

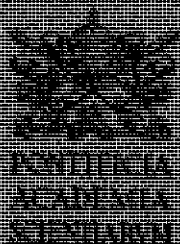
PONTIFICIAE ACADEMIAE SCIENTIARVM SCRIPTA VARIA

5

AGOSTINO GEMELLI O.F.M.

Auxilium Prodigum

LA STRUTTURAZIONE PSICOLOGICA
DEL LINGUAGGIO STUDIATA MEDIANTE
L'ANALISI ELETTROACUSTICA



EX AEDIBUS ACADEMIAE IN CIVITATE VATICANA

MDCCLXII

AGOSTINO GEMELLI O. F. M.

Accademico Pontificio

LA STRUTTURAZIONE PSICOLOGICA
DEL LINGUAGGIO STUDIATA MEDIANTE
L'ANALISI ELETTROACUSTICA



PONTIFICIA
ACADEMIA
SCIENTIARVM

EX AEDIBVS ACADEMICIS IN CIVITATE VATICANA

MDCCCCL

I. — INTRODUZIONE

Riassumo brevemente i risultati che ho ottenuti in questi ultimi anni applicando i moderni progressi dell'elettronica alla registrazione e alla analisi del linguaggio ⁽¹⁾. Ometto di proposito ogni riferimento a quanto fu compiuto in questo campo da altri autori, non numerosi purtroppo, forse a causa della complessità dei mezzi tecnici occorrenti; ma ne ometto la esposizione volendo dare a questo scritto un carattere personale. Ometto anche la descrizione delle varie attrezzature e dei numerosi strumenti che ho dovuto ideare e costruire; strumento fondamentale è sempre stato il tubo catodico; le registrazioni vennero compiute in una camera silenziosa, ove la riverberazione era minima, e l'isolamento fonico ed elettrico accurato; furono usati soggetti varî in maggioranza studenti universitari e vennero registrati brani di prosa e di poesia in italiano, in francese, in lituano, in croato, in sloveno, in cinese. Furono registrate anche alcune frasi dialettali. Data la complessità

(1) Le mie principali pubblicazioni in questo campo sono:

GEMELLI-PASTORI, *Untersuchungen über die Gestaltung der Wörter und Phrases*, « Psychologische Forschung », vol. XVIII, f. 3-4.

IDEM, *L'analisi elettroacustica del linguaggio*, 2 voll., Milano, 1934.

IDEM, *Quelques recherches sur les voyelles*, « Revue d'acoustique », vol. II, fasc. III, 1933; « Arch. néerl. de Phonétique expériment. », vol. X, 1934.

IDEM, *I recenti progressi della elettroacustica nelle loro applicazioni allo studio del linguaggio*, « Atti della Soc. It. per il Progresso delle Scienze », vol. IV, Pavia, 1936.

GEMELLI, *Caratteristiche e variazioni individuali del linguaggio umano: mezzi forniti dall'elettroacustica per rilevarle e valutazione fisio-psicologica dei risultati*, « Boll. Soc. Ital. Biol. Sper. », vol. XIII, f. 5, 1938, p. 321-323.

IDEM, *Variations significatives et variations individuelles des unités élémentaires phoniques du langage humain: moyens fournis par l'électro-acoustique pour le déceler et éva-*

delle ricerche compiute, mi limito a dare, ciò che è più importante, la descrizione dei risultati ottenuti.

Affinchè il lettore possa orientarsi, lo invito a osservare le tav. 23, 24, 25 nelle quali è riprodotto l'oscillogramma microfonico della parola « rissa ». A pronunciare questa parola è stato necessario un periodo di 750 σ ; osservando l'oscillogramma il lettore può seguire il succedersi delle varie vibrazioni impresse all'aria e trasmesse al microfono e da questo trasformate in fenomeni elet-

luation physio-psychologique des résultats, « Proceedings of the third international Congress of phonetic sciences », Ghent, 1938, p. 355-364.

IDEM, *Comunicazione preventiva su di un nuovo metodo di analisi statistica dell'intensità sonora della voce*, « Rendiconti del R. Istituto Lombardo di scienze e lettere », vol. 74^o, 5^o, della serie III, f. 2, 1940-41.

IDEM, *Nuovi contributi alla conoscenza della struttura delle vocali*, « Commentationes Pontificiae Academiae Scientiarum », A. I, vol. I, 1937.

IDEM, *Nuovi risultati nell'applicazione dei metodi dell'elettroacustica allo studio della psicologia del linguaggio*, « Rendiconti del Seminario Matematico », Milano, 1937.

IDEM, *Nuove applicazioni dei metodi dell'elettroacustica allo studio della psicologia del linguaggio*, « Arch. It. di psicologia », vol. XV, fasc. II-III, 1938.

IDEM, *Osservazioni sul fonema dal punto di vista della psicologia*, « Il Valsalva », Roma, 1937.

IDEM, *L'analyse électroacoustique dans l'étude de la psychologie du langage*, « Journ. de Psych. », XXXIV, n. 9-10, 1937.

IDEM, *Observations sur le phonème au point de vue de la psychologie*, « Acta Psychologica », vol. IV, I, 1938.

IDEM, *Variations signalatrices et significatrices et variations individuelles des unités élémentaires phoniques du langage humain: moyens fournis par l'électroacoustique pour le déceler et évaluation physio-psychologique des résultats*, « Archivio di psicologia neurologia psichiatria e psicoterapia », A. I, fasc. I-II, 1939.

GEMELLI-PASTORI, *Nouvelle contribution à la connaissance de la structure des voyelles*, « Arch. néerl. de Phonétique expériment. », vol. XIV, 1938.

IDEM, *La durata minima delle vocali, sufficiente alla loro percezione*, « Arch. di Fisiologia vol. XXXIII, fasc. 3, 1934.

IDEM, *Untersuchungen ueber die zur Wahrnehmung notwendige Mindestdauer eines Lautes*, « Acta Psychologica », vol. I, n. 2, 1935.

IDEM, *Quelques recherches sur la structure des consonnes*, « Arch. It. de Biologie », t. XCII, 1934.

IDEM, *Ricerche elettroacustiche sopra il « timbro di voce » nel linguaggio parlato*, « R. Acc. d'Italia, Mem. della Classe di Sc. Fis. Mat. e Nat. », vol. VI, 1934.

GEMELLI-SACERDOTE, *Un metodo per l'analisi statistica dell'intensità sonora del linguaggio*, « Pontificia Academia Scientiarum, Commentationes », vol. V, n. 9, 1941, a. 569-603.

GEMELLI, *Il punto di vista della psicologia nello studio del linguaggio*, « Arch. di psic. neurol. psych. e psicot. », a. VII, f. 2, aprile-giugno 1946, p. 113-134.

trici registrati con il tubo catodico. In uguale modo ho registrato altre parole e intiere frasi delle quali altri esempi sono dati nelle tavole 26, 27 e 28 nonchè nelle tavole da 3 a 22. Se non che la semplice lettura di questi oscillogrammi pur interessanti che essi siano per la morfologia dei singoli fonemi, poco dice; occorre integrare i risultati dell'osservazione con opportune analisi, compiute per via elettronica. È necessario cioè descrivere la struttura dei singoli suoni, determinare le variazioni dell'altezza tonale, della intensità, il numero e il carattere delle pause, la influenza della fatica, gli stati emotivi, le variazioni cioè dei singoli suoni dovute a varie cause. Più precisamente: 1) bisogna studiare l'influenza di ciascun suono su di un altro, sia antecedente, sia susseguente. Affinchè il lettore possa esaminare gli oscillogrammi di parola o di frase e riconoscere le modificazioni che ciascun suono subisce per effetto della posizione che essa ha in una parola, riproduco innanzitutto alcune vocali tipiche (tav. 1 e 2) pronunciate da due soggetti italiani (maschile e femminile) la cui pronunzia è molto corretta. Le vocali erano pronunciate con voce sostenuta. Chi confronta queste due tavole con le ricordate sopra, riscontra che in una frase non si trovano quasi mai le vocali con i periodi ciclici tipici; bensì questi vengono più o meno modificati; ciò si deve in primo luogo all'influenza che il suono precedente o quello susseguente ha sulle vocali; 2) altre variazioni sono dovute all'accentuazione, ossia all'altezza tonale ed alla intensità con cui la parola è pronunciata; 3) alcune variazioni sono dovute al significato della parola, così che, pur conservando il suo valore lessicologico, la fisionomia della parola è completamente trasformata a causa del significato che la frase ha (ad esempio, a seconda che la stessa frase è interrogativa ovvero affermativa). Di altre variazioni avrò occasione di dire poi. In una parola il linguaggio ci si presenta come una corrente, continuamente variabile, di suoni; è compito dello psicologo cercare il significato di queste variazioni della corrente del linguaggio che il tubo catodico permette di registrare su di un film. Fisio-

logi, fisici, linguisti, fonetici, fonologi possono studiare queste variazioni da altri punti di vista. Allo psicologo interessa cogliere le correlazioni che vi sono tra queste variazioni e gli stati psichici dei quali esse sono espressione.

Tentativi recenti furono fatti per studiare queste variazioni con un solo strumento; ma esse non danno, a mio modo di vedere, un risultato soddisfacente ⁽¹⁾

È necessario adunque procedere con diversi mezzi di analisi, e ciò a seconda dello scopo che ci si propone. Nelle ricerche che qui io descrivo, ho registrato, oltre la curva ricavata direttamente dal microfono, l'altezza tonale e l'intensità dei singoli fonemi, nonchè l'analisi armonica (compiuta anch'essa per via elettronica) delle fondamentali e delle armoniche costitutive di quei suoni dei quali una analisi è possibile, ossia di quelli costituiti da variazioni periodiche. Sulla base di questi dati, opportunamente comparati, ho determinato i caratteri e i limiti delle variazioni dei singoli fonemi; questo è importante dal punto di vista dal quale io mi sono posto, che è quello della psicologia. Non interessa allo psicologo sapere come è costituita, ad esempio, una determinata vocale; bensì come questa varia in correlazione alla funzione che essa viene a compiere in una determinata parola, pronunciata in una determinata

(1) Tale è il caso di quanto ha fatto M. Joos adoperando lo spettrografo acustico costruito da POTTER e compagni e descritto da essi nel « Journal of acoustical Society of America » (17, 1-89, 1946). Vedasi anche: POTTER, KOPP, GREEN, *Variable Speech*, New York 1947. I risultati ottenuti da Joos furono descritti nella memoria: *Acoustic Phonetics*, « Language », vol. XXXIV, N. 2 segg., giugno 1948.

Ancor meno persuasivi sono i risultati dovuti a M. v. ALVAREZ PUEBLA DE CHAVEZ, con uno strumento chiamato fotoliptòfono (*Problemas de fonetica experimental*, La Plata, 1948). I risultati ottenuti con questo strumento sono senza dubbio inferiori a quelli ottenuti con il tubo catodico. Il fatto, sul quale questo autore fonda la sua critica ai miei lavori, e cioè che il suo metodo permette di riprodurre i suoni in modo da poterli controllare con l'orecchio non ha, a mio modo di vedere, importanza, perchè è possibile; ed io uso farlo, all'uscita dell'amplificatore non solo mandare ciò che si deve registrare, con un cannello, ad un tubo catodico onde permettere il controllo visivo, ma anche, con un altro cannello, al disco fonografico o al magnetofono per il controllo acustico. Nelle mie esperienze il confronto del dato grafico con quello acustico è sempre possibile.

condizione, in una frase che ha un determinato scopo e quindi una determinata struttura; bisogna inoltre determinare come, ed entro quali limiti, queste variazioni sono influenzate, non solo dal contesto del discorso, ma anche dagli stati soggettivi e dalle condizioni ambientali (monologo, colloquio, parola in un ambiente rumoroso, ove altri parla, ecc.) in cui la parola è emessa. Io mi sono cioè proposto di studiare il linguaggio nella sua strutturazione per ricavarne le leggi psicologiche che regolano questa strutturazione.

