

- 1 memoria C/Mos da 2K per 8 bit (2048 parole da 8 bit) a "zero power";
- 1 orologio quarzato completo di datario;
- 1 pila al "litio" con una carica sufficiente per circa 11 anni.

A questo proposito sarà utile precisare che memoria a **zero power**, significa che questo integrato non perde i dati dei segnali memorizzati, né quelli dell'orologio, anche se viene a mancare la tensione per circa 11 anni.

In pratica, una volta memorizzati i dati che giungono dal **sensore**, potremo togliere dallo zoccolo questo integrato e dopo 11 anni rimetterlo nel suo zoccolo e nuovamente ci ritroveremo i dati memorizzati 11 anni prima e un orologio che, avanzando regolarmente, segnerà esattamente il giorno, l'ora ed i minuti.







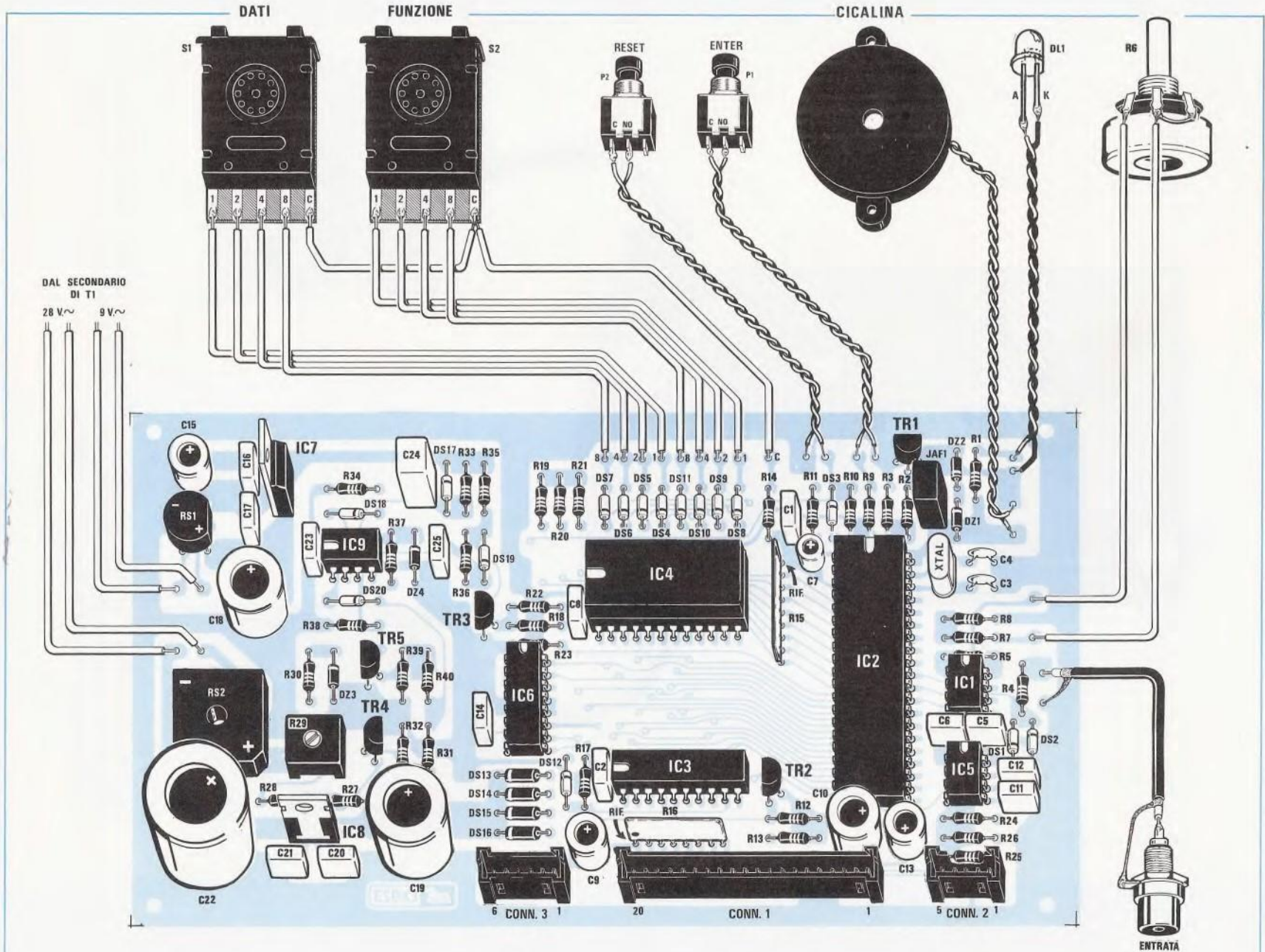




Fig.12 Schema pratico di montaggio della scheda LX.923, che collegherete al sensore con un cavetto coassiale o schermato. Ricordate di collegare i due fili ai terminali C-NO dei pulsanti RESET e ENTER. Il terminale di destra lasciato libero, normalmente chiuso, è siglato NC.

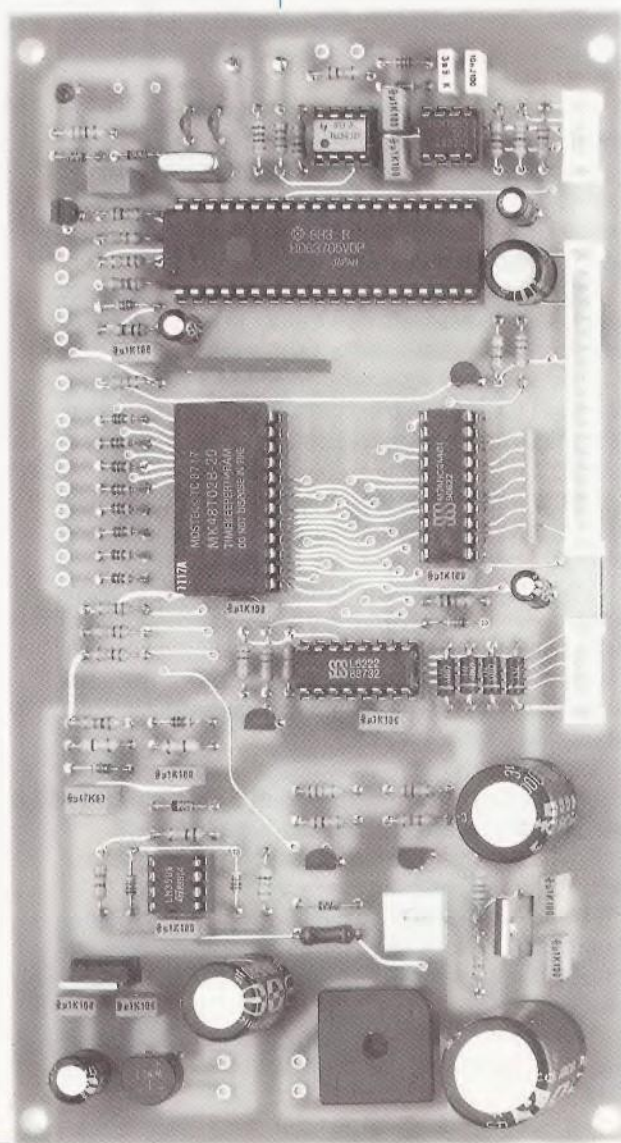


Fig.13 In questa foto la scheda LX.923 come si presenta a montaggio ultimato. Il circuito stampato a doppia faccia che vi forniremo, risulta completo di disegno serigrafico e di uno strato di vernice protettiva sulle piste argentate.

A proposito dell'orologio, vorremmo aggiungere che è completo, infatti, come visibile in fig.7, in alto sulla carta dopo la dicitura **Nuova Elettronica**, troverete stampato il giorno **Lunedì-Martedì-Mercoledì, ecc.**, seguito dal giorno del mese **01-02-03-30-31**, dal mese **01-02-03-11-12** e infine l'anno **1989-1990-1991-1992**.

In basso troverete invece stampata l'ora ed i minuti, ad esempio **20,31 - 03,50** ecc. (appena la stampante partirà, verrà stampata l'ora ed i minuti dei segnali memorizzati nei 15 minuti precedenti), poi per ogni minuto successivo verrà stampata una **tacca** ed al **5° minuto** una tacca più alta.

Quello che rende interessante questo integrato, è che una volta messo a punto questo orologio non ci sarà più bisogno di toccarlo, perchè "saprà" già se il mese è di 28 - 30 o 31 giorni.

Non sappiamo e non ci è stato precisato se tale integrato è in grado di riconoscere se l'anno è bisestile o meno, comunque se così non fosse non sarà un problema, perchè tramite i due commutatori binari lo potremo subito correggere.

A proposito della pila chiariamo subito un particolare, che potrebbe farvi sorgere dei dubbi:

"Sapendo che la carica della pila al litio contenuta all'interno di tale integrato ha una durata di **11 anni**, come facciamo a sapere se l'integrato che acquistiamo oggi non sia stato costruito 6 anni fa?"

Questo rischio, come la SGS ci ha spiegato, in realtà **non sussiste**, perchè gli 11 anni di durata, iniziano dall'istante cui viene **programmata l'ora** tramite il microprocessore IC2.

Programmandola, automaticamente la pila verrà collegata all'alimentazione dell'integrato, pertanto anche se acquisteremo oggi tale integrato e lo programmeremo tra 15 anni, la pila inizierà a scaricarsi da quest'ultima data, con una autonomia di 11 anni.

Dobbiamo aggiungere che gli **11 anni** di durata vanno considerati solo se una volta programmato, l'integrato non ricevesse nessuna alimentazione **esterna**; poichè il piedino 24 riceve la tensione dei 5 volt fornita dall'integrato stabilizzatore IC7, non preleveremo più tensione di alimentazione dalla pila, ma dall'alimentatore, perciò questa rimarrà sempre carica.

A titolo informativo, abbiamo ipotizzato che anche se per l'effetto invecchiamento, dopo **30 anni** la pila riuscisse ancora a fornirci una carica pari ad un 50% della sua capacità, cioè per 5 anni e mezzo, potremo affermare che essa ha una autonomia illimitata.

Infatti non accadrà mai di dover tenere spento il sismografo per 10-11 anni consecutivi.

I due commutatori binari **S1-S2** collegati sia al microcontroller IC2 che all'integrato IC4, li utilizziamo come tastiera per memorizzare o scegliere particolari funzioni, cioè:



- = stampa continua o con memoria
- = velocità della stampante
- = intensità di scrittura
- = livello si soglia del comando stampante
- = start e messa a punto orologio
- = correzione errore quarzo

Nel paragrafo **taratura** vi spiegheremo come si dovrà procedere.

Per alimentare questo stadio compresa la stampante, sono necessarie due tensioni stabilizzate una da **5 volt**, che ci verrà fornita dall'integrato IC7 ed una da **24 volt**, che ci verrà fornita dall'integrato IC8.

## STAMPANTE TERMICA

La stampante termica da usare per questo sismografo non è una normale stampante a **testina mobile** che scorre su un carrello, ma una speciale stampante a **testa unica**, in grado di stampare contemporaneamente una **riga completa** da un estremo all'altro della carta.

Questa stampante costruita dalla Matsushita Giapponese, risulta più costosa delle altre, perchè **ultraveloce**.

Non è possibile usare altre stampanti termiche perchè, considerata la loro lentezza, non riuscirebbero a stampare nessun **sismogramma**.

Anche la carta da impiegare per questa stampante è speciale, perchè presenta il pregio di non sporcare la testina scrivente.

Usando della carta per comuni stampanti termiche, noterete ben presto che il segno non risulterà ben definito e dopo poco tempo, impastandosi la testina con la polvere della carta, questa non riuscirà più a scrivere.

Poichè abbiamo già compiuto degli esperimenti in tal senso, vi sconsigliamo di ripeterli anche perchè un volta sporcata la testina, dovrete smontarla e pulirla accuratamente con un batuffolo di cotone idrofilo, imbevuto solo ed esclusivamente di **alcol denaturato**.

## REALIZZAZIONE PRATICA

Il primo circuito che vi consigliamo di montare è quello del **sensore di movimento**.

Sul circuito stampato siglato LX922 dovrete collocare tutti i componenti richiesti come illustrato nello schema pratico di fig. 8.

Una volta montati gli zoccoli degli integrati e dopo aver saldato tutti i piedini, potrete inserire i due connettori laterali che serviranno per portare il segnale sulle due bobine eccitatrici e per prelevarlo dalle due bobine rivelatrici.

Potrete quindi inserire tutte le resistenze e i diodi al silicio, a proposito dei quali vi ricordiamo che il lato del loro corpo contornato da una **fascia gialla** andrà posizionato come abbiamo indicato nello schema pratico per la riga **nera**.

Proseguendo nel montaggio, inserite il condensatore ceramico C13 e tutti i condensatori al poliestere; a proposito di quest'ultimi precisiamo che quelli da 100.000 pF presentano stampigliato sul corpo **.1**, quello da 4.700 pF la sigla **4n7** e quello da 470.000 pF la sigla **.47**.

Ovviamente sul corpo del condensatore da **1 microfarad** troverete inciso **1**.

Non prendete mai in considerazione le lettere che seguono il numero, perchè **K** o **M** non stanno ad indicare nè kilo nè microfarad, bensì la tolleranza.

A questo punto potrete inserire nello stampato tutti i condensatori elettrolitici, il ponte raddrizzatore, l'integrato stabilizzatore uA.7812 corrispondente a L.7812, rivolgendo la parte metallica del suo corpo verso C16 come visibile nello schema pratico di fig. 8.

Da ultimo fisserete al centro dello stampato il potenziometro R8 da 220.000 ohm.

Prima di saldare i suoi tre terminali, dovrete accorciarli con un paio di tronchesine e ripiegarli in modo che vadano a posarsi sulle piste dello stampato sul quale andranno saldati.

Completato il montaggio, inserirete nei tre zoccoli i relativi integrati, rivolgendo la tacca di riferimento come visibile nel disegno pratico.

A questo punto dovrete prendere i due circuiti stampati LX922 Destro e LX922 Sinistro, necessari per ricevere la coppia di bobine eccitatrici e rivelatrici.

Come potrete vedere, queste bobine dispongono di 4 terminali con diversa spaziatura, quindi non potrete che inserirle nel verso esatto.

Nei quattro fori presenti alle estremità dello stampato, collocherete quattro terminali capifilo, sui quali salderete le quattro estremità della piattina che farà capo al connettore femmina e che dovrete poi innestare nei due connettori maschi presenti sullo stampato LX922 (vedi fig. 10).

Terminata questa operazione, passerete allo stampato dello stadio **controllo di stampa**, un doppia faccia con fori metallizzati siglato LX923.