II. — LE VARIAZIONI DELLE VOCALI NEL LINGUAGGIO PARLATO

In un oscillogramma elettroacustico le variazioni più importanti e più caratteristiche si verificano, nel linguaggio parlato e, nelle lingue più evolute e più moderne, nelle vocali; variazioni di piccolissima importanza noi troviamo, in queste lingue, nelle consonanti non sonore che non sono costituite da variazioni periodiche; invece nelle consonanti sonore, costituite da variazioni periodiche, noi rileviamo importanti modificazioni in quanto si fondono con le vocali precedenti o soprattutto seguenti; anzi la fusione è tale che le armoniche delle vocali si sovrappongono alle variazioni periodiche caratteristiche di ciascuna consonante.

Mentre nel comune linguaggio queste variazioni sono notevoli, esse, come ho già ricordato, si attenuano sino a scomparire nelle vocali così dette sostenute o cantate; in questo caso noi osserviamo nell'oscillogramma solo le modificazioni caratteristiche dovute al giuoco complesso delle varie parti del tubo fonatorio atteggiato in modo da pronunciare la vocale tipica; grazie a queste caratteristiche si riconoscono le singole vocali. Questo per ciò che riguarda la struttura delle singole vocali. È cioè da tener presente che ciascuna vocale è data dal susseguirsi di un certo numero di quelli che io ho chiamati cicli (o periodi) tipici, ossia dal fatto che una vocale presenta il sovrapporsi alla fondamentale di un determinato numero di armoniche, cosicchè ciascuna vocale tipica, o fondamen-

nomia; specie in soggetti tedeschi, che pronunciano vocali con attacco forte, la vocale si inizia senza il graduale trasformarsi. Altra caratteristica è data dalla varietà del numero dei cicli tipici; si va da vocali in cui si hanno cinqu e sei cicli tipici (il minimo da me osservato, che, per varie considerazioni qui ometto di riferire, è il minimo necessario per riconoscere una vocale, è di due o tre cicli) a vocali in cui si arriva sino a trenta cicli. Più grande, come già ho ricordato, è l'influenza dei suoni precedenti e susseguenti; in alcuni casi si arriva alla perfetta fusione dei due suoni.

Nella voce parlata non si hanno che pochissimi cicli perfettamente uguali; ciò avviene quando una vocale è fortemente accentuatata; per lo più i periodi ciclici gradatamente si trasformano; invece nelle vocali sostenute, come in quelle cantate, le differenze tra i singoli cicli sono minime.

Si può dire, come ho ricordato, che la vocale *a* è la più resistente ad essere influenzata da suoni che la precedono o la seguono; è raro, anche se ridotta a pochi cicli, che essa perda le sue caratteristiche. La vocale *i* è la più plastica. Negli oscillogrammi i cicli di *i* si trasformano per gradi insensibili sino al punto da essere fusi con i cicli di altri suoni; in qualche caso essi arrivano a conservare soltanto le grandi armoniche; nelle *i* susurrate esse conservano solo le armoniche più elevate. La vocale *u* si fonde con le semivocali nei dittonghi; si fonde con le consonanti sonore nelle sillabe; e la fusione può talvolta essere tanto perfetta da non potersi dire quanto nell'oscillogramma è dovuto alla consonante e quanto alla vocale.

Solo il linguaggio nel tono di conversazione permette di fare uno studio comparato tra le singole vocali. Però non basta la calcolazione delle curve oscillografiche ottenute direttamente dal microfono; occorre anche la registrazione della intensità e delle sue variazioni e la registrazione dell'altezza tonale; più importante è l'analisi automatica elettronica dei toni componenti le singole vocali.

Se l'esame dell'oscillogramma microfonico mostra, come ho detto, che il numero dei cicli costitutivi di una vocale varia e che pure il complesso e la durata dei cicli varia e che vi sono deformazioni più o meno intense nei cicli di transizione, bisogna però determinare come queste variazioni delle vocali si verificano in rapporto al posto che le vocali occupano.

Da questo punto di vista lo studio degli oscillogrammi può fornire elementi decisivi per la risoluzione di quesiti intorno ai quali il dibattito dei fonetici e dei fonologi dura da tempo; ad esempio il dibattito sul significato di « lunghe » e « corte » vocali, quello delle vocali « aperte » e « chiuse ».

A riguardo della prima questione, affermo che solo l'oscillografia può permettere di risolvere l'annosa questione. Solo l'oscillogramma infatti permette di calcolare la durata e il numero dei cicli in millisecondi. Ci troviamo nell'oscillografia di fronte ad un dato di fatto obiettivo che non può essere fornito con nessun altro mezzo tecnico.

È stato obiettato che il linguaggio ha per funzione di essere percepito dall'orecchio e che lo studio dei fenomeni che non possono essere rilevati dall'orecchio non ha importanza. Rispondo che queste variazioni continue dei cicli di una vocale in una gamma intorno ad un punto centrale sono di importanza grandissima. Un suono complesso come una vocale risulta dalle onde sonore proprie di ciascun ciclo; è vero che noi riconosciamo con l'orecchio una determinata vocale con la sua caratteristica di durata, con il suo colore, senza necessità che l'orecchio compia l'analisi che noi compiamo con i metodi elettroacustici. Ma se una vocale risulta dall'insieme dei cicli che la costituiscono (cicli iniziali atipici, cicli tipici della fase centrale, cicli atipici finali, cicli delle fasi di trasformazione ad altri suoni), ciò vuol dire che ciascuna vocale ha una sua propria fisionomia acustica che è una unità risultante da una somma di fattori elementari; cioè la vocale è da considerare una totalità a dare la quale cooperano elementi differenti; questi,

a seconda della funzione delle singole vocali, le conferiscono una diversa fisionomia. Con orecchio per lo più noi non distinguiamo questi particolari fattori dei quali risulta ciascuna vocale; comunemente cioè noi non sappiamo dare un giudizio esatto sulla lunghezza maggiore o minore di una vocale; l'orecchio però ci permette di riconoscere una vocale e di differenziarla da un'altra avente un'altra struttura e perciò una fisionomia differente, in quanto l'orecchio percepisce il « tutto » degli elementi costituenti una determinata vocale; noi possiamo riconoscere ciascuna vocale come quella tal vocale grazie a un complesso processo della percezione che la moderna psicologia ha potuto descrivere. Sperimentatori bene educati con l'esercizio dell'analisi acustica mediante l'orecchio possono riconoscere l'esistenza di determinate armoniche, la loro assenza; su questo controllo acustico si fondono ben note e recenti ricerche. Ma nel percepire il comune linguaggio e nel servircene come di un complesso di « segni » acustici noi non abbiamo bisogno di fare questa analisi. Solo l'analisi elettroacustica ci può permettere di determinare quali sono gli elementi grazie ai quali una determinata vocale ha una specifica struttura e perciò una specifica funzione. Si ha qui cioè un caso caratteristico della legge della « Gestalt », per la quale una unità percettiva è data da stimolazione sensoriali differenti del recettore acustico, fuse a dare all'insieme un carattere specifico che non è il risultato della somma degli elementi costitutivi, ma qualcosa di più e di diverso, che noi riconosciamo come tale e ad esso attribuiamo un significato.

Ciascuna vocale adunque prende nella parola, a seconda del modo nel quale è pronunciata, una funzione determinata che è intimamente legata alla sua struttura fonica: vedremo più oltre che non si tratta tanto di cogliere con l'orecchio le caratteristiche di un suono, quanto di percepirne la differenza da altri, il che conferisce a quel suono una vita in virtù delle cosiddette « opposizioni ».

Inoltre, come ho ricordato, la durata di ciascuna vocale è in rapporto con l'accentuazione; con questo non dico che una vocale

con maggiore durata sia sempre accentuata; ma dico che nella vocale accentuata sono più numerosi i periodi tipici; sono questi più ricchi di armoniche; più complessa ne risulta la struttura in confronto di quanto non si ha nella vocale non accentuata; noi percepiamo una vocale come lunga, o breve, non tanto, e solo, perchè essa dura un tempo più lungo, o più breve, il che è sempre relativo, ma perchè vi sono in quella vocale più numerosi i periodi tipici, ricchi di armoniche. Senza dubbio per dare la percezione di vocale lunga, o breve, entrano in giuoco le fasi di trasformazione tra un suono e l'altro suono, quei periodi atipici iniziali e finali di una vocale che servono a permettere il trasformarsi di una vocale in una consonante sonora, o viceversa; insomma hanno grande importanza quei processi vari grazie ai quali si passa da un fonema all'altro e che sono, almeno in parte, effetto dell'influenza dei singoli fonemi tra loro. Per il fatto di accentuare una parola si modifica la impostazione del tubo fonatorio quando produciamo la vocale; il fatto che ai cicli tipici si arriva rapidamente o invece che essi cessano rapidamente, o, viceversa, che essi si stabiliscono lentamente, o che si trasformano, e si fondono con i periodi dei suoni seguenti, conferisce alle vocali un colore caratteristico per il quale si distinguono dalle altre. Elemento primario e fondamentale di una vocale accentuata è dunque la presenza di periodi ciclici tipici, più o meno ricchi di armoniche, e la durata, maggiore o minore, dei cicli atipici e le loro caratteristiche.

Non si può dunque parlare, a rigore di termini, di vocali brevi o lunghe, perchè la durata totale di una vocale è un fatto relativo; l'aspetto caratteristico per il quale una vocale viene percepita come lunga, o corta, è costituito dal fatto della sua estensibilità o della sua non estensibilità, come ha affermato E. RICHTER sulla base dei miei oscillogrammi; meglio, e più precisamente, le vocali lunghe sono quelle ove prevalgono i periodi tipici ricchi di armoniche in confronto dei periodi di transizione; quelle vocali cioè la cui connessione con il fonema precedente o seguente si fa mediante nu-

merosi periodi di transizione, senza però che i fonemi precedenti o seguenti esercitino una influenza notevole sulla vocale, modificandola nella sua strutturazione. Forse più che di vocali lunghe o brevi, si dovrebbe parlare di vocali forti e di vocali deboli se questa espressione non si prestasse ad equivoci.

L'altra questione che può dall'oscillogramma essere risolta è quella della struttura delle vocali aperte e chiuse. L'oscillogramma microfónico dimostra che la differenza dei due tipi di vocali non è data dalla durata delle due vocali, ma dalla strutturazione dei periodi tipici; questi periodi ciclici, più ricchi di armoniche, sono più numerosi, più costanti nella loro strutturazione, e più uniformemente ricchi di armoniche nelle vocali aperte; soprattutto nelle vocali aperte vi sono numerose fasi di trasformazione con i fonemi antecedenti e susseguenti e sono esse di più lunga durata; si osserva in questo caso che l'attacco è dolce e che si passa gradualmente da periodi non tipici, con poche armoniche, a periodi sempre più tipici e più ricchi di armoniche divenendo sempre più complessi; invece nelle vocali chiuse si hanno periodi tipici molto meno numerosi, ridotti talora a pochissimi, e le fasi di transizione sono di breve ed anche di brevissima durata, di guisa che si arriva con minore gradualità ai periodi tipici.

✱ Questo risultato dell'esame qualitativo degli oscillogrammi viene confermato se si passa ad analizzare elettronicamente le singole vocali. Io ho costruito un analizzatore elettronico che permette di seguire sul film le vocali, nel loro decorso, nella loro strutturazione; dei risultati ottenuti con esso ne è dato esempio negli spettogrammi riprodotti nella presente memoria (da fig. 1 a fig. 7).

Si può per mezzo dello spettogramma determinare :

- 1) i supertoni costitutivi delle vocali nei singoli periodi ciclici successivi;
- 2) il numero e la distribuzione delle zone di risonanza;
- 3) la variazione dell'intensità sonora nell'andamento generale di una vocale;

4) la variazione della tonalità, pure nell'andamento generale, di una vocale, dato dal comportamento della fondamentale.

Esaminando qualcuno degli spettrogrammi riprodotti osserviamo :

1) La fondamentale varia; non tutta la vocale è pronunciata sullo stesso tono, così che si può parlare di un mutamento di tono anche nell'interno di una vocale.

2) Varia pure la intensità sonora di ciascun periodo benchè ciò in modo meno evidente.

3) Osservando i singoli periodi costitutivi di una vocale si rileva che le zone di risonanza proprie di ciascuna vocale si spostano in alcuni casi verso l'alto, in altro verso il basso.

4) Varia anche il numero delle armoniche.

Dunque abbiamo un complesso di dati a dare la variazione dei quali influiscono fattori soggettivi (ad es., il contenuto emotivo di ciò che è pronunciato), ovvero il carattere della voce o la posizione che essa occupa in una parola, ovvero il fatto che il soggetto fa su di essa cadere uno speciale accento in relazione al significato e all'andamento della frase.

III. — LE DIFFERENZE INDIVIDUALI NEL LINGUAGGIO E LIMITI DELLE LORO VARIAZIONI

Le differenze individuali si presentano particolarmente evidenti se, invece di confrontare i singoli fonemi, si confrontano frasi pronunciate da soggetti diversi ai quali si dà per compito di pronunciarle dando loro un carattere personale. A questo scopo è necessario studiare :

a) la variazione dell'intensità sonora;

b) il comportamento dell'altezza tonale sulla quale ciascun fonema è emesso;

c) la rapidità dell'emissione delle parole;

d) la lunghezza degli intervalli tra le parole o tra le fasi.

Per ricerche di questo genere si richiedono soggetti addestrati alle ricerche psicologiche, che leggano (con la loro pronuncia abituale e caratteristica e con il tono di voce del quale usano comunemente) il brano dato da leggere, così da ottenere una pronuncia colorita in modo personale. I soggetti debbono essere abituati a parlare in una camera silenziosa ed assorbente; essi parlano dinanzi a uno o più microfoni che sono opportunamente nascosti nelle pieghe di una tenda. Si registra contemporaneamente l'oscillogramma microfonico, l'altezza tonale mediante un tonometro che io stesso ho ideato, la intensità mediante un voltmetro (a seconda dei casi la registrazione è logaritmica o lineare). Inoltre di ciascuna frase viene fatta contemporaneamente la registrazione mediante il magnetofono così da potersi fare il controllo acustico quando si esaminano gli oscillogrammi. Si ha così la possibilità di studiare con cura e con tranquillità quanto è registrato sui tubi catodici (ne occorrono almeno tre); la immagine del punto luminoso dei tubi viene fatta convergere sull'obiettivo di una camera cinematografica ideata per questo scopo. In questa guisa si ottiene di studiare la rappresentazione grafica dei suoni costituenti il linguaggio nei loro elementi fondamentali: struttura, intensità, altezza tonale, e di confrontare con quanto noi possiamo percepire riudendo ciò che fu pronunciato mediante il magnetofono.

Vediamo i singoli risultati ottenuti:

1. - La voce dei soggetti da me esaminati presenta una estensione tonale (ambito fra il tono più alto usato e quello più basso) che in media, per tutti i soggetti esaminati, è 1,79 in ottave, mentre è per i soggetti maschi di 1,57 e di 2,02 per i soggetti femminili. Ma

queste cifre nulla dicono; e non hanno significato soprattutto perchè i miei soggetti erano elementi selezionati (studenti universitari) che leggevano i brani (poesia e prosa) con una certa enfasi involontaria dovuta all'impegno posto nell'eseguire il compito assegnato. Il livello medio della fondamentale (altezza del tono nel quale il brano è letto) era di 130,1 Hz. per i soggetti maschili e di 263,7 Hz. per i soggetti femminili e di 196,9 Hz. per tutti i soggetti. Ma per i maschi si va da un minimo di 83,1 Hz. ad un massimo di 363,9 Hz.; per le donne da un minimo di 107,9 Hz. ad un massimo di 412 Hz.

Ciò che è importante è invece l'andamento della melodia; vedremo in un paragrafo successivo che la variazione dell'altezza tonale assume un valore espressivo in quanto, se, come si sa, essa conferisce un determinato significato alla frase, bisogna darne la dimostrazione. L'andamento della variazione tonale non è cioè da mettersi in correlazione con gli stati affettivi dei miei soggetti, i quali tutti, come ho detto, leggevano con una certa involontaria enfasi e dando colorito ai versi, ma tale andamento acquista un significato come espressione personale del valore significativo delle singole frasi; ossia ciascun soggetto nel declamare dava una accentuazione e una colorazione alle frasi a seconda del maggiore o minore valore che essi davano alle parti di queste frasi.

2. - Una importanza notevole è da attribuirsi alla variabilità dell'altezza tonale sulla quale i singoli soggetti facevano la lettura dei brani loro assegnati. Disponendo i dati in un grafico che permetta di confrontare in quale maniera in ciascun soggetto sono distribuite le differenze dell'altezza tonale (cioè mettendo sulle ordinate la percentuale del numero totale dei casi in cui sono distribuiti i vari toni usati e indicando ciascuna altezza tonale impiegata sulle ascisse con la nota corrispondente della scala temperata) si ottiene un diagramma che è caratteristico per ciascun soggetto (vedasi grafico 1 e 2). Si osserva che esso è conservato uniforme per ciascun

TABELLA PRIMA. — Altezza del tono e sue variazioni durante la lettura di un frammento di poesia.

	SOGGETTI MASCHI						Media per i soggetti maschi	SOGGETTI FEMMINE						Media per i soggetti femmini	Media totale
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
Estensione dell'altezza tonale sulla quale la frase è stata pronunciata	1,90	1,91	1,25	1,62	1,30	1,48	1,57	2,55	1,28	2,26	2,05	1,51	2,46	2,02	1,79
Livello medio (in vibrazioni doppie) dell'altezza tonale nella quale la frase è stata pronunciata	129,5	117,9	140,2	120,5	131,6	140,9	130,1	260,1	280,7	215,9	270,5	264,1	290,9	263,7	196,9
Deviazione media (in toni) dal livello medio	1,9	1,7	1,5	1,9	2,1	2,7	1,97	1,7	1,5	2,9	1,1	1,4	1,6	1,7	1,83
La più grande altezza del tono impiegato (in vibrazioni doppie)	273,1	283,1	309,5	126,8	318,9	363,9	—	712,9	301,1	540,0	544,7	352,1	473,9	—	—
La più piccola altezza del tono impiegato (in vibrazioni doppie)	88,6	83,1	354,2	181,7	128,5	144,0	—	140,0	119,4	107,2	114,5	133,9	112,9	—	—

soggetto entro certi limiti, qualunque sia il brano letto e qualunque sia il contenuto, più o meno ricco di elementi emotivi, del brano stesso. Così il valore medio dell'altezza del tono impiegato si conserva uguale. Questo valore medio non ha un grande significato; ma ha significato la diversa distribuzione dei toni usati come risulta evidente dai diagrammi uniti. La tabella prima riassume i dati raccolti.

Le curve dell'altezza del tono impiegato dai differenti soggetti mostra che la distribuzione dei valori prende generalmente la forma ben conosciuta a campana. È importante tuttavia osservare che, mentre per alcuni soggetti la gamma dei toni usati mostra che le variazioni dell'altezza tonale sono poco numerose e che esse si distribuiscono, più o meno, attorno ad un valore centrale, per altri soggetti al contrario la variabilità dei toni è ben maggiore. Solamente alcuni soggetti mostrano una preferenza nell'uso dei toni di determinata altezza, che perciò si presentano più di frequente. Si tratta insomma di differenze individuali.

Si tratta di determinare l'influenza che il contenuto di quanto è pronunciato esercita, in confronto di ciò che è da attribuirsi alle differenze individuali. Da questo diagramma risultano messe in luce le differenze individuali; vedremo poi come si può mettere in luce la influenza del contenuto di ciò che è detto, ossia il valore espressivo dei suoni e dei loro complessi.

3. - Quanto alle variazioni individuali dell'intensità sonora, esse possono essere segnate grazie al voltmetro elettronico e sono determinate in decibels. Innanzitutto è da rilevarsi che si ha una variazione da sillaba a sillaba; si può perciò determinare la intensità sonora di ciascuna sillaba (intensità sillabica); ed è facile calcolare la variazione media in Db. di questa intensità sillabica. Si può inoltre ottenere, con il calcolo, la deviazione in Db. dei suoni più intensi in ciascuna sillaba dalla media relativa dell'intensità sillabica. Questo indice può servire (come dimostra la tabella seconda) ad illustrare le caratteristiche di ciascun soggetto.

TABELLA SECONDA. — *Indice di deviazione del potere sillabico in Db.*

M A S C H I		F E M M I N E	
Soggetto 1	5,8	Soggetto 1	6,1
» 2	4,9	» 2	5,3
» 3	7,9	» 3	8,6
» 4	5,1	» 4	9,1
» 5	6,7	» 5	5,5
» 6	4,9	» 6	6,0
Valore medio: 5,8		Valore medio: 6,7	

Questo indice di deviazione è costante, e perciò è caratteristico per ogni soggetto, in modo che può servire a differenziare il linguaggio di ciascun soggetto? Mi sembra di no; vi sono variazioni dell'indice sillabico che sono dovute a differenti fattori e che hanno un valore in un determinato momento. Manca quindi la base per trovare nell'indice di deviazione del potere sillabico un elemento caratteristico per differenziare i singoli soggetti. Le variazioni della intensità debbono essere invece studiate insieme con le variazioni della tonalità, perchè le due conferiscono all'accento della parola, o della frase, un particolare significato; quindi l'intensità entra insieme con l'altezza tonale come elemento espressivo, cooperando così a rivelare il significato della espressione. Di ciò più avanti.

4. - Un elemento differenziatore dei singoli soggetti è dato invece dalla maggiore o minore rapidità usata nella fonazione.