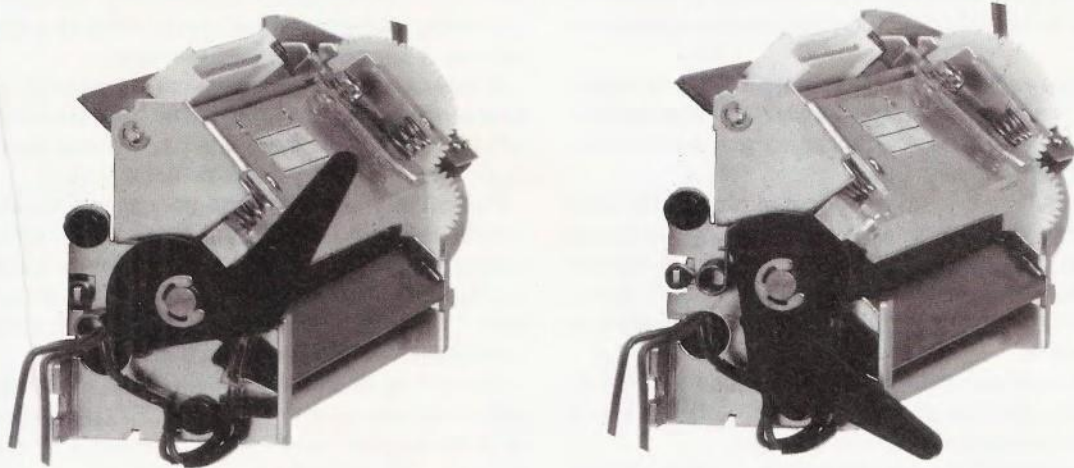
Anche il montaggio di questa scheda risulta semplice quanto quello del sensore.

I primi componenti che vi consigliamo di montare sono gli zoccoli degli integrati e i tre connettori maschi necessari per il collegamento con la stampante.

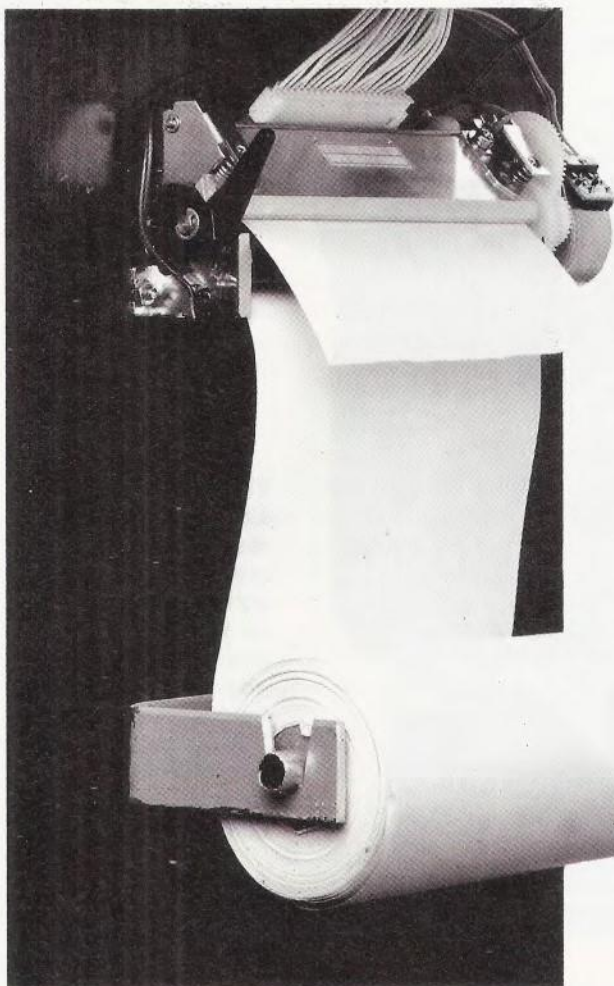
Proseguendo nel montaggio inserirete tutte le resistenze, comprese le reti resistive siglate R15 e R16.

Per quanto concerne queste ultime dovrete pre-





**Fig.14** Per inserire nella stampante la carta termica occorrerà abbassare la leva in plastica posta sul lato sinistro del corpo. Una volta inserita la carta, se non riporterete la leva nella sua posizione di lavoro, non riuscirete a stampare.



**Fig.15** La carta verrà inserita nella fessura inferiore e come noterete uscirà da quella superiore. Vi ricordiamo che la carta dispone di un solo lato sensibile, quindi se la inserirete in senso inverso non riuscirete a registrare alcun sismogramma. Se l'avrete inserita nel giusto verso, premendo il pulsante Reset vedrete apparire le due lettere NE.

**NOTA:** Se un domani non vi interessasse più usare tale sismografo, ricordatevi che la "stampante" la potrete usare per stampare le immagini del Meteosat, le foto trasmesse dalle agenzie via radio, dalle telecamere, ecc.



stare molta attenzione al  **piedino di riferimento**, sempre contrassegnato da un  **piccolo punto** in colore o da un foro cieco con talora stampigliata una B.

Come vedesi in fig. 12, il  **punto** della rete resistiva R15 andrà rivolto verso il condensatore elettrolitico C7, mentre quello della rete resistiva R16 verso il condensatore C9.

Per quanto riguarda i diodi al silicio tipo 1N.4150 che dovrete ora inserire, ricordate di porre la  **fascia Gialla** (sul loro corpo troverete più fasce di diverso colore), che contorna un solo lato del loro corpo, dove nello schema elettrico abbiamo disegnato una  **riga nera**.

Nel caso dei diodi tipo 1N.4007 con il corpo di plastica, dovrete rivolgere la  **fascia bianca** come risulta visibile nello schema pratico.

Per i diodi zener, poichè sul loro corpo è presente una sola  **fascia nera**, la dovrete rivolgere come visibile sempre nello stesso disegno.

Prima di inserirli, cercate di individuare dalla scritta presente sul loro corpo la loro tensione di zener.

Per lo zener da 4,7 volt, sull'involucro questa tensione viene indicata con la sigla  **4V7**.

Dopo aver inserito il trimmer R29 e i due conden-

satori ceramici C3 e C4 vicino al quarzo, potrete saldare tutti i condensatori al poliestere, poi tutti gli elettrolitici, rispettando per quest'ultimi la polarità positiva e negativa dei due terminali.

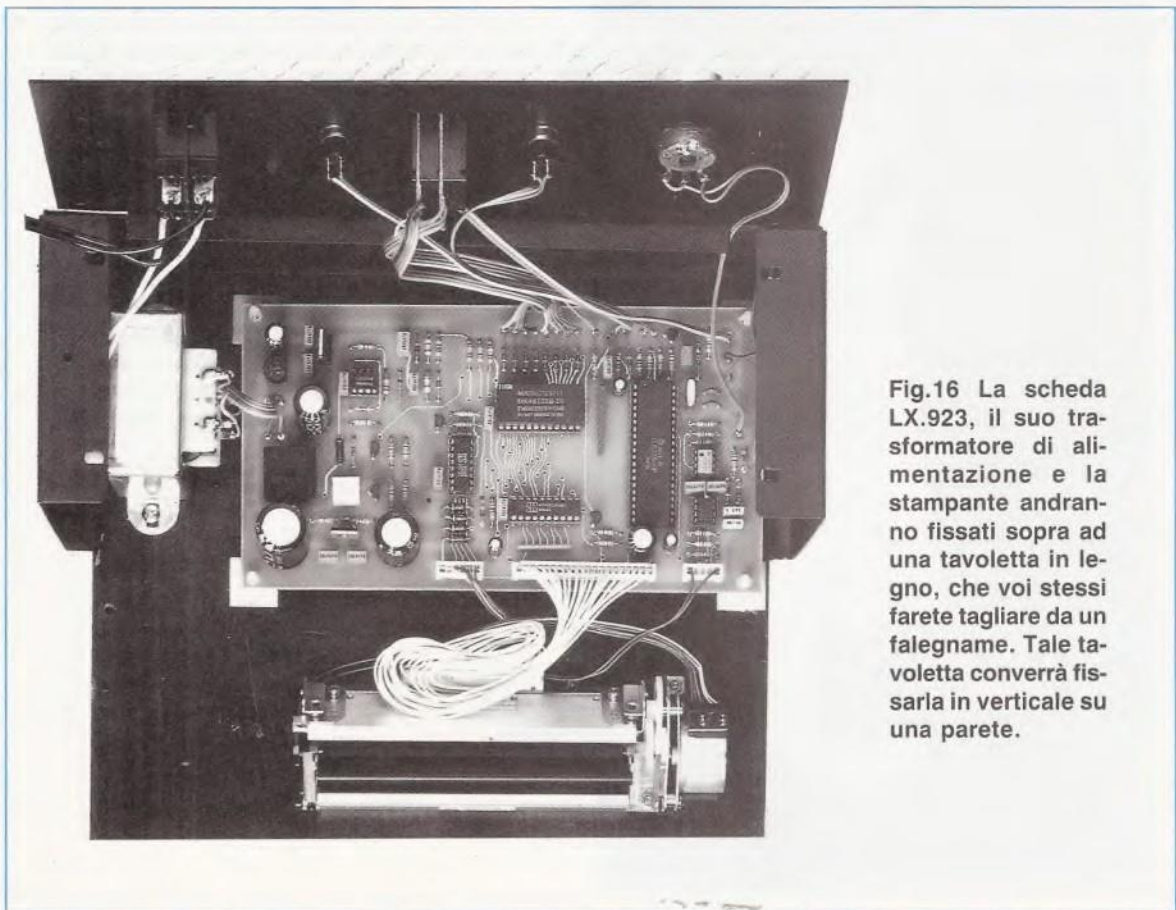
A questo punto potrete inserire il quarzo da  **4 MHz** e vicino ad esso l'impedenza JAF1 Neosid, poi tutti i transistor, rivolgendo la parte piatta del loro corpo come illustrato nello schema pratico.

Passando allo stadio di alimentazione, inserite nello stampato i due ponti raddrizzatori e i due integrati stabilizzatori, rivolgendo la parte metallica del corpo di IC7 verso i condensatori al poliestere C16 e C17 e quella metallica di IC8 verso i condensatori al poliestere C21 e C20.

Giunti a questo punto, non vi rimarrà che da inserire negli zoccoli tutti gli integrati rivolgendo la tacca di riferimento, cioè il piccolo incavo a  **U**, come visibile nello schema pratico di fig. 12.

Solo sugli integrati TLC.549 (IC1), sul microprocessore IC2 e sull'integrato MK.48T02, questa tacca non risulta presente, però in linea con il piedino 1 troverete stampigliata sul loro corpo una piccola  **o** che serve appunto da riferimento.

Anche se tutti i componenti risultano già inseriti, per completare questo stampato dovrete inserire i



**Fig.16** La scheda LX.923, il suo trasformatore di alimentazione e la stampante andranno fissati sopra ad una tavoletta in legno, che voi stessi farete tagliare da un falegname. Tale tavoletta converrà fissarla in verticale su una parete.



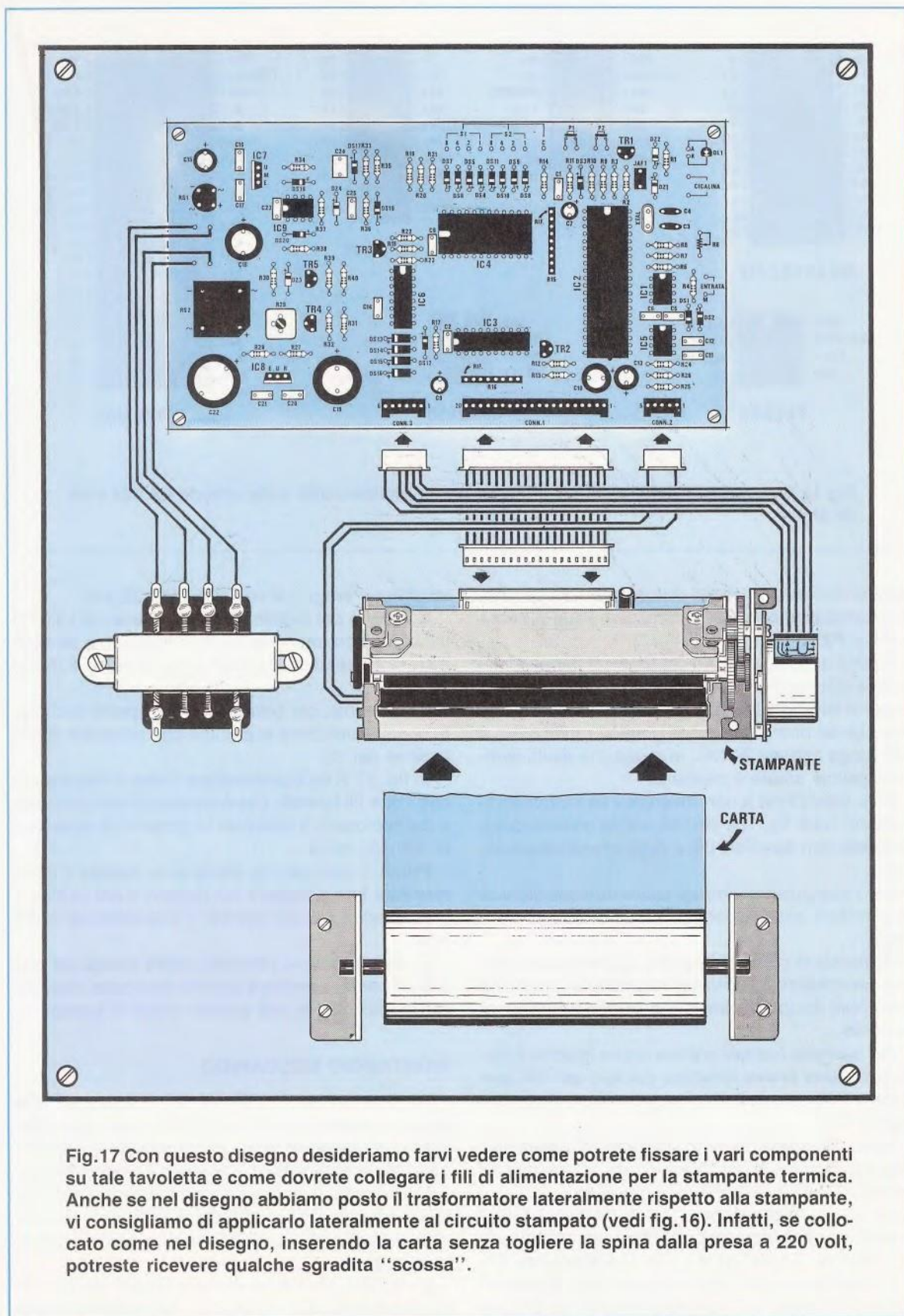


Fig.17 Con questo disegno desideriamo farvi vedere come potrete fissare i vari componenti su tale tavoletta e come dovreste collegare i fili di alimentazione per la stampante termica. Anche se nel disegno abbiamo posto il trasformatore lateralmente rispetto alla stampante, vi consigliamo di applicarlo lateralmente al circuito stampato (vedi fig.16). Infatti, se collocato come nel disegno, inserendo la carta senza togliere la spina dalla presa a 220 volt, potreste ricevere qualche sgradita "scossa".



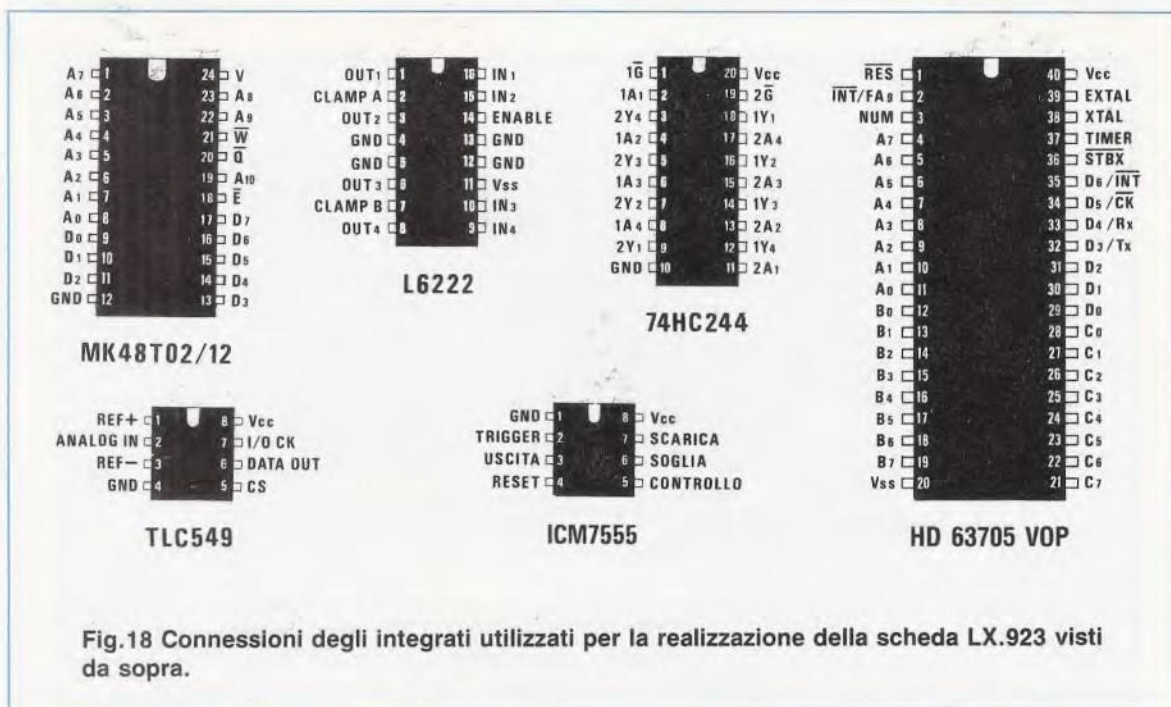


Fig.18 Connessioni degli integrati utilizzati per la realizzazione della scheda LX.923 visti da sopra.

componenti esterni, cioè i due **commutatori binari**, il **potenziometro R6**, la cicalina e i due **pulsanti P1 e P2**.

Poichè questi andranno collocati sul pannello del mobile costruito per questo sismografo, una volta fissati vi converrà saldare sui terminali dei commutatori binari uno spezzone di piattina multicolore a 9 fili lunga almeno 20 cm., in modo che risulti sempre agevole sfilare il pannello.

Fate attenzione a non invertire i fili su tali commutatori (vedi fig. 12), perchè anche invertendone **uno solo** non riuscirete più a programmare il sismografo.

Per i due pulsanti potrete usare due spezzoni di cavo bifilare, mentre per il potenziometro un filo trifilare.

Ovviamente prima di fissare il potenziometro, dovrete accorciare il perno per non ritrovarvi con una manopola troppo distanziata o troppo aderente al pannello.

Nel pannello frontale potrete anche inserire il diodo led e una **presa** femmina del tipo per BF, per portare il segnale proveniente dal sensore verso l'integrato IC1.

Infatti, se aveste necessità di spostare questo mobile, risulterebbe assai scomodo aprirlo per dissaldare il cavetto dai terminali d'ingresso.

La cicalina piezoelettrica la potrete invece fissare sullo stesso piano sul quale fisserete lo stampato LX923 ed il trasformatore di alimentazione T1.

Prima di collegare i due secondari di tale trasformatore allo stampato, controllate quale dei due av-

volgimenti eroga i 9 volt e quale i 28 volt.

Sul piano del mobile, oltre allo stampato LX923, troverà posto anche la piccola stampante termica e sotto a questa il supporto per contenere il rotolo di carta.

Ovviamente, per collegare la stampante al circuito dovrete utilizzare la piattina che troverete in dotazione nel kit.

In fig. 17 vi facciamo vedere come collegare anche i due fili laterali, che fuoriescono dal motorino e dal microswitch collocato in prossimità della leva di sblocco carta.

Prima di collegare la stampante, ruotate il **trimmer R29** fino a leggere sul piedino 2 del CONN.1 o sui piedini 5-6 del CONN. 3 una tensione di **24 volt**.

Questo mobile a pannello andrà fissato ad una parete per far scendere la carta stampata, che verrà poi raccolta in una scatola posta in basso.

## MONTAGGIO MECCANICO

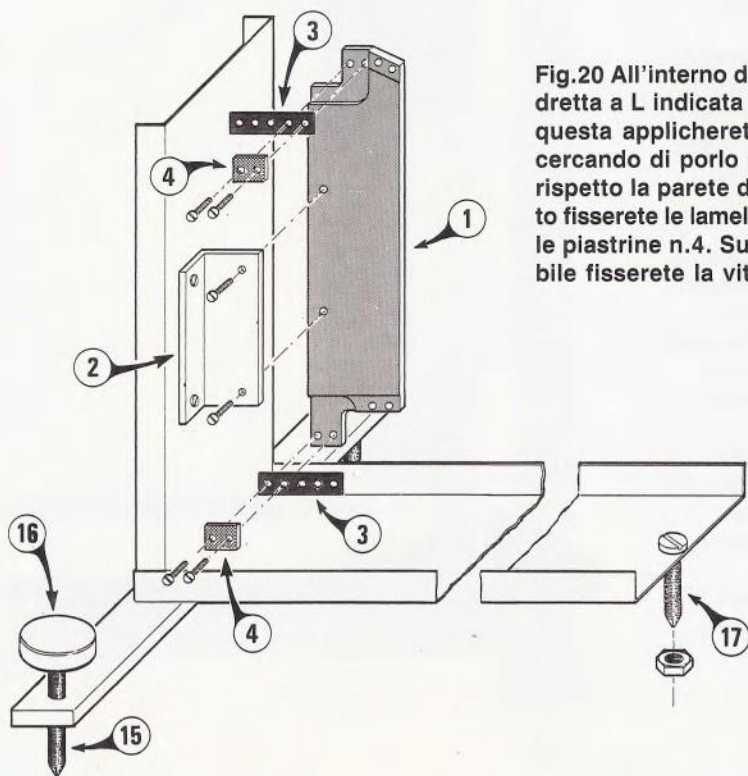
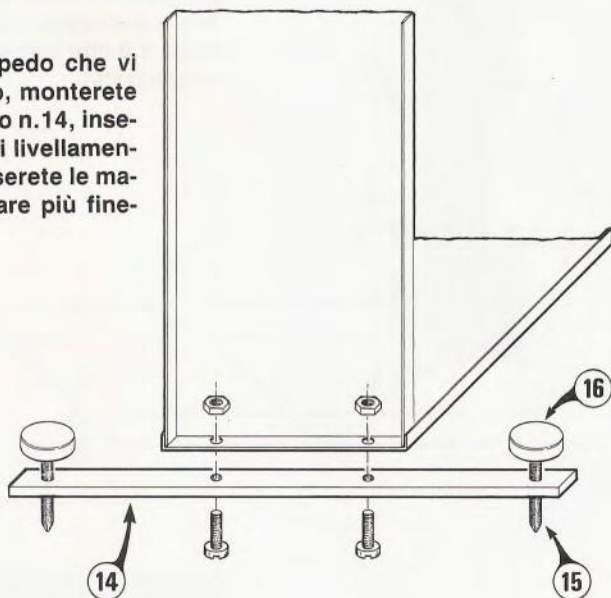
La parte meccanica del pendolo orizzontale, che dovrete montare assemblando tutti i pezzi che vi forniremo già tagliati e forati, andrà realizzata seguendo attentamente le istruzioni che qui vi elenchiamo.

**1°** Prendete il mobile a forma di parallelepipedo, che vi forniremo già completo di tutti i fori. Questo mobile risulta saldato elettricamente e perfettamente in squadra.

**2°** Sul lato posteriore dovrete fissare con due viti il **braccio n.14** (vedi fig. 19). Agli estremi di tale



**Fig.19** Sul mobile parallelepipedo che vi giungerà già montato e forato, monterete sulla parte posteriore il braccio n.14, inserirete poi le due viti a punta di livellamento. Su queste due viti n.15 fisserele le manopole n.16 per poterle ruotare più finemente.



**Fig.20** All'interno del mobile fisserele la squadretta a L indicata con il numero 2 e sopra a questa applicherete il supporto fresato n.1, cercando di porlo perfettamente in parallelo rispetto la parete del mobile. Su tale supporto fisserele le lamelle n.3, che bloccherete con le piastrine n.4. Sulla parte anteriore del mobile fisserele la vite a punta n.17.



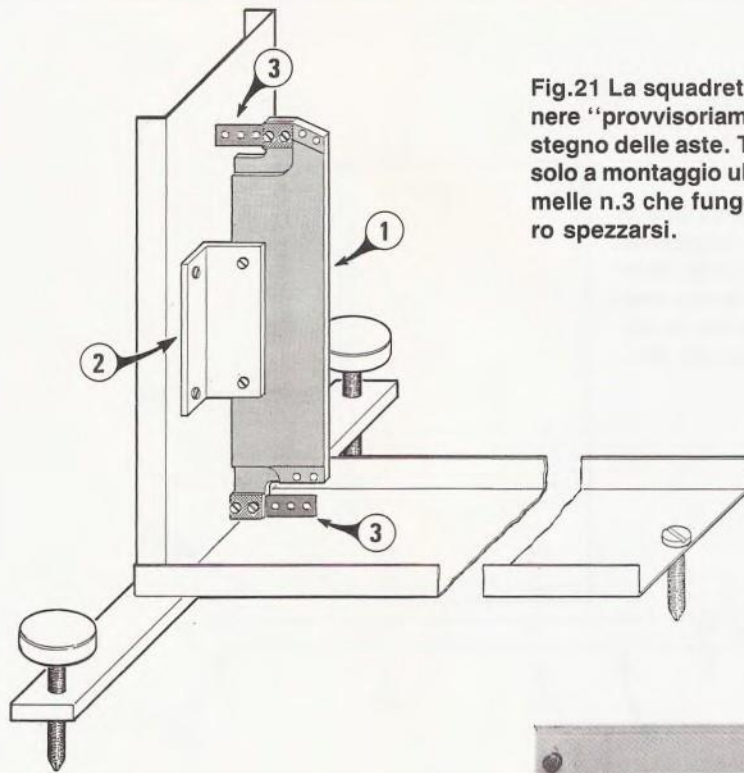
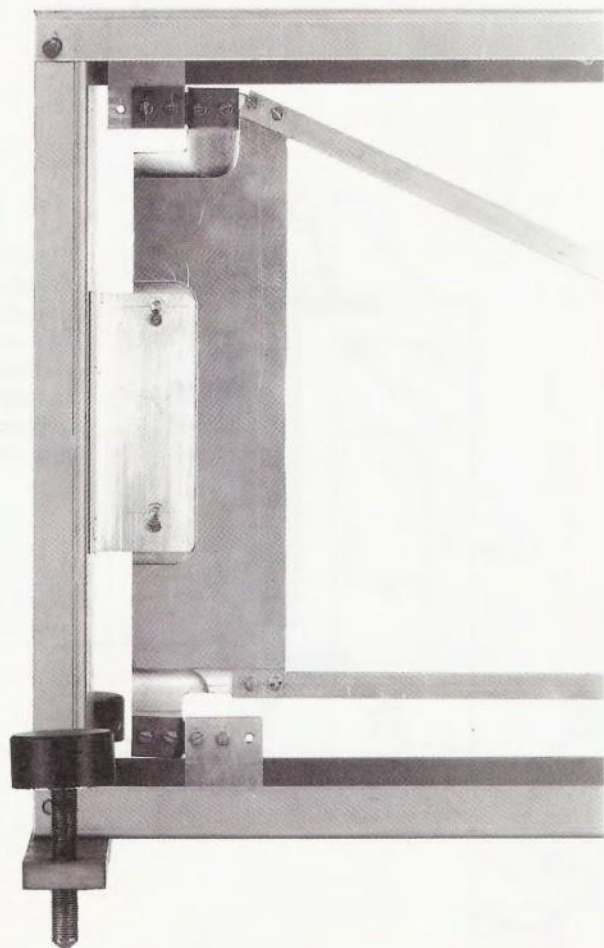


Fig.21 La squadretta a L n.2 serve per sostenere "provvisoriamente" il supporto per il sostegno delle aste. Tale squadretta andrà tolta solo a montaggio ultimato, diversamente le lamelle n.3 che fungono da cerniera potrebbero spezzarsi.

#### Elenco delle parti meccaniche

- 1 = Supporto fresato di sostegno
- 2 = Squadretta a L di bloccaggio
- 3 = Lamelle di acciaio per le cerniere
- 4 = Piastrina per fissaggio lamelle
- 5 = Asta superiore in alluminio
- 6 = Asta inferiore in alluminio
- 7 = Basetta in vetronite
- 8 = Vite per sostegno Pesì pendolo
- 9 = Pesì zincati da 0,65 Kg. cadauno
- 10 = Dadi per bloccaggio Pesì
- 11 = Lamierino per l'ammortizzatore
- 12 = Squadrette a L in alluminio
- 13 = Elastico per bloccaggio ferroxcube
- 14 = Braccio zincato posteriore
- 15 = Vite passo fine per livellamento
- 16 = Manopola per le viti n.15
- 17 = Vite a punta appoggio per il mobile
- 18 = Vaschetta in plastica per l'olio
- 19 = Squadrette per fissare la vaschetta





barra inserirete le due viti a **passo fine n.15**, necessarie per il livellamento e sulle quali avrete già fissato le manopole **n.16**.

**3°** Nel foro presente al centro della parete anteriore del mobile, fisserete la **vite a punta n.17**.

Così facendo il mobile appoggerà su **tre punti** e ciò vi consentirà di bilanciarlo perfettamente sul pavimento. In pratica, dopo avere montato tutta la parte elettronica, dovrete ruotare micrometricamente le due manopole **n.16**, in modo da portare la lancetta dello strumento al **centro scala** (vedi fig. 38).

**4°** Proseguendo nel montaggio, sul laterale posteriore di tale mobile dovrete fissare la **squadretta a L n.2**. Questa squadretta serve come base di appoggio **provvisoria** e andrà eliminata solo a montaggio ultimato.

**5°** Su tale squadretta a L (vedi figg. 20-21) fisserete il **supporto n.1**, cioè quel blocco di alluminio fresato e sagomato necessario per sostenere le lamelle d'acciaio delle due cerniere e le due aste in alluminio.

Fissando questo supporto dovrete controllare che risulti perfettamente in verticale. Se risulta leggermente inclinato anche di un solo millimetro, vi ritroverete con l'**asta n.6** non perfettamente orizzontale (vedi fig. 22).

**6°** Prendete ora le due **lamelle di acciaio n.3** e fissatele sul **supporto n.1**, applicando sopra a queste le due **piastrine di rinforzo n.4** (vedi fig. 20).

Poiché queste due lamelle di acciaio inossidabile hanno uno spessore di **0,06 mm.**, dovrete maneggiarle con cura. Comunque nel kit ne abbiamo inserite **due** di riserva.

Queste due lamelle dovranno risultare perfettamente **orizzontali**, quindi prima di stringere le due viti, controllate che non risultino inclinate.

A lavoro ultimato, questa parte meccanica si presenterà come visibile in fig. 22.