Mettendo come base per il confronto il tempo impiegato da ciascun soggetto per leggere il brano da esaminare, si calcola quale è il tempo realmente impiegato per emettere i suoni, cioè sottraendo dal tempo impiegato e registrato nell'oscillogramma, il tempo che non è impiegato per l'emissione dei suoni, ma che è dato dalle pause, dagli intervalli, ecc.; dunque il tempo di fonazione. Si calcola inoltre il numero delle parole pronunciate in un minuto sia

TABELLA TERZA. - *Rapidità della fonazione.*

	SOGGETTI MASCHI						Media per i soggetti ma- schili	SOGGETTI FEMMINE						Media per i soggetti fem- minili	Media totale
	Media per i soggetti maschi							Media per i soggetti fem- minili							
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
Tempi totali di fonazione (in secondi) .	160,5	157,2	168,1	186,1	172,9	155,6	185,3	170,9	160,2	158	155,3	165,1	165,8	166,2	
Tempi per cento di fonazione (rapporto tra tempo reale di emissione e il precedente totale di fonazione)	45,5	51,2	56,3	59,4	53,9	49,1	51,2	54,9	58,6	41,5	53,7	61,2	53,5	53,1	
Tempi per cento di fonazione delle frasi (cioè il rapporto precedente calcolato dopo l'eliminazione delle pause tra le frasi e i periodi) . . .	71,2	69,1	68	77,5	67,2	71,9	73,2	67,4	61,3	74,2	75,9	75,9	69,7	70,2	
Numero delle parole per secondo, calcolate per il tempo totale	162,3	161,3	105,6	187	125,5	180,1	220,5	170,6	150,4	125,7	137,8	218	137,2	145,4	
Numero delle parole per secondo, calcolate per il tempo di fonazione della frase	226,1	190,6	188,5	240,3	216,9	270,5	290	276,1	230,5	219,6	310,2	—	170,5	188	

tenendo conto delle pause, sia escludendo queste pause dal calcolo. La tabella terza riassume i dati ottenuti.

Risulta da questa determinazione che alcuni soggetti presentano un tempo di fonazione più grande della media; di questo fatto si può avere una spiegazione ricordando che, allorchè il soggetto legge con enfasi, colorando le frasi, articolando bene ciascun fonema, sottolineando qualcuno di essi, insistendo sul tono affermativo od interrogativo, ponendo numerosi e frequenti pause, risulta che il tempo impiegato per la fonazione è più lungo. Se si eliminano le interruzioni più notevoli, ed anche quelle che si hanno tra frasi e periodi, abbiamo il tempo di fonazione reale; vi ha tuttavia un aumento per quei soggetti la cui lettura è molto accentuata nei particolari e molto colorata.

Dunque il tempo di fonazione (rapporto tra il tempo nel quale si ha realmente l'emissione del suono e il tempo totale di fonazione) e il tempo di fonazione delle frasi (tempo di fonazione calcolato dopo eliminazione delle pause), servono a caratterizzare il linguaggio colorito; questa caratteristica è più evidente considerando il tempo di fonazione delle frasi. Non ho mai notato una differenza notevole tra i soggetti maschi e femmine.

5. - È interessante determinare la distribuzione delle pause nei differenti soggetti.

Questa distribuzione è indicata chiaramente nei diagrammi uniti (grafici 3-4).

Se si indica l'ordine di frequenza delle pause di differente lunghezza, ne risulta che, mentre la curva generale mostra una diminuzione totale delle pause man mano che esse si allungano e che la pausa più frequente è quella avente la durata di $1/5$ di secondo, al contrario l'esame comparato di ciascun soggetto mostra che essi si comportano in modo differente.

La curva delle pause mostra che vi hanno soggetti in cui le pause più frequenti sono di tre o quattro tipi quanto alla durata,

mentre in altri soggetti vi ha un solo tipo di pausa; inoltre la durata più frequente non è uguale in tutti i soggetti.

6. - Il calcolo del numero delle parole pronunciate durante il tempo totale della fonazione e il calcolo del numero delle parole pronunciate durante il tempo di fonazione della frase, permettono di determinare alcune differenze individuali per ciò che si riferisce alla emissione delle parole.

Questi due dati sono significativi perchè l'indice di correlazione tra l'interruzione fra le frasi e il numero delle parole dimostra quale influenza ha la interruzione sulla rapidità delle parole; tale influenza è relativamente piccola.

IV. — VARIAZIONE DELL'ACCENTO TONALE

Una particolare attenzione deve essere data alle variazioni della accentuazione. Sono queste variazioni tali da potersi assumere come variazioni di caratteristiche individuali?

Mi pare di poter rispondere affermativamente.

Se si confronta con quale intonazione si presentano in un frammento di frase sufficientemente lungo il numero delle sillabe che presentano una melodia discendente, si riscontra che esso è presso a poco uguale a quello delle sillabe che presentano una melodia ascendente, pur avendosi una lieve prevalenza delle sillabe a melodia discendente.

Questo risulta evidente dalla tabella quarta.

Nell'esame dei soggetti che leggevano il brano dato loro ho rilevato che il 24 % di sillabe tendevano a salire; mentre il 50,3 % delle sillabe presentava tendenza a scendere; nel 16,1% dei casi l'altezza tonale rimaneva invariata. La media delle inflessioni discendenti (in toni) oscillava tra 1,4 e 2,5; la media per le inflessioni ascendenti oscillava tra 1,3 e 2,5. Non ho notato differenza notevole tra i sessi. Più importante è la distribuzione delle inflessioni.

TABELLA QUARTA. — *Classificazione delle inflessioni della curva della melodia.*

	SOGGETTI MASCHI						Media per i soggetti ma- schili	SOGGETTI FEMMINILI						Media per i soggetti fem- minili	Media totale
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
Percentuale delle in- flessioni discendenti	35,5	29,1	59,4	48,2	56,3	61,8	48,7	47,2	61,9	58,4	39,2	40,6	61,2	51,2	50,2
Media del grado di in- flessione discendente (in toni)	2,1	1,7	1,2	1,6	2,4	2,5	—	1,9	1,6	2,1	2,7	1,8	1,2	—	—
Percentuale dell'inflex- sione ascendente .	57,7	35	29,1	28,6	35,5	22,3	34,7	—	21,2	28,3	41,6	51,8	25,6	33,7	34,2
Media del grado di in- flessione ascendente (in toni)	1,8	1,3	1,6	1,4	2,5	2,5	—	—	1,4	2,3	1,9	1,6	1,5	—	—
Percentuale dei casi in cui è mantenuto lo stesso livello . . .	6,8	15,9	37,5	23,2	8,3	15,9	17,8	—	17,5	13,3	19,2	7,6	13,2	14,2	16

Si possono distinguere i seguenti gruppi di sillabe :

a) sillabe di più grande durata, pronunciate con maggiore intensità sonora, e su un tono più alto, e nelle quali la melodia tende a salire; in questi casi le sillabe si presentano come nettamente accentuate;

b) sillabe di durata limitata, pronunciate con una grande intensità di suono, su di un tono non molto elevato, nelle quali la melodia tende a discendere; queste sono le sillabe che si presentano come non accentuate;

c) allorquando l'intensità è grande, l'intensità sonora è elevata e l'altezza del suono notevole, ma la curva melodica nè discende, nè si eleva; anche in questo caso la sillaba è accentuata benchè ad un grado minore;

d) sillabe brevi pronunciate senza una grande intensità di tono, in prevalenza su un tono basso ed uniforme; se la curva della melodia non discende queste sillabe si presentano come non accentuate;

e) se i tre fattori : durata, intensità, altezza del suono non agiscono nella stessa direzione e, soprattutto se si dirigono in direzioni opposte, allora l'elemento determinante della intonazione è il comportamento della melodia; cioè se la curva della melodia tende a salire, la sillaba è accentuata; se, al contrario, essa tende a discendere, la sillaba non è accentuata.

L'accento si presenta dunque come un elemento funzionale che esercita un'azione direttiva sugli altri elementi costitutivi del linguaggio umano. Questa constatazione permette di rendersi conto delle differenze osservate. I dati riferiti più sopra mostrano come sono profondamente differenti i soggetti nell'impiego delle differenti forme di inflessione nei suoni della voce. La differenza tra un soggetto e l'altro sono notevoli, ciò che dimostra che nella determinazione dell'accentuazione della sillaba ha una notevole importanza il contenuto, il significato, ossia il valore espressivo di ciò che è pronunciato; tuttavia anche il fattore individuale entra in gran

TABELLA QUINTA. — *Inflessione dei toni e loro estensione al principio e alla fine di ciascuna frase.*

	SOGGETTI MASCHI						Media per i soggetti maschi	SOGGETTI FEMMINE						Media per i soggetti femmine	Media totale
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
Percentuale delle inflessioni ascendenti	42,2	35,7	29,8	56,4	34,9	49,5	41,7	55,6	47,8	65,1	59,6	38,2	29,4	48,7	45,2
Estensione media delle inflessioni ascendenti	1,1	2,1	1,7	2,4	1,7	2,1	—	1,9	1,4	2,1	1,6	1,7	2,5	—	—
Percentuale delle inflessioni discendenti	13,8	24,7	46,9	28,2	51,8	43,2	34,6	41,8	41,6	18,2	25,6	56,8	61,5	40,9	42,7
Estensione media delle inflessioni discendenti	1,2	2,5	1,5	2,1	1,6	1,9	—	1,1	1,6	2,9	1,7	1,5	2,4	—	—
Percentuale dei casi in cui il livello è mantenuto quasi costante	42	39,6	24,1	15,4	13,3	7,9	23,7	12,6	10,6	20,3	19,8	5	9,1	12,9	18,3

parte nel risultato per determinare le variazioni caratteristiche del linguaggio.

Caratteristiche sono anche le differenze individuali nella ripresa di una nuova frase e nel terminarla (Vedi tabella quinta).

La percentuale delle inflessioni ascendenti è di 25,2, resta costante nel 16,3; si va da un minimo di 1,1 (in toni) a un massimo di 2,5. Queste differenze sono dunque rilevanti; esse sono uno dei fattori delle variazioni individuali, caratteristiche del linguaggio umano.

V. — LE VARIAZIONI DELLA INTENSITÀ

È noto quali e quante discussioni sono state fatte dai fonetici sul significato e sulla importanza dell'intensità; alcuni sono arrivati a negare la possibilità di misurare l'intensità dei suoni del linguaggio umano. Ritengo opportuno lasciare da parte queste discussioni, sterili, a mio modo di vedere, almeno dal punto di vista dal quale mi sono posto; soprattutto, a mio modo di vedere, non può essere dato loro importanza perchè fondate sui risultati ottenuti con metodi inadeguati, ossia non valendosi dei metodi della elettroacustica.

Da un punto di vista strettamente fisico, l'intensità acustica, o intensità sonora, viene definita come l'energia acustica che nella unità di tempo passa attraverso la superficie unitaria normale alla direzione di propagazione. Pur non essendo corretto in via assoluta, molte volte si esprime l'intensità sonora in termini di pressione. Questa definizione di intensità non può essere usata se non quando si tratta di fenomeni prettamente periodici ed a regime, anche se non sono di andamento sinusoidale. Nel caso di fenomeni non periodici, come sono quelli del linguaggio, non si può dare una definizione di carattere generale; in linea di massima, ogni tipo di strumento misura una quantità che viene definita soltanto dal com-

portamento dello strumento stesso, ed alla quale molte volte viene dato il nome di intensità.

Chi studia le leggi del linguaggio dal punto di vista della psicologia non può limitarsi a determinazioni e a misurazioni di questo genere, perchè non deve determinare qual'è, in un determinato istante, la intensità.

Se ci si limita a considerare l'intensità media durante un periodo di tempo, ovvero se si determina la intensità massima, o minima, di un fonema in un momento prescelto, anche se questi momenti in cui si fa la determinazione sono molto numerosi, si ricava un dato insufficiente. Infatti la determinazione del massimo (o del minimo) di intensità in un determinato intervallo di tempo, ovvero la determinazione del valore medio durante un certo tempo non ha per lo psicologo che un valore indiretto, in quanto allo psicologo interessa determinare che attraverso un determinato meccanismo, per una determinata influenza, un suono ha maggiore, o minore, intensità in relazione alla rapidità e al volume della colonna d'aria espiratoria, nonchè in relazione all'atteggiamento di una parte del tubo fonatorio, ecc. Questo vale soprattutto per lo psicologo; il suo compito è determinare in virtù di quali fattori psichici avvengono variazioni nella intensità, e ciò con un duplice scopo. Si tratta in primo luogo di determinare, come, e in quale grado, si hanno modificazioni della intensità di tutto un discorso per effetto della emozione, della fatica, ecc.; in una parola si tratta di determinare le variazioni delle intensità per effetto di cause soggettive. In secondo luogo egli deve determinare quale valore e significato hanno le variazioni di intensità dei singoli elementi del linguaggio (fonemi, parole, sillabe, frasi); queste variazioni hanno funzione di segnali acustici ai quali è annesso un significato.