**7°** Prendete ora le due **aste di alluminio n.5 - 6** e applicate provvisoriamente sulle estremità i **due ritagli di vetronite n.7**, necessari per il supporto del **nucleo ferroxcube** e dei due pesi (vedi fig. 22).

L'asta **5** che risulta inclinata è leggermente più lunga dell'asta **6**, quindi fate bene attenzione a non invertirle.

Come vedesi in fig. 23, le estremità delle due aste andranno innestate nel **supporto n.1** e bloccate con quattro viti più dado.

Prima di stringere tutte le viti di fissaggio sul supporto, controllate che l'**asta n.6** risulti perfettamente orizzontale con il piano del mobile.

Ottenuta questa condizione, potrete stringere le viti anche sulle due basette in vetronite **n.7** ed inserire il **tondino filettato n.8**, necessario per sostenere i **due pesi** del pendolo.

**8°** A questo punto potrete applicare sul piano inferiore e sul piano superiore del mobile le due **squa-**

**drette a L n.12** (vedi fig. 23), appoggiandole **delicatamente** sulle due **lamelle di acciaio n.3**.

Le viti di queste due squadrette, le dovrete lasciare allentate.

Come vedesi sempre in fig. 23, dalla parte di queste due lamelle a L, cioè sopra alle due lamelle di acciaio che fungeranno da **cerniere**, dovrete porre le due **piastrine di rinforzo n. 4**.

Prima di bloccare il tutto con due viti, controllate accuratamente che tra i due supporti a L ed il supporto **1** intercorra una distanza di **circa 1 millimetro** (vedi fig. 24).

Questa distanza è **importante**, infatti se risultasse di 2 millimetri o più, le due lamelle di acciaio che fungono da **cerniere** si potrebbero deformare per il peso posto all'estremità del braccio.

Se risultasse minore di 0,4 millimetri, in presenza di un terremoto locale, le due squadrette a **L n.9** potrebbero toccare il supporto **n.1**, quindi, premendo su quest'ultimo, le due lamelle potrebbero spezzarsi.

Verificata tale distanza, potrete stringere le viti sulle **due squadrette n.12**, in modo da bloccarle sul mobile.

**9°** Prendete ora la **vaschetta di plastica n.18** e fissatela sul piano del mobile con le due **squadrette in alluminio n.19** (vedi fig. 30-31), poi sull'asta orizzontale applicate i due **ritagli di alluminio n.11**, che fungeranno da **ammortizzatori**.

**10°** Nell'incavo a V dei due ritagli di vetronite appoggerete il **nucleo ferroxcube**, fissandolo con due elastici indicati con il **n.13** (vedi fig. 28).

Come illustrato in fig. 33, verificate che il nucleo risulti perfettamente centrato su tale supporto e perfettamente orizzontale.

**11°** Prendete i circuiti stampati **LX.922 Destro** e **LX.922 Sinistro**, sui quali avrete già fissato i due rocchetti delle bobine eccitatrici/captatrici, e fissateli sulla parete verticale del mobile.

Regolando le tre viti di fissaggio, fate in modo che il nucleo ferroxcube risulti il più possibile centrato all'interno del foro del rocchetto (vedi fig. 34).

Facciamo presente che questa parte non è molto critica, quindi anche se il nucleo non risultasse perfettamente centrato, il sismografo funzionerebbe ugualmente.

**12°** Sempre su tale piano verticale dovrete fissare con **quattro distanziatori adesivi** il circuito stampato LX.922, ma prima di farlo accorciate il perno del potenziometro della sensibilità R8.

Nei fori presenti nel mobile fisserete il trasformatore di alimentazione T1 (vedi fig. 34).

Ovviamente, prima di procedere, dovrete completare tutti i collegamenti elettrici, cioè collegare le due piattine ai due circuiti stampati LX.922/D e LX.922/S al circuito base LX.922, inserire il portafusibile, controllando che al suo interno risulti già



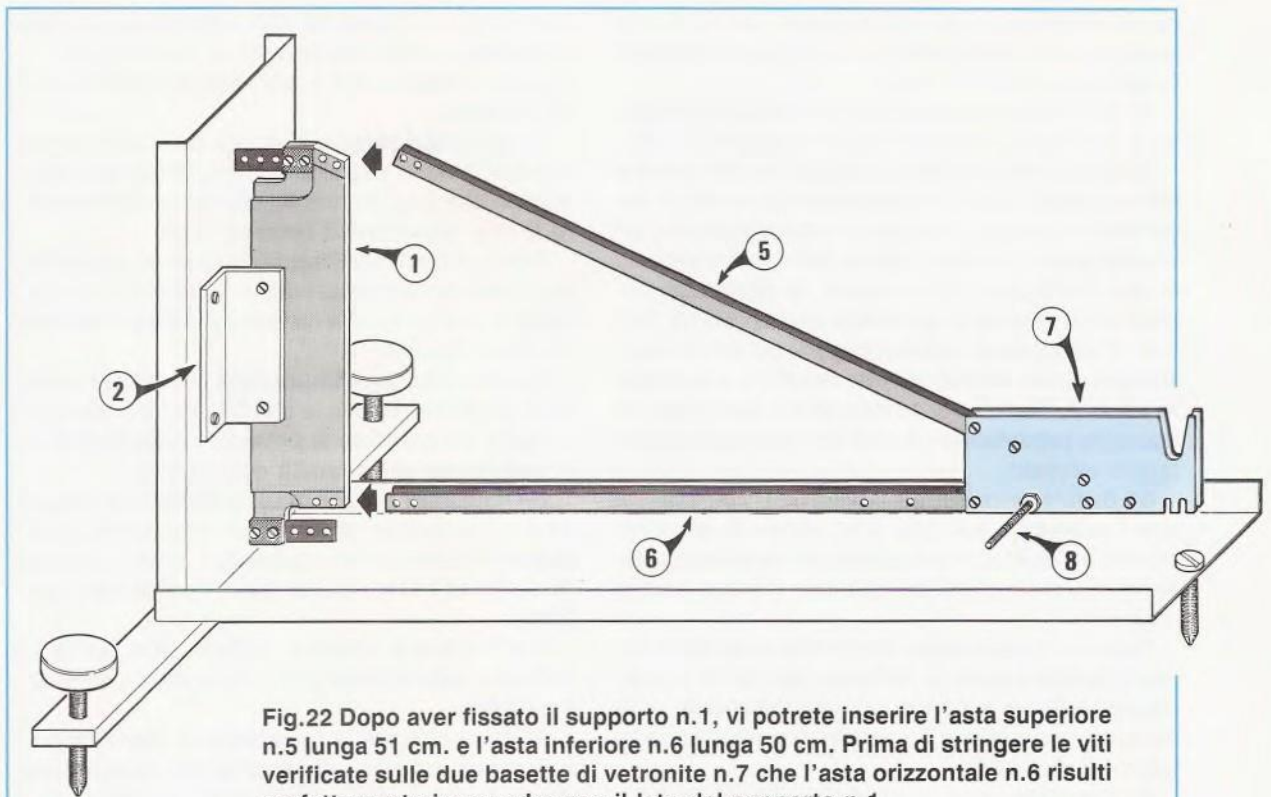


Fig.22 Dopo aver fissato il supporto n.1, vi potrete inserire l'asta superiore n.5 lunga 51 cm. e l'asta inferiore n.6 lunga 50 cm. Prima di stringere le viti verificate sulle due basette di vetro n.7 che l'asta orizzontale n.6 risulti perfettamente in squadra con il lato del supporto n.1.

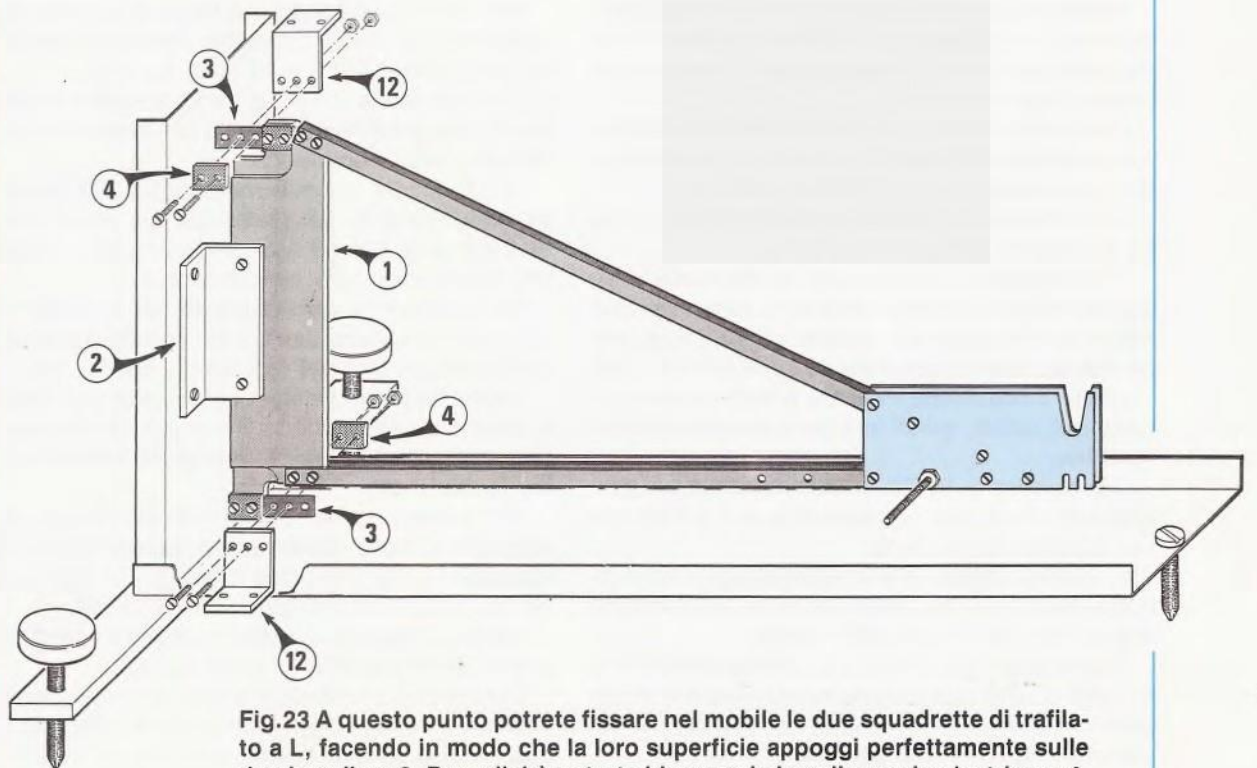


Fig.23 A questo punto potrete fissare nel mobile le due squadrette di trafilato a L, facendo in modo che la loro superficie appoggi perfettamente sulle due lamelle n.3. Dopodichè potrete bloccare le lamelle con le piastrelle n.4.



inserito il fusibile, applicare la presa di uscita per il segnale, che dovrà raggiungere la stampante.

Nel foro presente sul piano superiore del mobile inserire lo strumentino, fissandolo con una goccia di cera o con una striscia di nastro biadesivo, cioè aderente da entrambi i lati.

Non conviene usare del cementatutto, perchè spesso questo scioglie la plastica.

**13°** Terminato il cablaggio elettrico, potrete inserire i due **pesi n.9** da **0,65 Kg.** cadauno, stringendo i due dadi con le dita.

**14°** A questo punto potrete collegare la spina in una presa rete a 220 volt e, così facendo, la lancetta dello strumento **dovrebbe rimanere al centro dello strumento.**

Se la lancetta risultasse leggermente deviata verso destra o verso sinistra, non preoccupatevi.

Solo se dovesse sbattere oltre il fondo scala, dovrete **spingere** da un lato o dal lato opposto il nucleo ferroxcube, in modo da riportare la lancetta possibilmente al **centro scala.**

Se la lancetta si troverà ad un quarto o a tre quarti di scala, tale differenza la potrete correggere una volta collocato il sismografo nel locale prescelto, agendo sulle due **viti n.15.**

**15°** Togliete ora la spina dalla presa rete e al-

lentate leggermente le quattro viti sulla **squadretta di bloccaggio n.2**, senza però toglierla.

**16°** Scelto il locale più adatto per collocare il sismografo, **appoggiatelo** sul pavimento.

Affinchè questo sismografo con **asta orizzontale** si comporti come un **pendolo verticale**, è necessario che il lato posteriore risulti più alto rispetto a quello anteriore di circa **10-15 millimetri.** Se il sismografo fosse perfettamente in orizzontale, il pendolo non potrebbe riportarsi in posizione di riposo.

Controllate quindi con un righello o con un calibro che la parte posteriore (vedi fig. 37) si trovi più in alto rispetto a quella anteriore (lato del pendolo) di circa **10-15 millimetri.**

Se lo inclinerete maggiormente, il sismografo risulterà più sensibile alle **onde primarie e secondarie** e meno alle **onde lunghe**, se lo inclinerete di meno risulterà più sensibile alle **onde lunghe** e meno alle **onde primarie.**

L'inclinazione da noi consigliata è quella che permetterà di registrare qualsiasi terremoto di magnitudo **5° - 6° della scala Richter**, che si verifichi anche a grande distanza, ad esempio Cile, Messico, Cina, e ovviamente tutti quelli che si verificheranno a distanze minori.

**17°** A questo punto, prendete un pò di olio lubri-

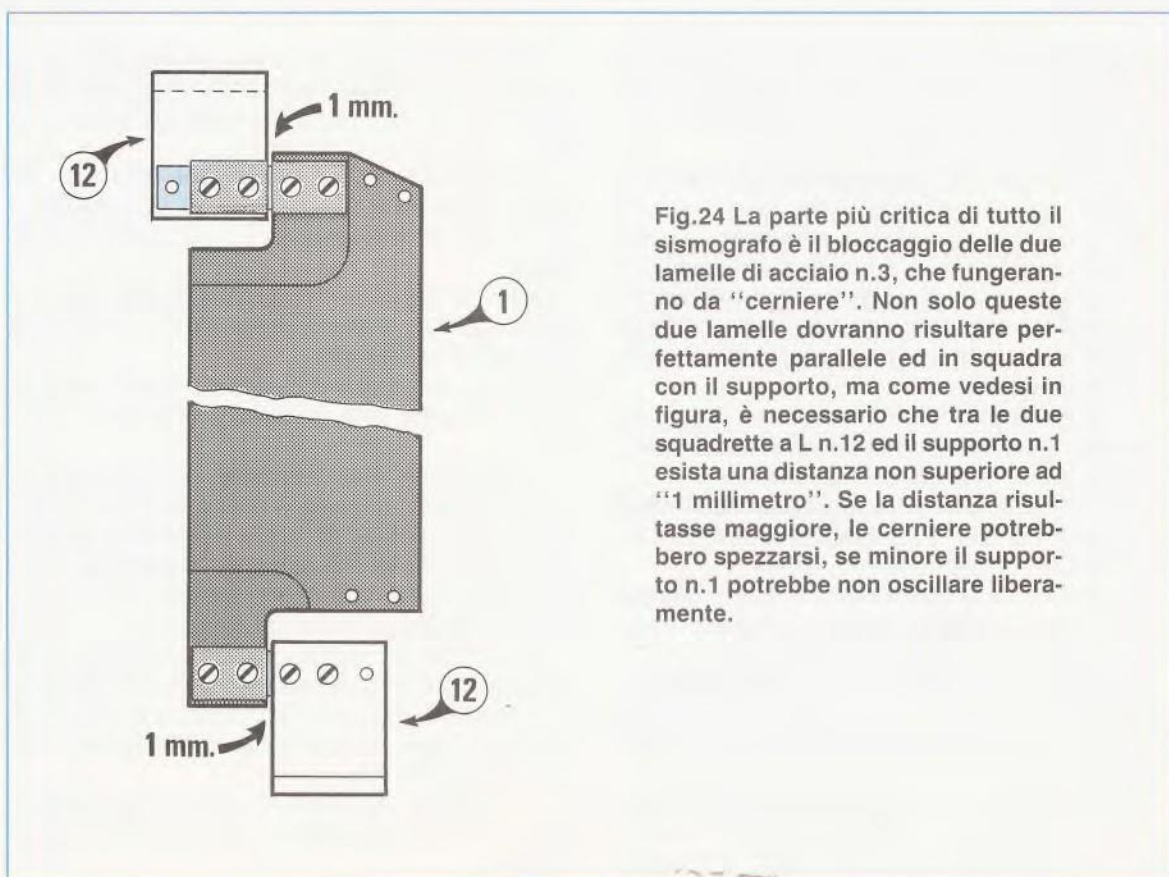
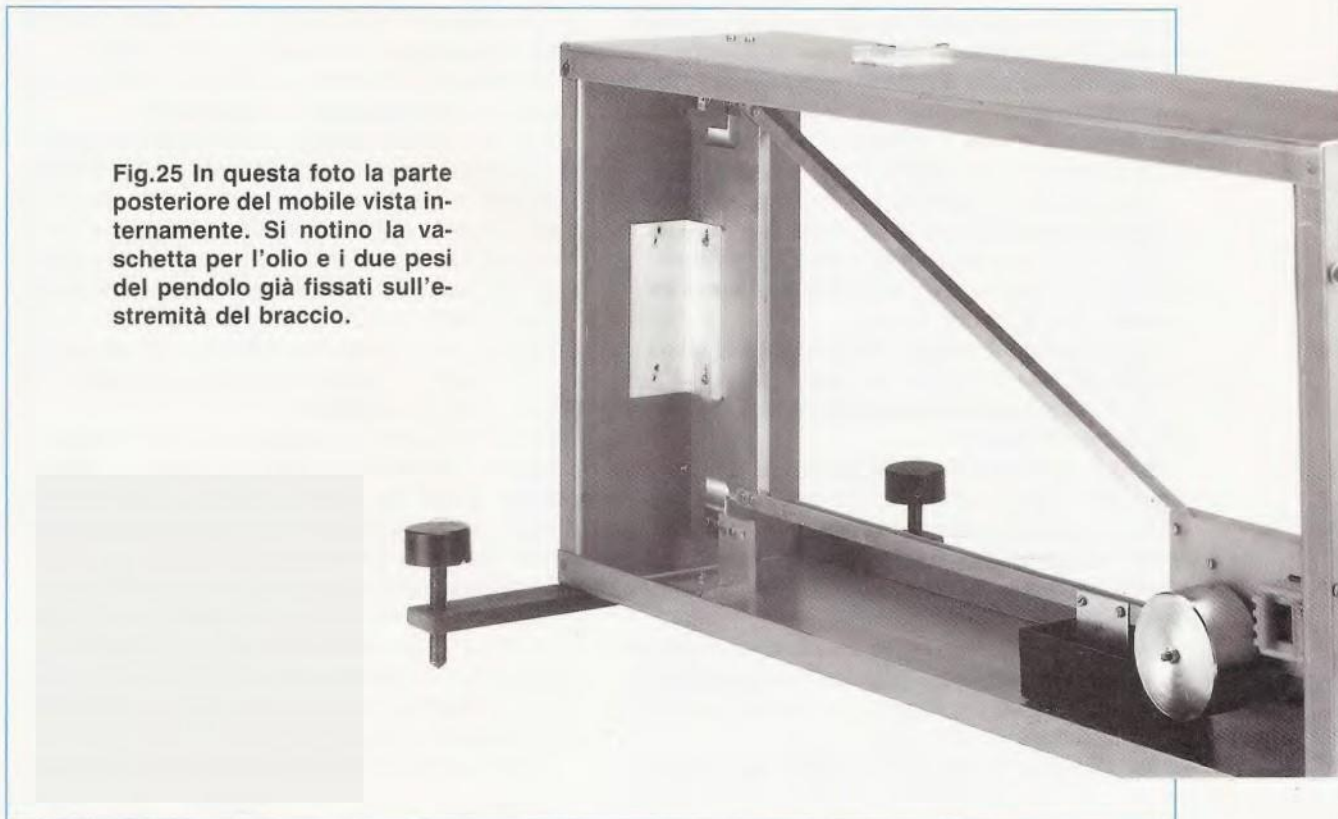


Fig.24 La parte più critica di tutto il sismografo è il bloccaggio delle due lamelle di acciaio n.3, che fungeranno da "cerniere". Non solo queste due lamelle dovranno risultare perfettamente parallele ed in squadra con il supporto, ma come vedesi in figura, è necessario che tra le due squadrette a L n.12 ed il supporto n.1 esista una distanza non superiore ad "1 millimetro". Se la distanza risultasse maggiore, le cerniere potrebbero spezzarsi, se minore il supporto n.1 potrebbe non oscillare liberamente.



**Fig.25** In questa foto la parte posteriore del mobile vista internamente. Si notino la vaschetta per l'olio e i due pesi del pendolo già fissati sull'estremità del braccio.



ficante **Multigrade** per motori auto e versatene all'interno della vaschetta, fino a raggiungere i **due fori di riferimento** presenti sui due ritagli di alluminio **n.11** (vedi fig. 32).

Quest'olio servirà per **smorzare** il movimento del pendolo.

Se il pendolo non risultasse **smorzato**, una volta entrato in oscillazione non si fermerebbe più, invece a noi serve un pendolo che dopo **4-5 oscillazioni** (vedi fig. 41), se non eccitato nuovamente da un'onda sismica, **ritorni e si fermi sulla posizione di riposo**.

**18°** Eseguite tutte queste operazioni, potrete delicatamente svitare le viti della squadretta di bloccaggio **n.2** per toglierla definitivamente.

Liberando il braccio orizzontale, poichè il mobile del sismografo non risulta **livellato**, si sposterà subito o tutto a sinistra o tutta a destra.

Dovrete ora ruotare lentamente una delle due manopole **n.16**, in modo da portare il braccio del pendolo in posizione centrale (vedi fig. 38).

Per verificare se il livellamento risulta perfetto, potrete inserire la spina nella presa rete e vedere quando la lancetta dello strumento si porterà in **posizione centrale**.

**19°** Non illudetevi però che il pendolo rimanga immobile, infatti sarà sufficiente un alito di vento, una porta che si apre o si chiude, per farlo muovere.

Per evitare che ciò avvenga, ai lati del sismografo dovrete porre due lastre di vetro o di plexiglass per evitare che l'aria possa influenzarlo (vedi fig. 36).

Le lastre di vetro **non vi verranno** fornite nel kit, perchè considerato come le PPTT maneggiano i pacchi postali, difficilmente giungerebbero a voi integre.

Poichè in ogni città vi sono delle vetrerie, con una modica spesa potrete farvi tagliare due lastre delle dimensioni desiderate.

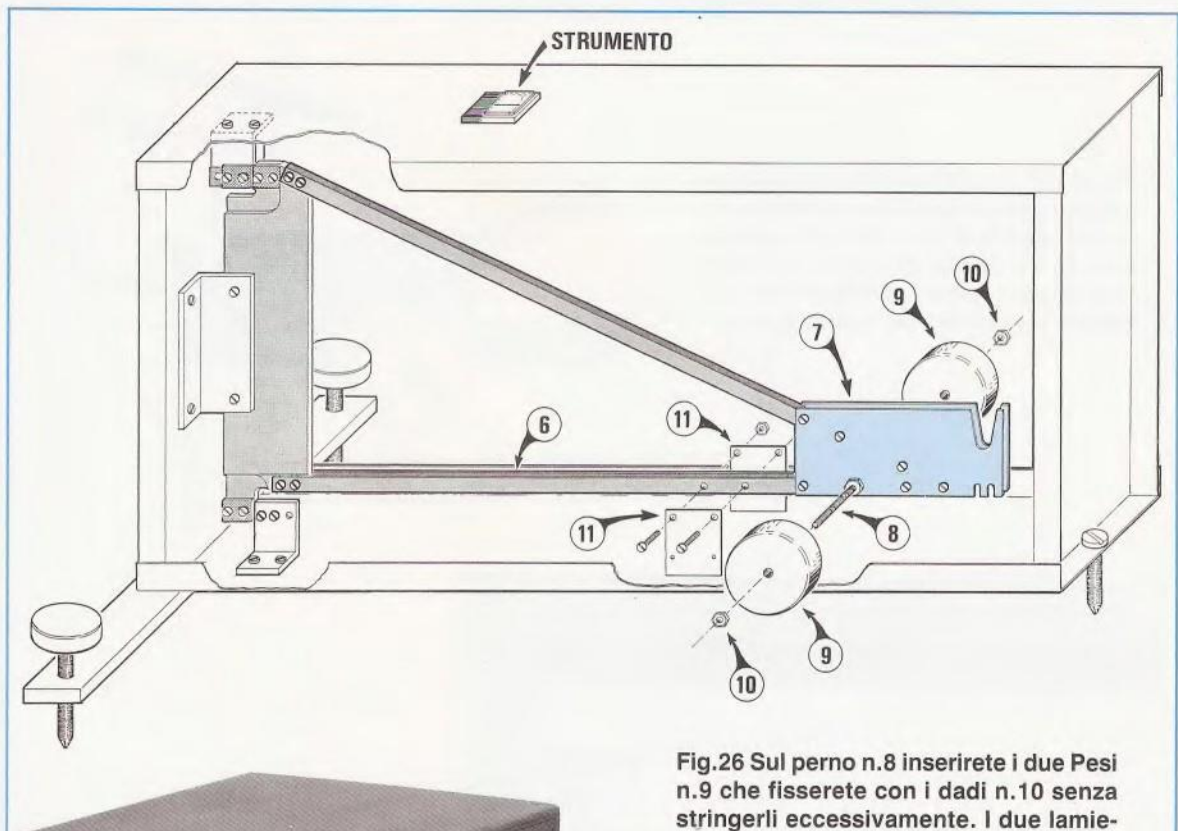
Per fissarle potrete utilizzare del nastro adesivo, oppure inserire delle graffette o mollette.

Provvisoriamente potreste anche usare due lastre di cartone, ma nella versione definitiva vi converrà sempre usare del vetro trasparente perchè, non solo renderete il sismografo esteticamente più presentabile, ma consentirete ai vostri amici più curiosi di vederne la composizione interna.

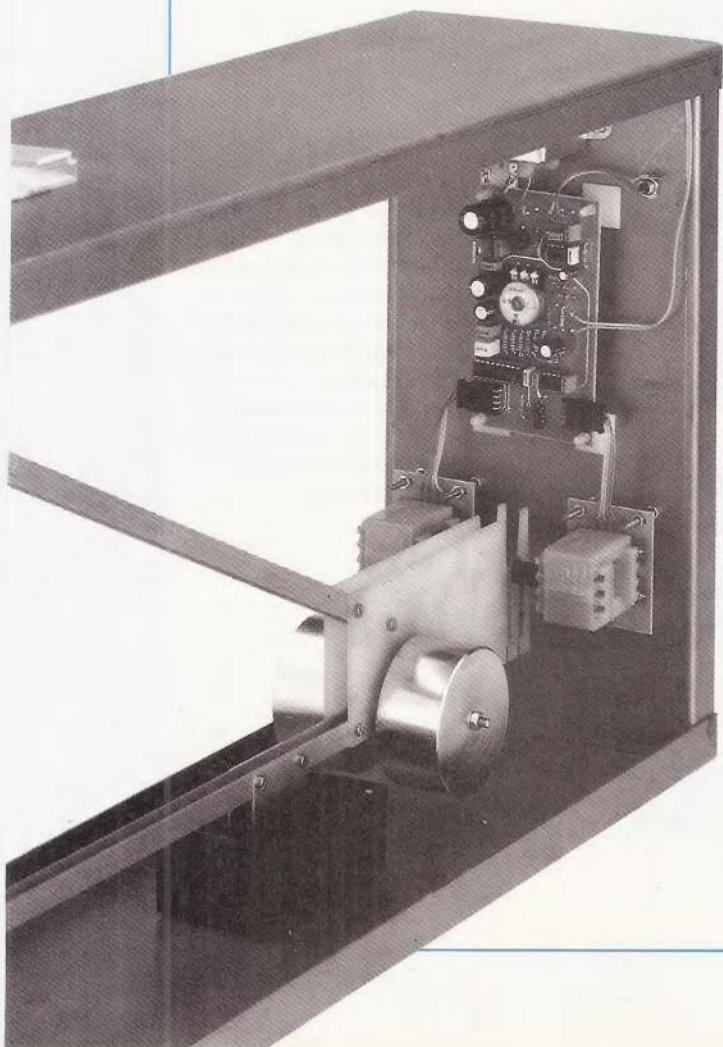
Chiusi i lati del mobile, potrete alimentare il circuito (anche se non è collegato lo stadio stampante, è ugualmente possibile provarlo) e tentare di **bilanciare** il pendolo con l'aiuto dello strumento fissato sul mobile.

Vi renderete così conto di quanto fine dovrà risultare la rotazione delle due viti per il livellamento laterale.





**Fig.26** Sul perno n.8 inserire i due Pesi n.9 che firserete con i dadi n.10 senza stringerli eccessivamente. I due lamierini dell'ammortizzatore n.11 conviene fissarli al braccio n.6 solo dopo aver fissato la vaschetta dell'olio (vedi fig.27).



**Fig.27** In questa foto la parte anteriore del mobile vista internamente. Si noti il circuito stampato LX.922 fissato sul mobile con i distanziatori autoadesivi, le due bobine del sensore e la vaschetta in plastica contenente l'olio per l'ammortizzatore.



Fig.28 Il nucleo ferroxcube una volta appoggiato nella scanalatura presente sulle due basette di vetronite n.7, verrà tenuto fermo da due elastici n.13. Cercate di tenere il nucleo perfettamente orizzontale e centrato sul suo supporto.