Non è inutile osservare che per il fonetico i dati raccolti dal fisico non possono presentare utilità; il fonetico infatti determina quale funzione fonetica hanno le variazioni della intensità dei vari elementi del linguaggio; ad esempio: studio dell'accento di inten-

sità, suoi rapporti con l'accento tonale; determinazione dei rapporti tra durata di un fonema e la sua intensità, ecc. I fonetici giustamente dicono cioè che ciò che interessa non è la intensità assoluta, bensì la intensità relativa; ossia interessa determinare le variazioni dell'intensità messe in relazione con vari parametri, per stabilire quali sono le cause che fanno variare la intensità e quali sono le leggi che regolano queste variazioni.

A chiarire questa impostazione del problema conviene ricordare che il linguaggio, come ognuno sa, considerato come fenomeno fisico, è costituito da suoni e da rumori. Suoni, più o meno regolarmente periodici, sono le vocali e le consonanti sonore; le variazioni della loro frequenza, della loro intensità e della loro struttura danno luogo alle differenze caratteristiche di altezza, di intensità, di timbro, ecc. Queste variazioni vengono esaminate dal fisiologo, che studia il meccanismo fisiologico che le determina; dallo psicologo, che studia i fattori psichici che entrano in giuoco influenzando la emissione dei suoni; e dal fonetico, che stabilisce quale funzione fonetica hanno tali variazioni. I singoli e caratteristici rumori, essenzialmente aperiodici, come le consonanti non sonore, non presentano altre variazioni che quelle di intensità, ma in grado minore dei suoni.

Lo studio delle variazioni delle intensità è prezioso, perchè il comportamento delle intensità in una determinata lingua, o in un determinato dialetto, ne può costituire una caratteristica. Ad esempio, si afferma dai linguisti, sul dato della percezione uditiva, che vi sono lingue in cui prevale l'accento di intensità, in confronto di altre in cui prevale l'accento tonale. È evidente che una determinazione oggettiva, mediante registrazione delle variazioni, mette in evidenza se questa distinzione è accettabile e quali sono le differenze tra le varie lingue.

In conclusione ciò che interessa al fisiologo, allo psicologo, al fonetico ed al linguista è innanzitutto lo studio delle variazioni di intensità. La posizione di un determinato fonema e i rapporti di

questo con il fonema che precede e con quello che segue richiedono che esso sia emesso con maggiore, o minore, intensità. Inoltre le variazioni di intensità, sia sotto forma di accento sillabico, di accento della parola, di accento della frase, di accento di posizione, ovvero come variazioni dovute allo stato del soggetto (emozione, fatica, od altro) o al carattere proprio di ciò che viene detto (linguaggio della conversazione, linguaggio declamato, linguaggio monotono, ecc.), ovvero anche come variazioni dovute alla funzione di una frase (interrogazione, comando, esclamazione, ecc.), hanno una funzione segnalatrice, cioè servono alla comunicazione (funzione rappresentativa del linguaggio) di ciò che vuol far conoscere chi parla.

L'elettroacustica ci permette di ottenere la curva della intensità di una parola, di una frase, di un brano, ed una curva che corrisponde costantemente ed esattamente alle variazioni della intensità con la quale la voce fu emessa. Tale registrazione riposa sul seguente principio. Poichè la intensità sonora è propagata proporzionalmente al prodotto del quadrato dell'ampiezza della pressione per la frequenza, per registrare le variazioni dell'intensità, mentre un soggetto pronunzia una parola o una frase, è necessario ricorrere a uno strumento di integrazione che permetta di registrare direttamente la intensità senza ricorrere alla misura della ampiezza e della frequenza. Per registrare l'intensità sonora io ricorro a voltmetri elettronici. Con tale strumento non si registra la vera intensità sonora, ma soltanto una quantità che può essere definita come tale in funzione del tempo. Taluno usa la registrazione logaritmica perchè, si afferma, essa permette di registrare una quantità proporzionale al livello della sensazione; ma fisiologi e psicologi non possono ammettere questo perchè l'orecchio non risponde linearmente al logaritmo della eccitazione. Io ritengo che l'interesse della registrazione logaritmica non sia da ricercarsi in ragioni di natura psicofisiologica, ma di ordine pratico. La scala lineare è più adatta, tenuto conto della gamma relativamente ristretta delle intensità

emesse, allorchè si studia la voce delle conversazioni; quella logaritmica serve meglio allo studio della voce cantata. Con un voltmetro di cresta con costante di tempo di circa un centesimo di secondo si possono ottenere ottime registrazioni.

Poichè il confronto analitico delle curve di intensità richiede un lavoro improbo io ho ideato, insieme con il prof. G. SACERDOTE, una registrazione di tipo statistico la quale, eliminando il fattore tempo, offre un quadro sintetico e semplice del fenomeno in esame.

Non sto a descrivere il metodo usato, già descritto in altre mie pubblicazioni; il metodo di misura da me adottato permette un rilievo continuo della distribuzione statistica; ed è, nel medesimo tempo abbastanza semplice da permettere con relativa facilità numerose registrazioni; è poi a sufficienza preciso, tanto da permettere di ottenere risultati sui quali si può fare affidamento. Essenzialmente consiste nel seguente procedimento.

Si registra la curva di intensità su pellicola sensibile con un metodo analogo a quello della registrazione ad area variabile annerita usato in cinematografia sonora. Se la registrazione è fatta senza che la pellicola scorra dietro all'obiettivo, è evidente che si fotograferà una striscia nera, il cui annerimento sarà in funzione del tempo di esposizione, ossia, in definitiva, del tempo durante il quale l'intensità sonora è maggiore di quella corrispondente all'ordinata considerata. Ottenuta la lastra (o pellicola), si deve procedere all'esame fotometrico di essa.

Mi limito a riprodurre le curve statistiche della intensità della voce emessa durante un certo determinato tempo da vari soggetti in diverse condizioni soggettive (vedasi diagrammi statistici dell'intensità sonora, da 1 a 4). Ho cioè studiato l'effetto della fatica; ho confrontata la intensità della voce nel modo di parlare abituale di una persona con il modo di parlare declamando; ho confrontata la intensità della voce di coloro che parlano con voce poco intensa e monotona, con la intensità della voce di coloro che parlano con enfasi. Mentre la fatica diminuisce la intensità, l'emo-

zione la aumenta; il linguaggio colorito e rapido ha una distribuzione della intensità che tocca maggiori altezze.

Allo scopo di estendere l'applicazione del metodo statistico allo studio dell'accento tonale, questo stesso metodo ho applicato allo studio della distribuzione statistica della frequenza fondamentale della voce, adoperando perciò, anzichè un voltmetro elettronico, il tonometro già ricordato. Si ottiene così l'analisi statistica dell'accento tonale. Lo studio statistico mi ha aperto la via ad ulteriori ricerche che ora riassumo.

VI. — L'ESPRESSIONE SIGNIFICATIVA

In questo paragrafo darò brevemente conto di importanti ricerche compiute sotto la mia direzione e nel mio laboratorio, dal Dr. PETAR GUBERINA dirette a ricercare se il significato della frase, e quindi la sua struttura grammaticale, esercita una influenza sulla sua struttura. Le ricerche, delle quali il GUBERINA darà a suo tempo ampio resoconto, hanno dimostrato che i tre elementi: altezza tonale, intensità, durata, hanno un valore espressivo, ossia servono anch'essi a significare il contenuto della frase.

Per arrivare a una dimostrazione positiva ci siamo serviti di frasi di vario tipo: affermative, negative, interrogative, esclamative, segmentate, costituite dagli stessi elementi lessicologici, ma pronunciate con opposti, o differenti, significati. Ad es., la frase *Pietro è venuto* può essere usata in senso affermativo, interrogativo, esclamativo. Dal punto di vista strutturale gli elementi sono uguali; ma vi sono profonde differenze nella intensità, nell'altezza tonale e nella durata dei singoli fonemi costituenti la frase. Naturalmente si tratta di valori relativi, che debbono essere considerati come forme di opposizione. È noto infatti che lo studio dei fonemi fatta da linguisti, da fonologi, da psicologi, hanno rivelato che essi for-

mano sempre in una data lingua dei sistemi costituiti essenzialmente per opposizione, e aventi, in virtù di questa opposizione, un valore significativo.

Vediamo alcuni esempî. L'oscillogramma di una frase affermativa (« *Pietro è venuto* »), priva di coloritura affettiva, può fornire gli elementi di partenza; essa ci si presenta come una unità espressiva. Nella parola « *venuto* » troviamo le seguenti altezze tonali :

$e = 129,1$ c/sec.; $n = 119,8$ c/sec.; $u = 107,1$ c/sec.; $o = 77,4$ c/sec.

Dunque il tono dapprima quasi retto, si abbassa verso la fine; l'intensità segue una linea pressochè parallela a quella del tono. In un'altra frase : « *io l'ho visto* » abbiamo lo stesso fatto : l'*i* iniziale ha nel punto massimo di elevazione tonale 309 c/sec.; nella parte centrale il tono della frase va gradualmente abbassandosi (l'*i* passa da 309 c/sec., a 283,9 c/sec. a 252,6 c/sec.) sino alla fine della vocale; l'*o* di « *ho* » passa da 161,1 c/sec. a 156 c/sec. e scende fino a 152,9 c/sec.; l'*o* finale si abbassa ancor più di tono; la linea dell'intensità segue un parallelo abbassarsi.

Nelle frasi affermative cioè si osserva : 1) la durata dei singoli fonemi non presenta un carattere speciale; 2) le pause non hanno alcun speciale significato; 3) in genere si nota una elevazione dell'intensità e una elevazione del tono in corrispondenza delle vocali toniche e dell'accento della frase, però in misura moderata.

Si può in complesso dire che la frase affermativa (e altrettanto si può dire della negativa) ha una unità di espressione alla quale corrisponde una unità grammaticale; essa è caratterizzata dai seguenti fatti : l'elevazione della intensità e del tono all'inizio, la lieve diminuzione dell'intensità e della altezza tonale al centro, il loro abbassamento notevole verso la fine.

Consideriamo ora una frase interrogativa : « *Pietro è venuto?* »; l'altezza tonale massima è data dalla lettera *e* (nell'oscillogramma considerato : 164 c/sec.); la vocale *e* successivamente presenta una minore elevazione tonale (126 c/sec.); una diminuzione presenta la

lettera *o* ove si ha 134 c/sec., 109 c/sec., 104 c/sec.; alla fine della frase però si nota una tipica elevazione dell'*o* (143 c/sec.). La intensità, anch'essa, dopo di essere diminuita, alla fine si eleva.

Da questi, ed altri esempî, si rileva che la frase interrogativa presenta una unità di espressione nella quale la interrogazione è rivelata dal fatto della finale elevazione tonale brusca; è da osservarsi che questa elevazione non si presenta sempre alla fine, ma ad un determinato punto in cui chi parla pone uno speciale accento. Così la stessa frase può essere pronunciata in altro modo: « *Pietro? è venuto?* ».