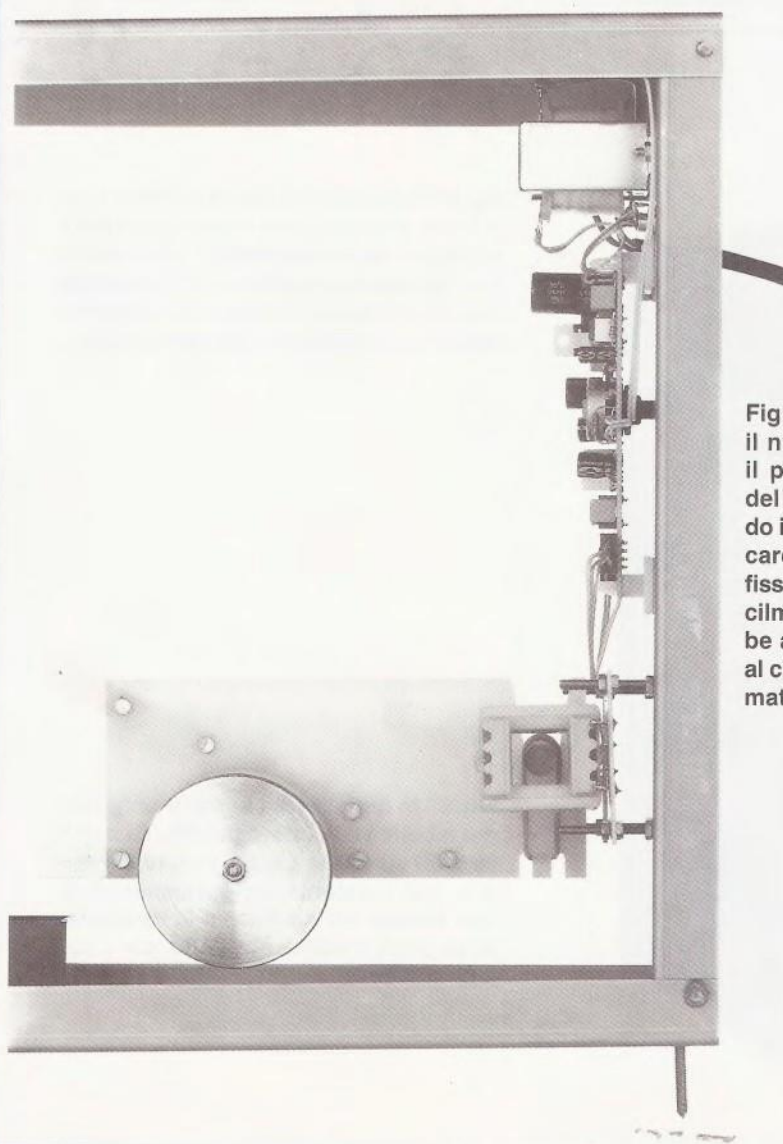
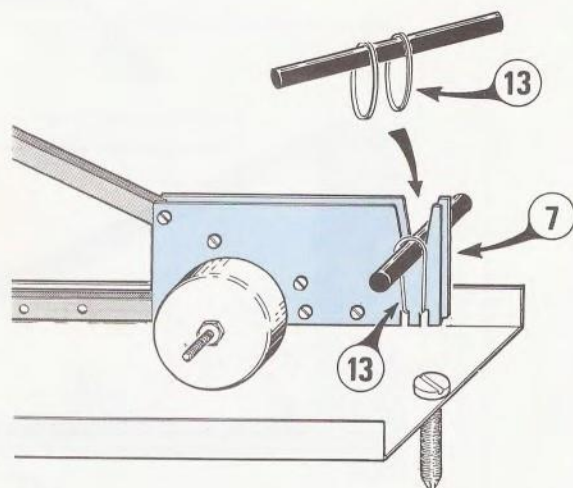


Fig.29 Come vedesi in questa foto, il nucleo ferroxcube dovrà risultare il più possibile centrato all'interno del rocchetto della bobina. Spostando i dadi delle viti che servono a bloccare i circuiti stampati su cui sono fissate queste due bobine, potrete facilmente centrare il nucleo ferroxcube all'interno del foro. Si noti sopra al circuito stampato LX.922 il trasformatore di alimentazione.



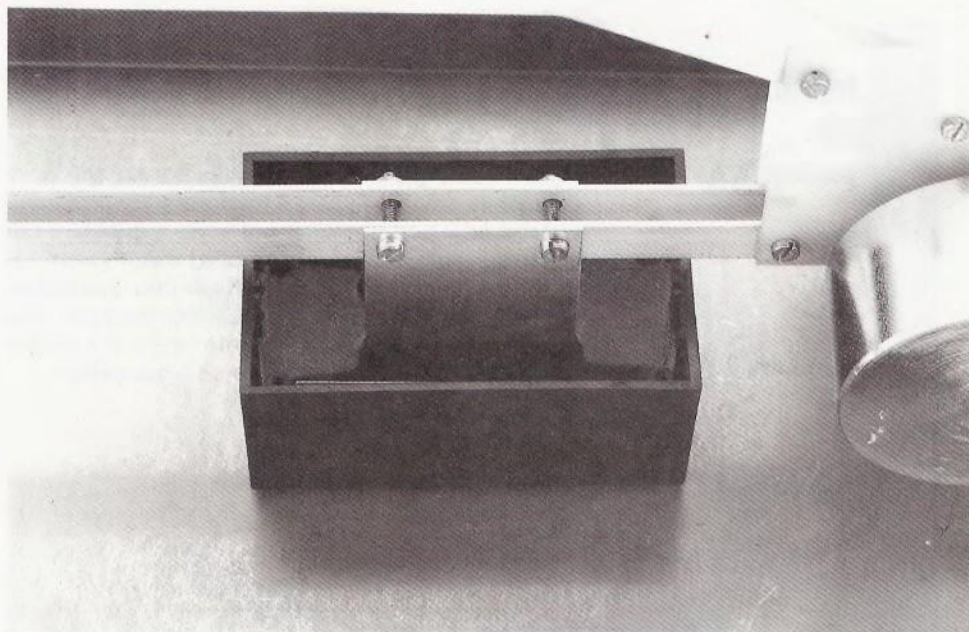


Fig.30 All'interno della vaschetta in plastica dovreste versare un pò di olio Multi-grade per auto, fino a raggiungere i due fori di riferimento. Se metterete più olio il pendolo risulterà troppo ammortizzato.

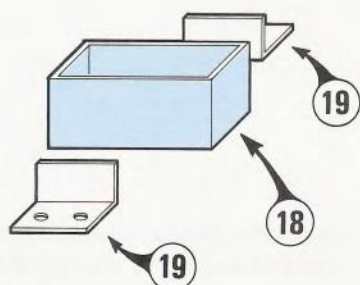


Fig.31 La vaschetta n.18 verrà tenuta ferma all'interno del mobile dalle due squadrette a L n.19, che verranno applicate lateralmente.

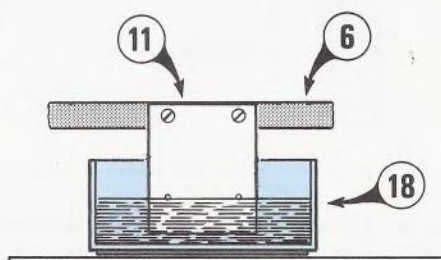


Fig.32 L'olio che verserete all'interno della vaschetta n.18, dovrà raggiungere i due fori presenti sui due lamierini n.11.

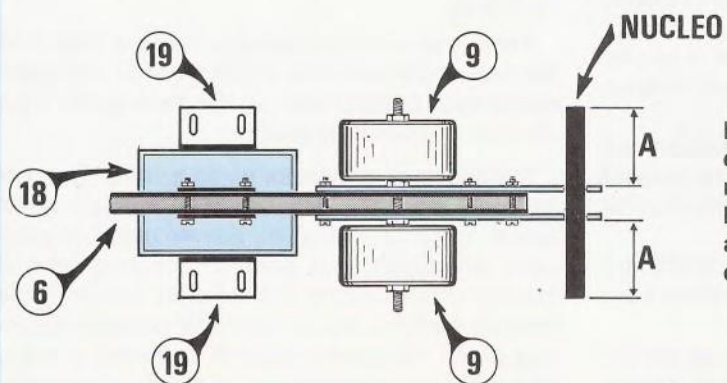


Fig.33 Parte finale del braccio del pendolo vista da sopra. Si noti la vaschetta dell'olio, i due Pesi ed il nucleo ferrocubo appoggiato sulle due basette di vetronite.



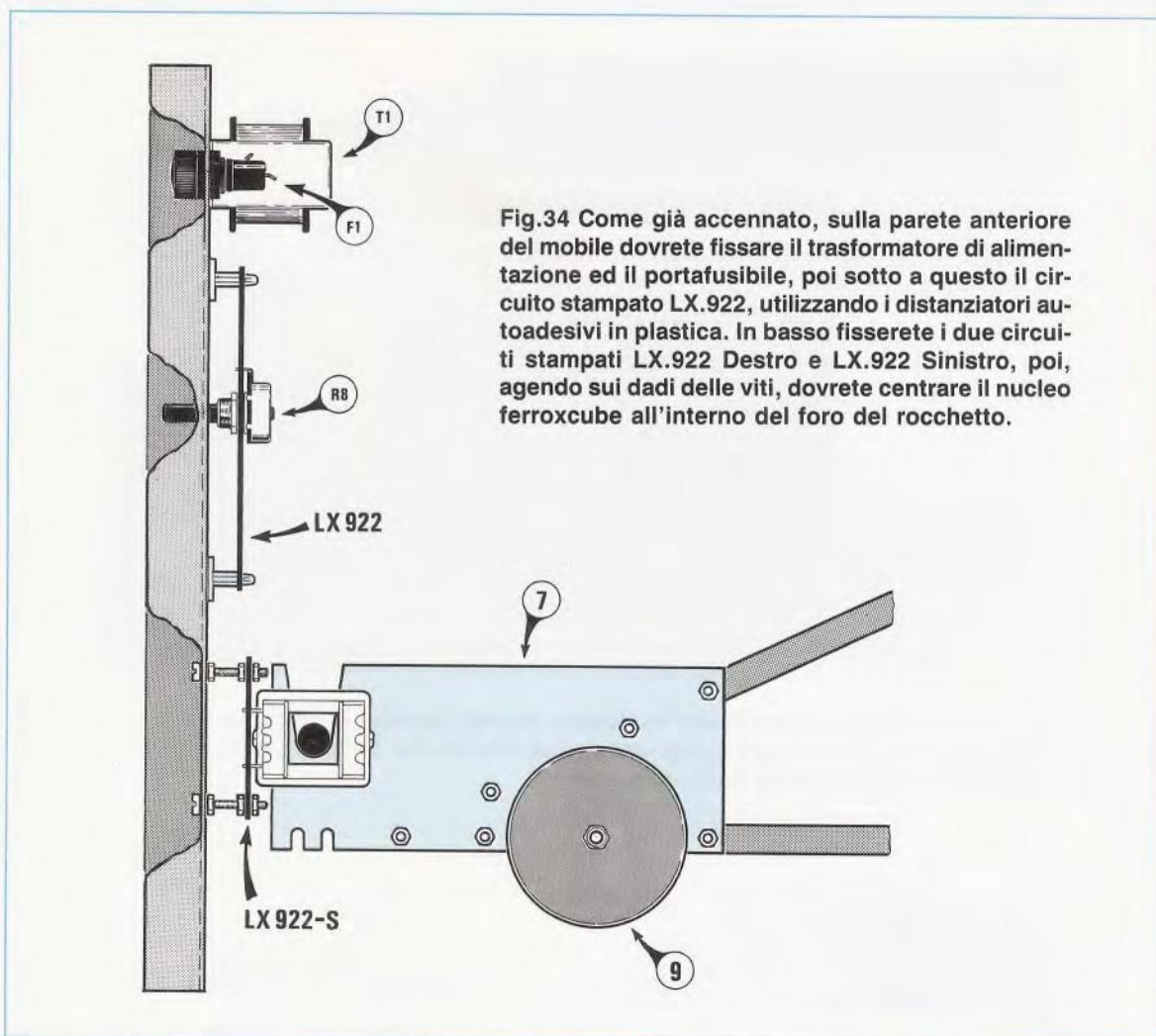


Fig.34 Come già accennato, sulla parete anteriore del mobile dovrete fissare il trasformatore di alimentazione ed il portafusibile, poi sotto a questo il circuito stampato LX.922, utilizzando i distanziatori autoadesivi in plastica. In basso fisserete i due circuiti stampati LX.922 Destro e LX.922 Sinistro, poi, agendo sui dadi delle viti, dovrete centrare il nucleo ferrocube all'interno del foro del rocchetto.

Infatti, se la lancetta dello strumento dovesse risultare tutta spostata sul lato destro o sinistro, non dovrete ruotare le due viti di 1 o 2 giri, ma solo di un quarto di giro per volta ed anche meno.

Quando gradatamente il pendolo inizierà a muoversi e vedrete la lancetta spostarsi verso il lato opposto, dovrete attendere **un secondo o poco più** perchè il pendolo oscillando si sposti verso destra, poi verso sinistra molto lentamente.

Solo dopo quattro, cinque oscillazioni, il circuito di **smorzamento** riuscirà a fermarlo nella posizione di equilibrio.

Se la lancetta non si fermasse esattamente sulla tacca posta al centro dello strumento, dovrete ruotare una delle due viti di bilanciamento di appena 1 millimetro.

Attendete sempre qualche secondo perchè, come già accennato, il pendolo deve completare il suo ciclo di cinque-sei oscillazioni.

Centrata la lancetta in modo perfetto, se per farlo vi siete posti **lateralmente** al sismografo, consta-

terete con stupore che, allontanandovi, la lancetta si sposterà leggermente in senso opposto al vostro.

Questo si verifica perchè il vostro peso, anche se di soli 50 Kg., avrà **abbassato** il suolo o il pavimento di **pochi millesimi di millimetro** perciò, venendo a mancare tale pressione, il terreno per effetto della sua elasticità si riporterà nella condizione iniziale.

Per ridurre al minimo questo effetto, in fase di bilanciamento vi converrà posizionarvi in corrispondenza della parte posteriore del sismografo, il più distante possibile da esso.

Per spostare la lancetta verso il centro di pochi millimetri, cosa che difficilmente riuscireste ad ottenere ruotando le due viti, potrete usare un semplice espediente, cioè porre un pezzo di ferro di 150-200 grammi sopra al mobile, dal lato della vite centrale (vedi fig. 39), spostandolo successivamente di pochi millimetri a destra o a sinistra, in modo da correggere questo piccolo errore di livellamento.



## DOVE COLLOCARE IL SISMOGRAFO ?

Il luogo migliore in cui sistemare il sismografo sarebbe una **cantina**, ma poichè non tutti possono disporre, possiamo assicurarvi che andrà benissimo anche una qualsiasi stanza a **piano terra**.

Perciò chi dispone di un garage, di uno scantinato, o di qualsiasi altra stanza situata a piano terra, potrà sfruttarla per collocare il sensore di movimento.

Lo stadio della stampante potrà invece essere tenuto distante anche 100 metri dal sensore, effettuando il collegamento con un cavetto schermato o una piattina bifilare, purchè non si inverta il filo che da entrambi i lati andrà collocato a **massa**.

Il sismografo andrà **semplicemente appoggiato sul pavimento** e bilanciato, in modo che la lancetta dello strumento si porti in **posizione centrale**.

La condizione più idonea sarà quella di tenerlo vicino ad un muro, perchè così facendo non occuperà dello spazio utile, infatti se lo collocherete ad esempio in un garage, dovrete avere la possibilità di entrare comodamente con auto o motorini.

È molto importante che il sismografo non venga posto in prossimità di termosifoni, perchè ogni volta che verranno accesi o spenti si potrebbero verificare sul mobile metallico e sulle aste del pendolo delle **microscopiche** dilatazioni, che verrebbero registrate.

Infatti, il sismografo è così sensibile che rivela immediatamente repentini sbalzi termici, quindi fate in modo che i raggi del sole che eventualmente entrano dalla finestra non colpiscano il mobile.

Se porrete il sismografo in un garage, purtroppo ogniqualvolta entrerete o uscirete con l'auto, questo rilevando il micrometrico abbassamento ed innalzamento del terreno (che si verifica anche se il pavimento è costituito da un blocco di cemento dello spessore di mezzo metro), metterà in funzione la stampante, quindi sulla carta vedrete un **picco positivo** se il terreno si sarà alzato o un **picco negativo** se si sarà abbassato (vedi fig. 41), con l'indicazione dell'ora e dei minuti in cui il fenomeno si sarà verificato.

È assolutamente necessario che il sismografo riveli queste lievi deformazioni del suolo in senso verticale, perchè diversamente non sarebbe in grado di rivelare le onde sismiche sussultorie, nè gli assestamenti in senso verticale.

Con tale sismografo abbiamo infatti potuto accertare che periodicamente l'intera pianura Padana "sprofonda".

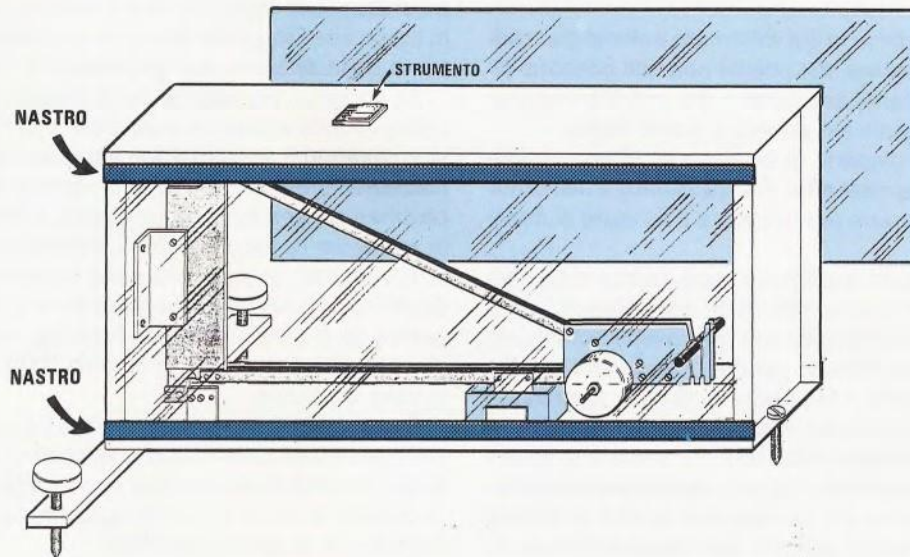
Gli emiliano-romagnoli non debbono però allarmarsi, perchè questo abbassamento è di pochi **milllesimi di millimetro** all'anno, il che significa che tra 1.000 anni essa si troverà **5 centimetri** più in basso rispetto ad oggi.

Installando un sismografo nella zona Appennica

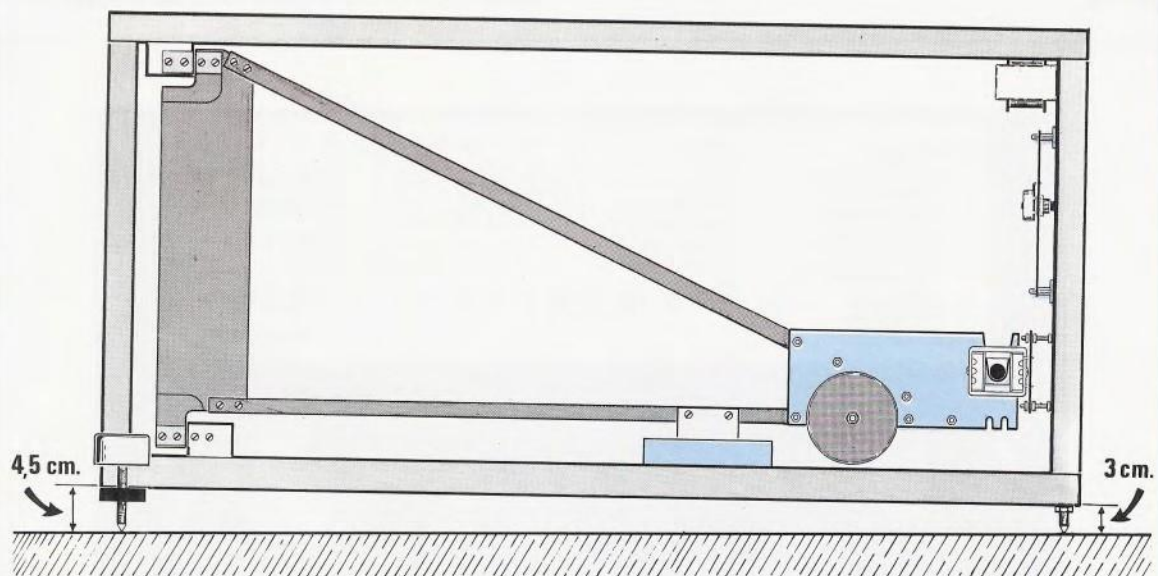


**Fig.35** Sul pannello frontale del mobile che fisserete sulla tavoletta in legno (vedi fig.40), troveranno posto l'interruttore completo di una lampadina al neon, il doppio commutatore binario, i due pulsanti ed il potenziometro della sensibilità. Le scritte riportate sul pannello di questa foto sono provvisorie, su quello definitivo risulteranno diverse e più complete.





**Fig.36** Ai due lati del mobile andranno collocate le due lastre di vetro o di plexiglass. Per fissarle al mobile potrete usare del nastro adesivo o delle mollette di bloccaggio. Se il mobile non risulterà chiuso, il sismografo sarà sensibile alle correnti d'aria. Prima di fissare i vetri, dovrete togliere la squadretta di bloccaggio n.2 dal supporto n.1.



**Fig.37** Il pendolo per funzionare deve risultare leggermente inclinato in avanti. Inizialmente vi consigliamo di tenere la parte posteriore più alta rispetto a quella anteriore, da "1 cm." a "1,5 cm." al massimo. Perciò se anteriormente il mobile risulterà alto sul pavimento di 3 cm., la parte posteriore dovrà risultare di 4 - 4,5 cm. al massimo.



della provincia di Forlì, abbiamo invece notato un aumento dell'intensità dei **microsismi** e questo a nostro avviso potrebbe lasciar presagire un evento di intensità maggiore, anche se non ci è possibile sapere nè quando, nè dove si verificherà, nè stabilire se questi si andranno invece gradatamente esaurendo.

### MESSA A PUNTO OROLOGIO

Come abbiamo già detto, fino a quando non **programmerete l'orologio**, l'integrato MK.48T02, cioè IC4, è come se non fosse collegato al circuito perciò, oltre a venire a mancare la **memoria**, la pila al Litio contenuta al suo interno risulterà ancora scollegata.

I due commutatori binari e i due pulsanti Reset ed Enter presenti sul pannello frontale di tale sismografo, vi permetteranno non solo di programmare l'orario, ma anche di scegliere altre diverse funzioni.

Come potrete vedere, su tale pannello è anche serigrafato un **promemoria**, che riportiamo qui di seguito:

S2	S1	
0	0	= Stampa con memoria
1	0	= Stampa continua
2	1	= Velocità stampante (da 2-0 a 2-2)
3	X	= Messa a punto orologio
4	1	= Contrasto Stampa (da 4-1 a 4-0)
5	1	= Soglia livello stampa (da 5-1 a 5-0)
6	0	= Errore quarzo (6-1 o 6-9)

La prima operazione che dovrete compiere sarà quella di mettere a punto l'orologio, con i seguenti dati:

**1° = ANNO.** Vanno inseriti **due numeri** corrispondenti alle ultime due cifre dell'anno in corso, che per l'anno 1989 saranno **89**, per l'anno 1990 **90**.

**2° = MESE.** Vanno inseriti **due numeri** da 01 a 12, perciò per Gennaio scriverete **01**, per Febbraio **02** e per Dicembre **12**.

**3° = GIORNO.** Vanno inseriti **due numeri** da 01 a 31, perciò per il giorno 9 scriverete **09** e per il giorno 27 scriverete **27**.

**4° = GIORNO SETTIMANA** Va inserito **un solo numero** da 1 a 7. Se il giorno è un Lunedì scriverete **1**, se un Martedì scriverete **2**, se una Domenica scriverete **7**.

**5° = ORA** Vanno inseriti **due numeri** da 00 a 23. Se saranno le ore 1 di mattina scriverete **01**, se le 9 del mattino scriverete **09**, se le 13 scriverete **13**, se mezzanotte scriverete **00**.

**6° = MINUTI** Vanno inseriti **due numeri** da 0 a 59. Tenete presente che 1-2-3-4-5-6-7-8-9 minuti vanno scritti **01-02-03-04-05-06-07-08-09**.

A questo punto riteniamo opportuno fare un esempio, per evitare che durante le prime sperimentazioni possiate commettere degli errori.

Ammettiamo che il giorno per il quale desiderate programmare il sismografo sia:

Anno 1989 .....	89
Mese Aprile .....	04
Giorno 19 .....	19
Mercoledì .....	3
Ora .....	20
Minuti .....	15

La prima operazione da svolgere sarà quella di far apparire sul commutatore binario S2 (commutatore di funzione) il numero **3**, relativo alla messa a punto dell'orologio.

La seconda, sarà invece quella di utilizzare il **solo** commutatore S1 (commutatore dei Dati), non dimenticando che, dopo aver impostato il numero, bisogna sempre premere il pulsante **Enter** per convalidarlo, perciò, prendendo i numeri poc'anzi indicati, farete:

3-8 poi Enter  
3-9 poi Enter (anno 89)

3-0 poi Enter  
3-4 poi Enter (mese 04)

3-1 poi Enter  
3-9 poi Enter (giorno 19)

3-3 poi Enter (mercoledì)

3-2 poi Enter  
3-0 poi Enter (ore 20)

3-1 poi Enter  
3-5 poi Enter (minuti 15)

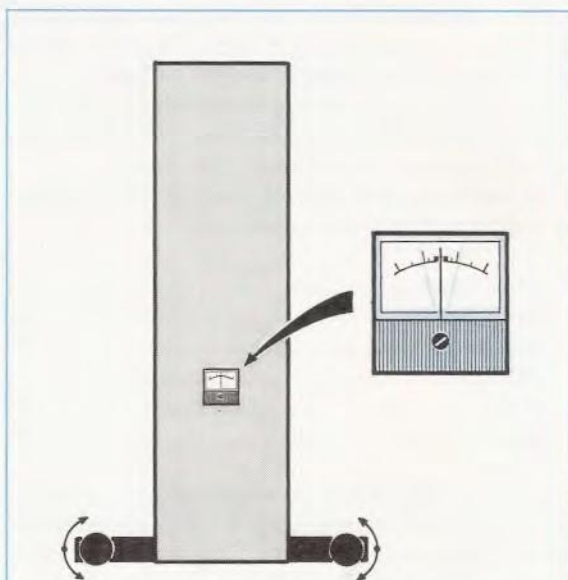
Ultimata questa sequenza, dopo pochi secondi udrete due **bip**, a conferma che i dati sono stati memorizzati.

Se vi sarete sbagliati, dovrete spostare il commutatore funzione S2 sul numero 4 e, dopo pochi secondi riportarlo su 3, quindi rieseguire l'intera sequenza, cioè riscrivere anno, mese, giorno, ecc.

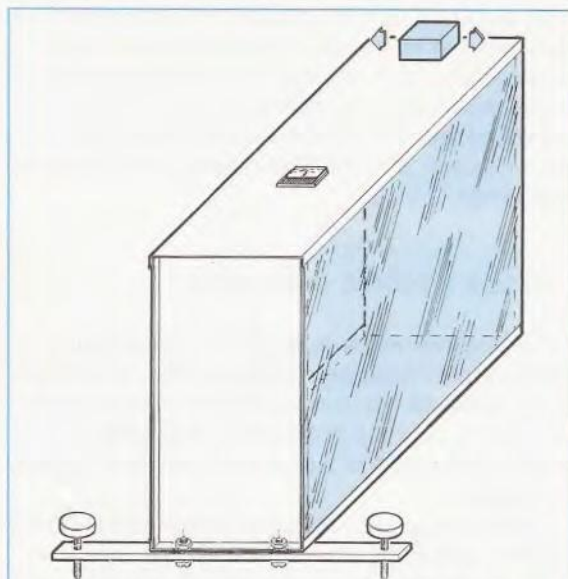
Vi consigliamo di scegliere l'**ora GMT**, cioè un'ora in meno rispetto quella solare e due ore in meno rispetto all'orario legale.

In questo modo non dovrete mai cambiare l'ora da solare a legale e saprete che l'ora stampata sulla carta è sempre **GMT**.





**Fig.38** Posto il sismografo sul pavimento, ruotando delicatamente le due viti a passo fine inserite nel braccio posteriore, dovrete cercare di portare la lancetta dello strumento al centro scala. Ricordatevi che il pendolo per spostarsi da un lato a quello opposto impiega diversi secondi.



**Fig.39** Se non riuscirete a portare per pochi millimetri, la lancetta al centro dello strumento, potrete correggere questa piccola differenza appoggiando un peso sulla parte anteriore del mobile. Il sismografo funzionerà ugualmente, anche se la lancetta non risulterà perfettamente centrata.

Se dovesse capitarvi di modificare il giorno ed i minuti, portandovi con il commutatore funzione S2 in posizione 3, dovrete memorizzare nuovamente l'anno, il mese, il giorno, ecc., quindi per non sbagliare vi converrà scrivere su un foglio di carta tutti i dati da inserire e, una volta premuto Enter, fare una crocetta in corrispondenza del numero inserito, ad esempio:

8 9 - 0 4 - 1 9 - 3 - 2 0 - 1 5

Messo a punto l'orologio, potrete passare alla **velocità stampante**, ruotando il commutatore funzione S2 in posizione 2:

per 2-0 avrete una velocità di **30 cm. x ora**

per 2-1 avrete una velocità di **60 cm. x ora**

per 2-2 avrete una velocità di **120 cm. x ora**

La velocità che vi consigliamo di usare sarà quella dei **30 cm. x ora**, perciò dopo aver impostato sui due commutatori il numero 2-0, premete il pulsante Enter e il bip che sentirete vi confermerà che il dato è stato memorizzato.

Ora potrete memorizzare il **contrasto di stampa** e per far questo dovrete commutare S2 in posizione 4, poi il commutatore dei Dati su un numero da 1 a 9.

Potreste iniziare con una **intensità 5**, poi se la stampa risulterà troppo **chiara** passare all'intensità **6**, mentre se risulterà troppo scura all'intensità **4**.

Scegliendo il numero 5 scriverete:

**4-5 poi Enter**

Come ultima operazione vi rimarrà da scegliere il valore di **soglia di stampa**, cioè stabilire a quale livello di segnale desiderate che la stampante inizi a scrivere sulla carta i sismogrammi.