In questa frase il soggetto manifesta il suo stupore forse perchè attendeva un altro; in questo caso le vocali *e* ed *o* di « *Pietro* » presentano una più grande elevazione tonale e una più grande intensità in confronto delle altre vocali. Non vi ha però una norma costante; perchè vi hanno differenze dovute al diverso e personale modo di porre l'accento. Così un soggetto ha pronunciato la stessa frase in questo modo: all'inizio $i = 159$ c/sec.; $i \div e = 190$ c/sec.; $e = 206,7$ c/sec.; $o = 209,7$ c/sec. Anche l'intensità segue un andamento parallelo. Dopo di che l'altezza tonale diminuisce ($e = 145$ c/sec.; $n \div n = 117$ c/sec., $u = 108$ c/sec.: u finale = 86 c/sec.; poi l'altezza tonale si eleva nell'*o* finale: $o = 118,2$ c/sec.; $o = 127,8$ c/sec.; $o \div 143$ c/sec., $o = 143,8$ c/sec. L'intensità segue un andamento parallelo. Le altezze tonali e l'intensità sono cioè in questa frase espressione dello stupore della venuta di Pietro; esse costituiscono la fisionomia della interrogazione.

Possiamo dunque dire che la frase interrogativa si caratterizza per la elevazione tonale e per la elevazione di intensità; questa elevazione si manifesta nella parte della frase che acquista maggiore rilevanza nell'interrogazione.

La frase esclamativa: « *Pietro è venuto!* » presenta questo tipico andamento. L'altezza tonale nella prima parte di *ie* è = 149,1 c/sec.; 168 c/sec.; in *e* si ha 186 c/sec.; 186,4 c/sec.; 186,4 c/sec.; 173,6 c/sec.; questa porzione della frase presenta una intensità

forte che va però diminuendo; essa è maggiore in *ie*. In seguito la frase presenta le seguenti altezze tonali : *o* di « *Pietro* » = 150,2 c/sec.; l'intensità non è elevata. L'*u* di « *venuto* » è pronunciata con molte intensità e con un tono relativamente alto (170 c/sec.). È interessante osservare la durata delle singole parti della frase esclamativa; le ultime vocali sono pronunciate molto più lentamente di quanto non si verifica nella frase affermativa ed in quella interrogativa; vi ha una durata di due terzi maggiore.

Si può dire che la frase esclamativa esprime la gioia, lo stupore di chi parla; si manifesta questo stato d'animo di chi parla con la maggiore intensità delle parole, con la maggiore altezza tonale nella prima parte della frase e in genere in quella la cui struttura grammaticale serve a dimostrare questo stupore e questa gioia. Nelle parti di questa frase che rivelano questo stupore e questa gioia le vocali sono più allungate.

Quindi l'altezza tonale, l'intensità, la durata rivelano il carattere della frase; si deve aggiungere che i fonemi maggiormente accentuati e la cui intensità sonora è maggiore, presentano anche maggior ricchezza di armoniche, maggior complessità nella struttura delle vocali, elevato numero di periodi ciclici tipici che le costituiscono.

Una caratteristica espressiva è possibile ricavare dalle frasi segmentate, che, secondo la definizione di BAILLY, sono un enunciato diviso in due parti separate da una pausa. Un segmento dell'enunciato (Z) è il fine dell'enunciato (ossia ciò che il soggetto si propone di far sapere); l'altro segmento è il tema della frase che serve di base alla formulazione del fine ed è designato con A. Il proposito, o fine, interessa a chi parla; il tono interessa chi ascolta. Ho preso da BAILLY stesso l'esempio di due frasi segmentate :

a) « *Quest'uomo, io lo conosco* » (A. Z.).

b) « *Io lo conosco, quest'uomo* » (Z. A.).

Ora l'altezza tonale e l'intensità sono ascendenti in A. Z. mentre sono discendenti in Z. A. Così la frase : « *quest'uomo* » in A. Z. presenta le seguenti caratteristiche : $e = 149,1$ c/sec.; $o = 232,3$ c/sec.; il tempo va pure aumentando; aumenta l'intensità; la complessità strutturale delle vocali è maggiore, il numero di cicli tipici è pure grande. La stessa frase segmentata in Z. A. presenta questa caratteristica : $e = 162,3$ c/sec.; $o = 157,5$ c/sec.; $o = 145,9$ c/sec.; $o = 135,6$ c/sec.; $o = 135$ c/sec.; il tempo diminuisce, diminuisce la complessità strutturale delle vocali, diminuisce il numero dei cicli tipici. Se la frase : « *quest'uomo* » è uguale lessicalmente nei due casi, però è diverso il colorito affettivo con cui è pronunciata. In complesso in A. Z. noi osserviamo una maggior durata e una elevazione del tono e dell'intensità e una maggior ricchezza strutturale delle vocali.

Ancora più caratteristico è il comportamento di una parola, quanto a intensità, ad altezza tonale, a durata, a seconda del significato che alla stessa parola è attribuito.

Per esempio : la frase « *è un pazzo* » può essere pronunciata con duplice significato, a seconda che si vuol indicare che colui che parla è un anormale, un malato, ovvero che si voglia affermare solo che è un imprudente. Diverso cioè è il contenuto affettivo della espressione *pazzo* nei due casi. Nella frase « *è un pazzo* », allorchè si intende dire che è un anormale, un malato, la intensità si eleva grandemente, la durata è maggiore; si eleva pure grandemente la altezza tonale e la ricchezza delle armoniche è maggiore : e va da 122,1 c/sec. a 162,4 c/sec.; il tempo di pronunciazione è notevole; l'*a* di *pazzo* presenta un massimo di 152,5 e un minimo di 135,3 c/sec. e una media di 139,7 c/sec.; l'*o* presenta 113,8; 102,7; 85,3 c/sec., ossia verso la fine della frase si ha l'abbassamento tonale e di intensità caratteristici della frase affermativa. Invece, se la frase « *è un pazzo* » è pronunciata nel senso di affermare che il tale è imprudente, abbiamo il seguente decorso dell'altezza tonale : $e = 186,4$; 224,9; 268,5 c/sec.; u si abbassa a 228,8 c/sec.; $u \div n$ 134,2 c/sec.;

poi si eleva di nuovo l'*a* di «*pazzo*»: $a = 220,8$ c/sec.; $a = 223,7$ c/sec.; $234,9$ c/sec.; poi la curva tonale si abbassa di nuovo a 137 c/sec.; $117,7$ c/sec.; $97,3$ c/sec. di *o*. La tonalità è elevata all'inizio, poi diminuisce; anche nel tempo si nota una diminuzione progressiva dalla prima all'ultima vocale. Si può dunque dire che si ha una forte intensità ed una elevazione tonale grande all'inizio della frase, poscia l'intensità e l'altezza tonale si mantengono, al centro della frase, costanti; infine si ha, dapprima una elevazione del tono e della intensità nella prima parte della frase; questa presenta un abbassamento breve della intensità e dell'altezza tonale alla fine. La durata dei fonemi, che nella prima parte è più lunga, si abbrevia nella parte centrale, si eleva alla fine.

Si può dunque affermare che vengono messe in rilievo, mediante l'accentuazione, la durata, la intensità, quelle parti della frase che hanno maggior colorito affettivo e sulle quali il soggetto vuol richiamare l'attenzione di chi parla. Perciò si può dire che l'aspetto melodico (intensità sonora, accentuazione) muta a seconda del valore significativo che hanno le parole; queste modificazioni sono intimamente legate alla struttura dei fonemi (complessità, ricchezza di armoniche, numero dei cicli tipici, durata del fonema).

Molti altri esempi potrebbero essere ricordati; tipici quelli presentati dalla struttura della frase e dalla connessione delle sue singole parti: ma questo sarà possibile leggere, ampiamente dimostrato, nella memoria di GUBERINA.

Possiamo concludere che lo stesso materiale lessicologico presenta in frasi uguali differenti altezze tonali, differente intensità, differente durata dei fonemi, differente ricchezza di armoniche, a seconda del significato che in queste frasi prendono le singole parole ovvero a seconda del significato che alla frase vuol imprimere chi parla. Da aggiungersi che l'altezza tonale e intensità e durata sono sempre intimamente legate con la maggiore o minore complessità di struttura dei singoli fonemi (numero e qualità delle armoniche, numero e spostamento delle zone di risonanza, numero dei cicli periodici tipici, ecc.).

Dunque questi varî elementi acquistano valore di mezzi di espressione e perciò sono intimamente legati al significato. Soprattutto le variazioni dei singoli fonemi sono manifestazioni del tono affettivo con cui le singole parole sono pronunciate, ossia sono indicatrici del peso che chi le pronuncia dà ad esse in una frase o del modo con il quale egli costruisce la frase per adoperarla per un fine significativo.

Dunque l'espressività di una frase è intimamente legata alla struttura della frase; mentre, per altro verso, il significato che viene attribuito da chi parla ad una singola parola può modificare la sua struttura. Ciò è evidente nel modo di costruire la frase; da questo punto di vista la pausa non è semplicemente legata alle esigenze del tubo fonatorio, che deve diversamente impostarsi per articolare i singoli fonemi, ma acquista anch'essa un valore significativo; perciò in una frase segmentata, può mutare profondamente il suo significato.

In una parola lo studio della struttura del linguaggio non ha solo valore in quanto ci fa conoscere le caratteristiche dei singoli fonemi e le loro variazioni, ma ci dimostra che, insieme con le variazioni individuali, bisogna tener conto delle variazioni aventi carattere significativo.

Sottolineare l'importanza di questi risultati per lo studio del linguaggio umano è superfluo. Purtroppo, data la caratteristica riassuntiva del presente scritto, mi sono dovuto limitare ad accennare alcuni fra i molti risultati ottenuti.

VII. — LA STRUTTURAZIONE DELLE PAROLE E DELLE FRASI

Da quanto ho esposto risulta evidente che i fonemi dai quali risulta il linguaggio umano non conservano, come fossero cristallizzati, la struttura grazie alla quale hanno funzione di segnali acustici; essi invece, in quanto fanno parte di una lingua viva, ossia in quanto sono espressione della attività psichica umana, pur entro i limiti di una relativa costanza, che ne permette il riconoscimento, variano; ciò avviene appunto perchè essi debbono utilmente corrispondere alle necessità che venga comunicato a chi ode ciò che viene pronunciato mediante determinati segnali aventi un significato. Queste variazioni hanno valore di opposizioni significative.

Anche dall'esame elettroacustico del linguaggio risulta che esso non è costituito da suoni fissi e come cristallizzati, ma da suoni che oscillano tra le forme tipiche, quali si osservano nei fonemi cantati, e un massimo di variazione, quale si osserva nei fonemi del linguaggio parlato.

Non è qui mio compito esaminare le varie questioni che a proposito della variabilità caratteristica dei suoni del linguaggio si sollevano; sono noti i dibattiti, sorti tra positivisti ed idealisti sul carattere del linguaggio nello spiegare il valore e il significato del fatto che il linguaggio presenta infinite variazioni, in quanto è prodotto vivo dell'attività dello spirito, mentre la lingua conserva costanti le sue caratteristiche forme. Non ho la competenza per entrare nelle discussioni tra le varie scuole linguistiche. Mio intento, come ho precisato, è altro.