Come base di partenza vi consigliamo di scegliere il **numero 4**, quindi posto il commutatore S2 sul numero 5 (soglia stampante), porterete S1 sul numero 4:

**5-4 poi Enter**

A titolo informativo vi diremo che, a seconda del numero scelto, il livello di soglia risulterà il seguente:

**5-1 = livello segnale 2 mm.**

**5-2 = livello segnale 4 mm.**

**5-3 = livello segnale 6 mm.**

**5-4 = livello segnale 8 mm.**

**5-5 = livello segnale 10 mm.**

**5-6 = livello segnale 12 mm.**

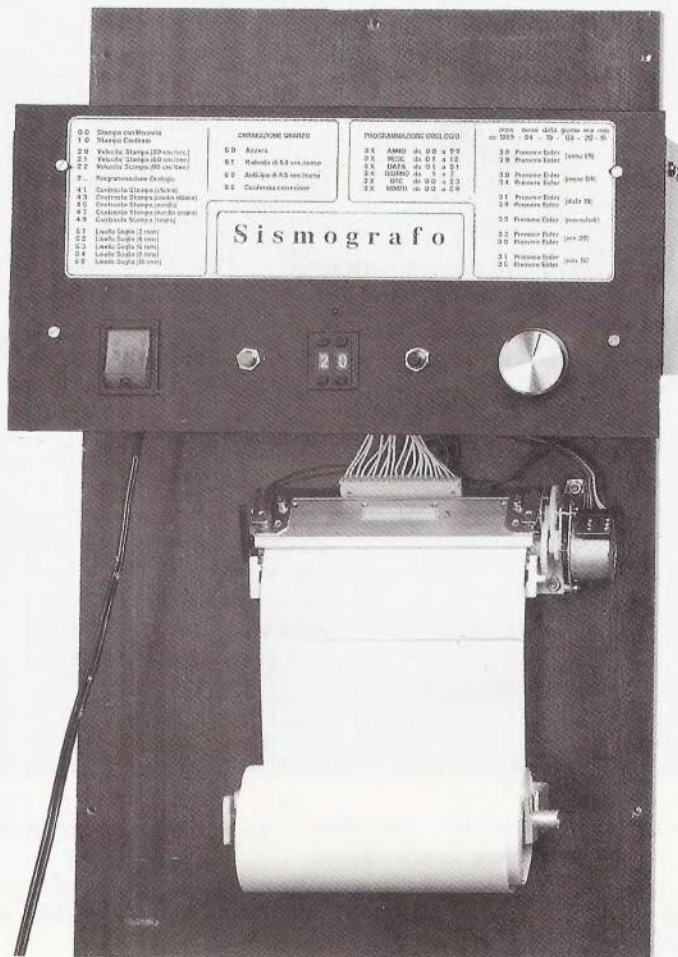
**5-7 = livello segnale 14 mm.**

**5-8 = livello segnale 16 mm.**

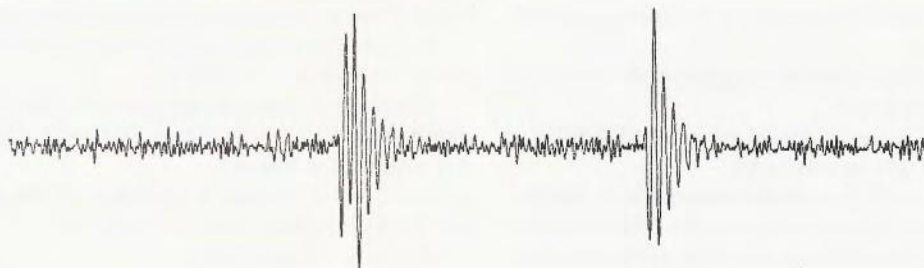
**5-9 = livello segnale 18 mm.**

**5-0 = livello segnale 20 mm.**



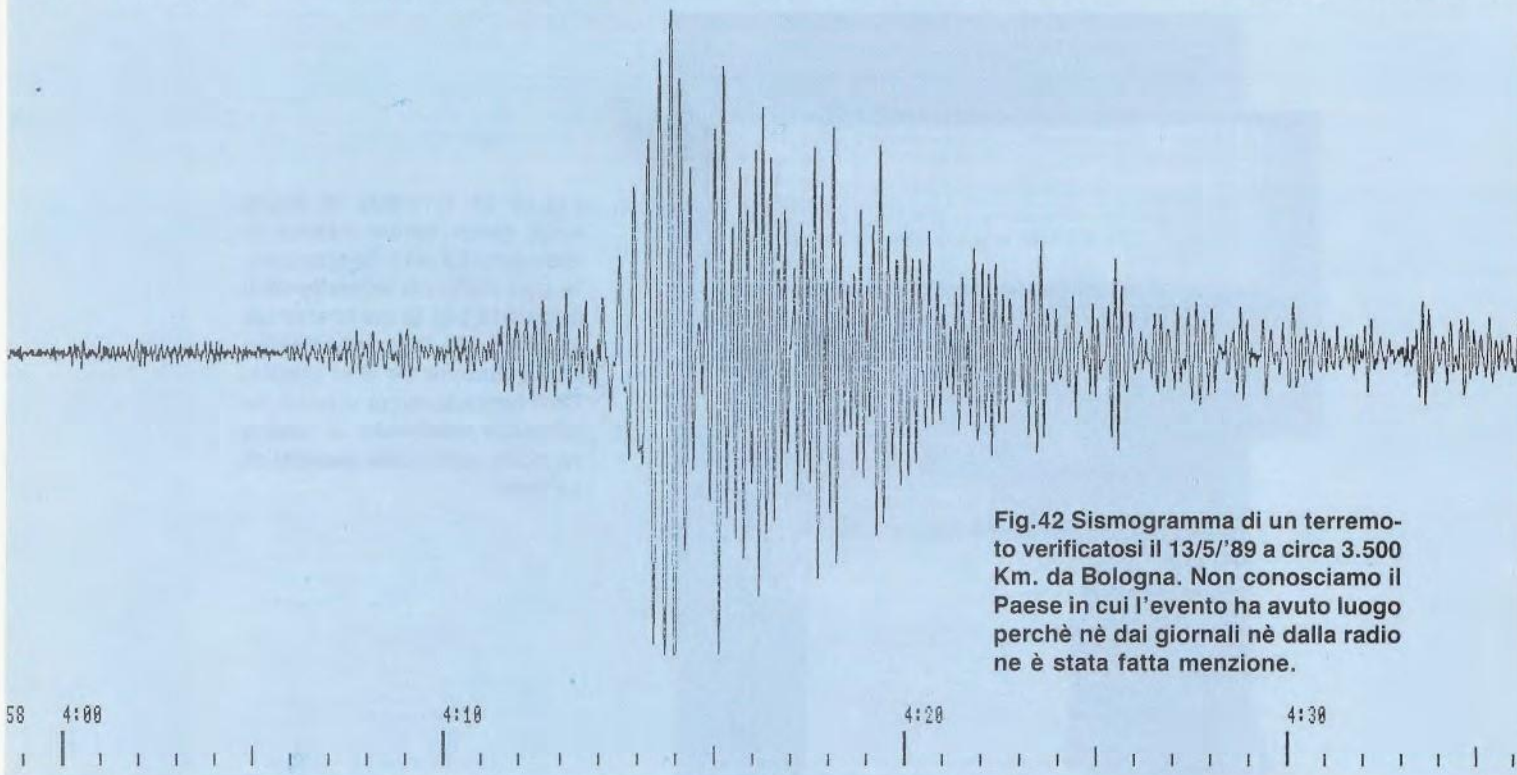


**Fig.40** La tavoletta di legno sulla quale avrete fissato lo stampato LX.923, la stampante con delle viti in legno ed il supporto per la carta termica (vedi fig.17), la potrete fissare verticalmente su una parete. Così facendo la carta potrà facilmente scendere e venire raccolta entro una scatola di cartone.



**Fig.41** Passando a circa mezzo metro dal sismografo, vedrete apparire sulla carta delle sinusoidi che, dopo 4-5 oscillazioni, si attenueranno. Se questo si verifica il vostro sismografo sarà già idoneo a rivelare qualsiasi sisma. L'ampiezza delle sinusoidi dipenderà dalla sensibilità a cui avrete regolato i due potenziometri presenti in tale circuito.





**Fig.42 Sismogramma di un terremoto verificatosi il 13/5/89 a circa 3.500 Km. da Bologna. Non conosciamo il Paese in cui l'evento ha avuto luogo perchè nè dai giornali nè dalla radio ne è stata fatta menzione.**

L'ultima funzione, cioè **6-0** relativo alla **correzione errore quarzo**, la potrete utilizzare solo **dopo un mese** che il sismografo sarà entrato in azione.

Se dopo tale periodo di tempo noterete che l'orologio è andato avanti o è rimasto indietro, potrete correggere tale **errore**.

Ammettendo che l'orologio dopo **3 mesi** sia rimasto indietro di **1 minuto**, dovrete procedere come segue:

- Portate i due commutatori sul numero **6-0**, poi premete **Enter**.

Così facendo azzererete il registro delle eventuali precedenti correzioni.

- Portate i due commutatori sul numero **6-9** (il numero 9 serve per accelerare).

- A questo punto fate **molta attenzione**, perchè ogni volta che premerete il **pulsante Enter** accelererete l'orologio esattamente di **5,3 secondi x mese**.

Perciò se in **3 mesi** sarà rimasto indietro di **60 secondi**, dovrete dividere x 3, ottenendo:

$$60 : 3 = 20 \text{ secondi x mese}$$

Questo numero lo dovrete dividere per 5,3 ed otterrete:

$$20 : 5,3 = 3,77$$

Arrotonderete quindi tale valore a **4**, perciò dovrete e premere il tasto Enter per **quattro volte**.

Dopodiché sposterete il commutatore DATI da

**6-9 a 6-5** e premerete il pulsante Enter per **confermare** la correzione.

Eseguita questa operazione potrete spostare i due commutatori sui numeri **0-0 = stampa con memoria**.

Se invece dopo **4 mesi** vi accorgete che l'orologio è avanzato di **1 minuto**, dovrete rallentarlo e per far questo procederete come segue:

- Portate i due commutatori sui numeri **6-0**, premete Enter per azzerare le precedenti correzioni.

- Portate i due commutatori sui numeri **6-1** (il numero 1 serve per ritardarlo).

- A questo punto già saprete che ogni volta che **premerete** il pulsante Enter l'orologio ritarderà di **5,3 secondi x mese**.

Perciò se in 4 mesi è avanzato di **60 secondi**, significa che in un mese avanza di:

$$60 : 4 = 15 \text{ secondi}$$

Poichè ogniqualvolta premerete il pulsante Enter lo ritarderete di **5,3 secondi**, dovrete dividere i 15 secondi di ritardo per mese x 5,3 e, così facendo, otterrete:

$$15 : 5,3 = 2,83 \text{ volte}$$

Questo numero lo potrete arrotondare a **3**, perciò premerete il pulsante Enter per **tre volte**.

Per **confermare** la correzione, sposterete il commutatore Dati da **6-1 a 6-5**, quindi premerete Enter.

Eseguita questa operazione, riporterete i due



commutatori binari sulla posizione **0-0 = stampa con memoria**.

A descriverle queste operazioni potrebbero sembrare complesse invece, come potrete constatare, all'atto pratico risultano assai semplici da svolgersi.

Terminata la programmazione delle funzioni della velocità della carta, dell'orologio, del contrasto di stampa, della soglia di stampa, il sismografo è già pronto per l'uso.

Gli ultimi consigli che potremmo darvi sono i seguenti:

**1°** Inizialmente tenete i due potenziometri della sensibilità, quello del Sensore e quello dello stadio Stampante a **metà corsa**, poi con la pratica e in funzione della zona in cui abitate, potrete aumentare o ridurre la sensibilità.

Normalmente dovrete regolare la sensibilità in modo che l'ampiezza massima del rumore, cioè dei **microsismi** risulti molto bassa, attorno ai 2-3 millimetri.

**2°** Il sismografo va collocato in modo che il pendolo risulti leggermente inclinato in avanti, perciò dovrete tenere la parte posteriore **10-15 millimetri** più in alto rispetto alla parte anteriore (vedi fig. 37).

Se l'asta fosse perfettamente orizzontale non potrebbe oscillare, perchè non vi sarebbe una forza in grado di riportarla in posizione di riposo.

**3°** Ricordate che la carta termica risulta **sensibile da un solo lato** (lato più lucido), perciò fate attenzione a non inserirla in senso inverso.

**4°** Per inserire la carta dovrete abbassare la leva presente sulla stampante (vedi fig. 14), inserirla e riportare la leva nella posizione iniziale.

Se la leva rimarrà sollevata la stampante non partirà.

**5°** Utilizzate sempre la funzione **con memoria** (i due commutatori binari su **0-0**) e non preoccupatevi se per settimane e settimane non viene registrato nulla.

Per sincerarvi che il sismografo funziona, potrete commutare di tanto in tanto i due commutatori su **1-0** (stampa continua), poi accertato che sulla carta vengono registrati dei microsismi, potrete riportarli su **0-0**.

**6°** Ogni 5-6 giorni controllate che la lancetta si trovi sempre posizionata al centro della sonda e non tutta rivolta verso il fondo scala.

I primi giorni è molto facile che la lancetta si sposti, perchè il mobile metallico del sismografo, una volta installato, si deve **stabilizzare** e per far questo ci vuole almeno un giorno di tempo.

Vi assicuriamo comunque, che anche se la lancetta dello strumento non risultasse in posizione centrale, tutte le onde sismiche verrebbero ugualmente registrate.

Poichè le prime volte, vorrete divertirvi a vedere tutto quello che si verifica, compresi anche i più impercettibili **microsismi**, non limitatevi ad ordinare

un solo rotolo di carta, ma almeno due, per ridurre i costi delle spese di spedizione ed anche per avere sempre un rotolo di scorta.

Vorremmo ancora aggiungere che i terremoti di lieve intensità che si verificano nell'ambito del territorio nazionale (2° - 3° Scala Richter), risultando quasi sempre del tipo superficiale (si verificano a profondità inferiori ai 10 Km.), vengono registrati solo se ci si trova a 100-150 Km. di distanza dell'epicentro.

## COSTO DI REALIZZAZIONE

La sola parte **meccanica** del sismografo visibile nelle figg.23-24-26 ..... L. 80.000

Il solo stadio **sensore** LX.922 completo di nucleo ferrocubo, integrati, bobine L1/L2, strumento, trasformatore TN01.21, porta fusibile (vedi figg.10-11) ..... L. 70.000

Il solo stadio **pilota stampante** LX.923 (vedi figg.12-13) con tutti gli integrati, il quarzo, due commutatori binari, pulsanti, cicalina e trasformatore di alimentazione TN03.59 (esclusa la stampante termica) ..... L.210.000

La sola **stampante termica** STP.1002 L.280.000

Una piattina completa di connettore . L. 8.500

Un rotolo di 30 metri di carta termica L. 7.000

Un contenitore per LX.923 (vedi fig.40) completo di mascherina forata e serigrafata, esclusa la tavoletta in legno per la base ..... L. 30.000

Costo del solo circuito stampato LX.922 L. 7.000

Costo del solo circuito stampato LX.923 L. 21.000

Costo del solo integrato MK.48T02-25 L. 50.000

Costo del solo integrato EP.923 ..... L. 40.000

Costo del solo integrato NE.5521 ..... L. 27.000

Nei prezzi sopraindicati non sono incluse le spese postali di spedizione a domicilio.

**IMPORTANTE:** I pezzi meccanici di precisione fresati, torniti e zincati, gli integrati con funzioni speciali, la stampante termica ultraveloce, incidono notevolmente sul costo di tale progetto. Per sensibilizzare gli studenti, i Radioamatori, gli Istituti Tecnici e gli Enti Pubblici allo studio dei fenomeni sismici, la rivista **Nuova Elettronica** intende dare il suo contributo offrendo l'intero Kit, in via del tutto eccezionale fino al 31 Gennaio 1990, al

**PREZZO SPECIALE** di .....L. **500.000**.

**Quale rivista può darvi di più?**