A questo mio intento basta il riconoscere che, pur variando gli elementi (i fonemi) del linguaggio nella loro strutturazione, e ciò anche in grazie della loro reciproca influenza, tuttavia tali variazioni sono comprese entro limiti per i quali si può parlare, come ho dimostrato nei miei studi sulla percezione, di una relativa co-

stanza. Grazie ad essa si ha quella che fu chiamata la « rilevanza » dei fonemi. Si tratta, ritengo, di un caso particolare di una legge generale della percezione. Già molti anni or sono HERING aveva osservato che un pezzo di gesso da lavagna visto alla luce del sole e poscia in un angolo di una camera malamente illuminata non ha oggettivamente la stessa luminosità; noi siamo tuttavia in condizioni di riconoscerlo anche in condizioni di illuminazione diverse. Così, se si espongono dischi colorati a luci bianche o colorate più o meno intense, si può, entro certi limiti, riconoscere il colore di quei dischi; se un disegno geometrico è osservato inclinando il cartone su cui fu tracciato, si può, entro certi limiti, riconoscere che si tratta di un cerchio, di un quadrato, ecc. Si può anche coprire, per dir così, una percezione con un'altra; per esempio un accordo con un rumore; ma questi colori, queste forme, questi accordi, presentano, per dir così, una resistenza ad essere deformati o coperti; e ciò in forza di quella che è stata chiamata « legge della costanza ». Questo fenomeno studiato da KATZ, da JAENSCH, da BÜHLER, da BRUNSWIK, da TOULESS nella percezione visiva e tattile, ha luogo anche nel campo acustico, ossia nella percezione del linguaggio. Dalle mie ricerche sulla percezione risulta che la « legge della relativa costanza » è valida anche nel campo del linguaggio; ogni fonema infatti mantiene la propria individualità e quindi la propria funzione di segnale acustico, anche quando, sia per la vicinanza di altri fonemi, sia per altre condizioni nelle quali il fonema è emesso, esso perde alcune delle sue caratteristiche ovvero queste sono attenuate. Difatti io posso leggere un oscillogramma come si legge un manoscritto, ossia riconosco sempre i fonemi tradotti in forma grafica; ciò risulta evidente dalle tavole annesse nelle quali le parole e le frasi sono state segmentate nei loro elementi (fonemi) dei quali è indicata la funzione significativa.

Intento delle mie ricerche sul linguaggio è stato dunque di studiare come muta la fisionomia dei suoni del linguaggio umano, pur conservando i fonemi, in grazia della loro costanza, il loro

carattere di elementi segnalatori; mio proposito fu dunque mettere in luce questa fisionomia acustica della parola, della frase. Sono però da premettere due osservazioni.

1) Nel linguaggio alcuni fonemi, alcune sillabe, anche alcune parole, ancor più alcune frasi, acquistano una rilevanza tutta particolare; diventano rispettivamente centro di una parola, di una frase, di un discorso, e richiamano sopra di sè l'attenzione di chi ascolta colui che le pronuncia. A dare questa rilevanza, pur mantenendo il fonema la propria struttura fondamentale e la propria funzione significativa, cooperano, come abbiamo visto, l'accento, l'andamento tonale dei fonemi; la intensità dei singoli suoni, il movimento musicale della frase, elementi dei quali si può studiare la distribuzione statistica dimostrandosi con ciò la importanza che il prevalere dell'uno e dell'altro fatto ha in un determinato linguaggio e per un determinato soggetto.

2) Il linguaggio non risulta dalla somma dei singoli elementi; di guisa che, stabilito che in una lingua il numero dei fonemi usati è tale, e tale è il numero delle parole, si possa passare poscia, per un processo simile a quello usato dal chimico, ad una sintesi degli elementi dapprima isolati. Anzichè dalla somma dei singoli elementi (fonemi), il linguaggio è dato dalla loro riunione a formare delle unità di ordine vario comunemente chiamati: la sillaba, la parola, la frase, il discorso, le quali però costituiscono una corrente continua, interrotta solo o dal fatto che chi parla deve mutare l'atteggiamento del tubo fonatorio per pronunciare un diverso suono (ad esempio, un suono esplosivo), ovvero da una pausa legata al significato di ciò che viene detto o di una pausa richiesta per l'introduzione di aria nel polmone.

Qual'è la legge che presiede a questa strutturazione delle parti del linguaggio? Vi sono elementi soprasommativi che producono queste unità di ordine superiore? ovvero è data questa unificazione dal modo nel quale la unione degli elementi è fatta?

L'analisi elettroacustica ci ha messo finalmente nella condizione di rispondere in modo esatto e positivo a questi problemi, ed

anche ha dato modo di documentare, in modo esatto, come il fonema varia allorchè è parte di un linguaggio vivo, ossia come si costruisce e si trasforma la parola, la frase, il periodo. Sin qui fonetici e linguisti si servivano della percezione acustica, poichè i metodi grafici in uso erano assolutamente inadeguati; ma nella percezione acustica le cause di errore sono molteplici, il che spiega di per sè la discordia dei risultati; inoltre è impossibile far ripetere ad un soggetto nello stesso identico modo la stessa frase. Il metodo elettroacustico dà il modo :

1) di conservare le frasi e le parole esaminate e perciò di poterle riascoltare o sottoporre a confronto oggettivo, quando si vuole, la loro rappresentazione grafica.

2) di analizzare gli elementi costitutivi di una parola, di una frase, ecc. per determinare in quale modo avvengono le trasformazioni del fonema, sia per il fatto di far parte di una parola, sia perchè questa parola fa parte a sua volta di una frase detta con particolare accentuazione, o con un determinato tono, o rapidamente, o in forma negativa, affermativa, interrogativa, ecc.

3) di confrontare soggetti di età, di sesso, di razza diversa; di confrontare la lingua con i dialetti; di determinare le influenze sociali ed individuali nella trasformazione del linguaggio;

4) poichè il linguaggio ha un duplice aspetto : motorio (ossia genetico) ed acustico (ossia percettivo), di confrontare la produzione del linguaggio con la sua percezione per determinare le leggi della percezione del linguaggio;

5) di studiare le modificazioni del linguaggio in rapporto con la costituzione organica dell'individuo, nonchè le anomalie del linguaggio, sia individuali (dovute ad alterazioni anatomiche o funzionali del tubo fonatorio, o di organi e sistemi funzionalmente connessi col linguaggio, od infine di tutto l'organismo), sia collettive (dovute a cause sociali).

Un'altra osservazione è da aggiungere.

Se, come già ho affermato, una ricerca fonetica non può essere completata che mediante una ricerca psicologica, tuttavia gli intenti delle due discipline sono diversi; più particolari quelli della fonetica che determina le leggi della formazione e della trasformazione del linguaggio umano; più generali quelle della psicologia che ricerca le leggi dell'attività psichica umana nella formazione della parola.

Chi considera le frasi riprodotte nelle tavole annesse (tavole da 3 a 28), può anzitutto distinguere in esse i fonemi che costituiscono le singole parole, e per ciascun fonema può determinare: durata totale, numero delle oscillazioni periodiche, numero delle non periodiche, fasi caratteristiche, fasi di passaggio, di preparazione; frequenza delle oscillazioni, loro ampiezza, intensità dei singoli suoni. Si può inoltre con i metodi ricordati registrare le variazioni di intensità ovvero le variazioni di altezza dei vari suoni, la loro durata, ecc.

Un dato preciso risulta: non si può parlare (a stretto rigore) di sillabe, di parole; si può dire con certezza che le pause non servono a distinguerle; si ha, come ho detto, una continua corrente di emissione di suoni interrotta solo dal fatto della necessità delle variazioni della impostazione del tubo fonatorio per necessità della articolazione dei vari fonemi, o imposte dalle esigenze della respirazione; invece si fondono insieme i fonemi con cui termina una parola con quelli con cui si inizia la seguente. Non possiamo quindi dire che una frase risulta esclusivamente dalla somma di vari e molteplici fonemi; questi si susseguono seguendo leggi varie; e allora ci si può domandare: come si strutturano questi fonemi per dare origine alla corrente del linguaggio?

Secondo alcuni studiosi si dovrebbe partire dai fonemi per giungere alla frase; secondo altri il cammino da fare sarebbe l'inverso. Ricordo in particolare che, secondo i fonologi, mentre lo studio *fonetico* dovrebbe essere atomistico, rivolgendosi tutta l'attenzione ai particolari, invece lo studio *fonologico* del linguaggio

non potrebbe partire se non dal tutto per giungere allo studio delle parti. Non è questo il problema che mi interessa come psicologo.

Senza dubbio (e basta osservare gli oscillogrammi riprodotti che accompagnano la presente memoria) non è possibile trascurare l'importanza del fatto che ogni curva oscillografica si può scindere in elementi. Questi elementi sono le singole oscillazioni, con la loro ampiezza, la loro struttura, le loro costituenti, ossia il tono fondamentale, i sopratoni, ecc. Mediante l'analisi di questi elementi però non giungiamo a cogliere la natura del linguaggio. Questi vari suoni o rumori non hanno, presi ciascuno per sè, valore dal punto di vista della funzione del linguaggio, che è emissione (e quindi percezione e riconoscimento) di suoni aventi un significato. Vi sono altre unità. Vi sono gruppi di oscillazioni che si presentano uniti a formare un tutto, e questi sono senza dubbio i fonemi, concepiti come unità psicologiche, in quanto sono dati da uno o più suoni emessi insieme e che non possono essere scissi senza nuocere alla percezione acustica e al loro riconoscimento.

Potremmo dire : Per noi psicologi non esistono sillabe, parole, frasi, periodi, ossia non vi sono unità di grado diverso o maggiore del fonema; lo psicologo, quando si trova dinanzi un oscillogramma che riproduce una frase od una serie di periodi, se si propone di scoprire le leggi che governano l'articolarsi dei suoni in una serie di segnali acustici, dei quali ciascuno ha una funzione particolare, grazie ad una combinazione che le tavole annesse dimostrano, deve portare la sua attenzione su ciò che è da considerarsi come l'unità psicologica : il fonema.

Ma se lo psicologo confronta due oscillogrammi della stessa persona che pronuncia la stessa frase in due stati psichici diversi (basta che la stessa frase sia detta in forma affermativa ovvero interrogativa), se confronta l'oscillogramma di una frase monologica e quella di una frase dialogica; se confronta la stessa frase detta da soggetti diversi, rileva le profonde differenze che sono l'espressione del diverso stato psichico di colui che parla. Ove cer-

care i caratteri di questa individualizzazione? Quali sono i caratteri grazie ai quali riconosciamo che il linguaggio è per eccellenza manifestazione personale? Sono le differenze che si rilevano nei singoli fonemi, quelle che imprimono questo carattere al linguaggio? Ovvero è qualcosa che è da cercarsi nella strutturazione complessiva del linguaggio?

Dico subito che, senza alcun dubbio, differenze profonde proprie si rilevano in tutti gli elementi del linguaggio; ma sarebbero ricercare nei singoli elementi (i fonemi) quelle caratteristiche del linguaggio per le quali esso appare come viva manifestazione della attività dello spirito umano. Brevi considerazioni sul comportamento dei singoli fonemi, e delle sillabe ce ne convinceranno, mostrandoci che le variazioni loro hanno una funzione che non è possibile comprendere se non considerando tali variazioni nel complesso decorso almeno di una frase; ossia le variazioni dei fonemi e delle sillabe hanno valore solo in quanto ci presentano quella *rilevanza* per cui essi, oltre il loro valore di elementi segnaletori, acquistano un significato proprio in quella tal frase detta in quella data circostanza. Fonemi e sillabe acquistano un particolare volto, o peso acustico, una pregnanza di significato, una funzione particolare, ogni volta che mediante l'accento, la forza, il tono, ecc., sono chiamati in quella frase, in quel periodo ad essere l'elemento che deve destare in chi ascolta particolare e significativa risonanza psichica. Dunque per lo psicologo unità elementare del linguaggio è il fonema; ma se egli vuol cogliere il significato del linguaggio lo deve cercare nella corrente del linguaggio.

Non è infatti da dimenticare che il linguaggio è funzione che si svolge almeno fra due persone e che colui che parla non fa una semplice emissione di suoni e che colui che ascolta non è un semplice ricevitore di essi, ma che ambedue, pur diversamente e in diversa misura, contribuiscono insieme a costruire un complesso di suoni aventi una significazione; le due funzioni, acustica e motrice, si comandano a vicenda e a vicenda si influenzano.

Dalle mie ricerche risulta inoltre messo in luce un fatto di grande importanza. E cioè, sia se si considera l'oscillogramma d'una parola isolata, e ancor meglio se si considera quello d'una frase, il linguaggio ci si presenta come governato da una legge interna di strutturazione, grazie alla quale ogni parola ed ogni frase appare per se stessa un tutto, così da poter dire che ogni parola viene emessa dal soggetto già *gestaltete*; e che, a sua volta, la frase possiede una certa unità intrinseca; è cioè soggetta alla stessa legge totalizzatrice. Così, nella formazione delle parole e delle frasi, si ritrova la medesima legge che governa la percezione degli oggetti e l'esecuzione dei movimenti complessi. Constatiamo cioè che i diversi movimenti dai quali origina il linguaggio sono organizzati in un tutto, così da costituire delle *forme* di ordine e di grado diverso; e che i dati sensoriali costituenti le parole e le frasi da noi percepite sono organizzati in un tutto avente un senso. Questa strutturazione motrice e percettiva è regolata dalla ricordata legge della costanza relativa, grazie alla quale ogni unità ed ogni organizzazione oppone una resistenza più o meno grande, secondo i casi, alle cause dissolvitrici o attenuatrici; vi è altresì una *pregnanza*, più o meno grande, della forma, deducibile dal maggiore o minor rilievo di una parte della parola o della frase.

L'organizzazione motrice e quella percettiva della parola obbediscono dunque alle stesse leggi che regolano l'apprendimento e l'esecuzione dei movimenti complessi, la percezione dei colori, quella delle figure geometriche, ecc.

In conclusione allo psicologo il linguaggio si presenta governato dalle leggi dell'organizzazione della forma da parte di chi lo emette, e percepito come organizzazione unitaria e totalizzatrice da parte di chi lo ascolta. Vogliamo ricordare che una ricerca così intesa nel suo indirizzo generale, fu già condotta con altri mezzi; si tratta degli studi interessantissimi di HEINZ WERNER e ELIEL LAGERCRANTZ; ma l'insufficienza dei mezzi adottati (l'orecchio inscrivente di ROUSSELOT) impedì a questi autori di cogliere il mec-

canismo che io ho descritto e che si riassume nella conclusione esposta sopra.

Un altro aspetto importante delle mie ricerche è di avere messo in luce le variazioni individuali, ossia gli individualismi del linguaggio umano. Se ad un soggetto, dotato di buon orecchio e mantenuto accuratamente in condizioni intrinseche costanti, si fa ripetere parlando e cantando, la stessa vocale isolata, si riesce senza fatica ad ottenere una serie di oscillogrammi relativamente uniformi. Ho altresì fatto ripetere più volte ai medesimi soggetti una sillaba ottenendone oscillogrammi sensibilmente uguali tra loro. Non vi si rilevano che differenze di poco conto, quasi esclusivamente qualitative all'inizio e alla fine dei fonemi. Basta invece far ripetere una sola parola, sia pure una parola di uso abituale (*mamma, papà*) da diversi soggetti per rilevare profonde differenze. Ciò riesce più evidente registrando delle frasi.

La registrazione dell'oscillogramma, eseguita contemporaneamente alla incisione di un disco fonografico o alla registrazione con il magnetofono, permettendo il controllo acustico e visuale delle differenze degli oscillogrammi nonchè la ritrascrizione oscillografica dal disco stesso o dal filo del magnetofono, ha dimostrato quanto sono numerosi e quale importanza hanno gli « individualismi » nel parlare. Nè ciò deve stupire. È noto che il linguaggio muta, non solo da un soggetto all'altro, bensì anche di volta in volta, nello stesso soggetto. Si imprimono in una semplice parola differenze di età, di sesso, di razza, di abitudini dialettali, di stati psichici, specialmente emotivi. Se si fa ripetere più e più volte una parola o una frase, essa perde i caratteri propri del linguaggio vivo per diventare un meccanismo motorio privo di espressione e di significato; in questo caso, perdendo le caratteristiche del linguaggio vivo, le parole ripetute acquistano sempre maggiore uniformità. Solo fin tanto che la parola o la frase è *viva*, ossia fin quando il soggetto, nel pronunziarla, le conferisce un reale significato, essa è ricca di *individualismi*.

Questi individualismi però non sono una violazione delle leggi del linguaggio umano; essi dimostrano come varia il linguaggio umano per fattori individuali varî, interni ed esterni. Gli individualismi non impediscono nè rendono difficile la comprensione del linguaggio. Infatti l'orecchio umano agisce come un filtro di fronte a questi individualismi e, malgrado le deformazioni da essi provocate nei singoli fonemi, noi riconosciamo una determinata parola e i suoi elementi costitutivi. Studiando l'oscillogramma di parole e di frasi pronunziate in maniera espressiva, non è difficile, per chi è esercitato, riconoscervi i diversi fonemi, determinarne l'inizio e la fine, scorgere le loro influenze reciproche, gli effetti della accentuazione, della melodia, ecc. Il fatto che l'orecchio umano riconosce abitualmente i suoni del linguaggio dimostra che il linguaggio, pur variando entro limiti estremi (gli uni rivelanti il carattere personale e la libertà individuale di chi parla, gli altri la meccanizzazione e l'uniformità prodotte dall'abitudine, dalla fretta e da mille altre circostanze della vita quotidiana), tuttavia purchè i fonemi e le parole conservino alcuni elementi costanti, anche se qualitativamente e quantitativamente ridotti ad un minimo, bastano a far riconoscere i fonemi e le parole, grazie ad alcuni meccanismi incoscienti d'integrazione, che già furono ben descritti, e che sono analoghi a quelli studiati in altri campi da WUNDT e da ERDMANN.

L'elettroacustica si presta egregiamente allo studio sperimentale di questi processi integrativi che favoriscono il riconoscimento dei singoli suoni. Infatti, per mezzo di filtri elettrici, è possibile isolare alcuni elementi costitutivi dei suoni complessi del linguaggio; si possono allora stabilire i limiti di alterazione o di semplificazione, entro i quali è ancora possibile riconoscere singoli fonemi, o parole, o frasi. Simili demolizioni parziali, se pur non hanno la finezza di quelle eseguite con i metodi interferenziali, sono però di più facile esecuzione; io ne ho eseguite diverse, ed

ho osservato che, sopprimendo zone di frequenze anche vaste, o togliendo ai suoni gran parte delle armoniche, è possibile far scomparire il timbro individuale della voce, è però possibile il riconoscimento acustico di parole e di frasi, purchè si rispettino alcuni elementi delle vocali e delle semivocali; quelli cioè che ne costituiscono il carattere specifico. Evidentemente questi elementi essenziali bastano anche da soli al riconoscimento dei fonemi grazie al meccanismo inconsciente di integrazione; il che non stupisce lo psicologo, quando consideri che il linguaggio non è semplicemente dovuto al giuoco di due organi di senso, bensì di due attività psichiche poste in collaborazione, e capaci volta a volta di sovrapporre e di integrare vicendevolmente le proprie funzioni.

Vi ha dell'altro. Lo studio degli oscillogrammi ci permette di considerare il linguaggio stesso come una serie di organizzazioni di suoni aventi un significato, e di percepirne sia le unità di ordine inferiore, sia le unità più complesse. Il linguaggio umano ci si presenta come una serie di stimolazioni uditive numerose e varie, raggruppate in modo da formare organizzazioni aventi un significato, così che ognuna di queste si presenta a chi ascolta come conosciuta e compresa nel suo significato, e come tale viene percepita, grazie anche alle sfumature che la differenziano dalle altre alle quali può somigliare. Ogni organizzazione possiede una sua unità ed una costanza tale da resistere a diverse cause dissolvitrici o modificatrici, quali, ad esempio, la rapidità nel parlare, la pronunzia di una parola con maggiore o minore energia, la vicinanza di determinate consonanti rispetto alle vocali di una parola, oppure la vicinanza di determinate parole nel corpo di una frase, ecc.

Tra le molte possibili influenze soggettive è da segnalare il fatto che l'attenzione può essere rivolta o alle singole parti del discorso, oppure al tutto. Si osservi poi che questi fattori di trasformazione che appaiono come fatti soggettivi allorchè la parola viene considerata come funzione del linguaggio, ossia come emissione di

suoni aventi un significato, divengono cause oggettive di trasformazione quando la parola stessa si consideri come percezione di suoni aventi un significato; e, a loro volta, le condizioni oggettive di trasformazione in chi parla possono diventare condizioni soggettive di trasformazione in chi ascolta.

VIII. — CONCLUSIONI

I metodi automatici di analisi elettroacustica mi hanno permesso non solo di registrare la voce dei soggetti esaminati, ma di passare ad un confronto analitico dei varî costituenti la parola (struttura dei singoli fonemi, loro intensità, loro altezza tonale, loro distribuzione statistica, ecc.) e di esaminare come i varî soggetti si comportano, presentando caratteristiche personali e caratteristiche proprie del contenuto di ciò che essi dicono, ovvero delle condizioni soggettive in cui parlano.

Una prima conclusione alla quale sono giunto si è che il metodo oscillografico permette di riconoscere che il linguaggio ci si presenta con caratteri di totalità, ossia come una corrente sonora costituita da suoni varî, ciascuno dei quali è tanto fuso nel tutto da influenzarne la fisionomia e da esserne a sua volta profondamente modificato. Queste influenze reciproche variano da soggetto a soggetto e da momento a momento, per opera di fattori oggettivi e soggettivi, così che il linguaggio percepito ci si presenta come un tutto vivo, costituito da complessi movimenti, che si fondono e si organizzano variamente secondo determinate leggi.

Una seconda conclusione risulta dalle mie ricerche sul linguaggio: non vi sono nè sillabe, nè parole, divisioni fatte per comodità di studio o da punti di vista diversi da quello dal quale si pone lo psicologo; chi registra con i metodi elettroacustici osserva un seguito di vibrazioni varie alle quali corrispondono suoni aventi un significato; ma questo seguito di vibrazioni non è una serie uni-

forme; le vibrazioni si presentano unite in modo da costituire unità di vario ordine, variamente legate fra di loro e variamente strutturate a seconda dei casi ⁽¹⁾. A queste unità e organizzazioni di movimenti, il cui giuoco costituisce il linguaggio, corrispondono, in colui che le percepisce, altre unità e organizzazioni di natura acustica. Questa unificazione ed organizzazione permette di attribuire a ciascuna di queste organizzazioni e al loro complesso un senso e di avere così la comprensione del linguaggio, comprensione che è intimamente legata alla percezione dei suoni. Da ciò si ricava che il linguaggio è esso pure governato dalle leggi della forma.

Si deve aggiungere che questa unificazione interiore della parola umana non è qualcosa di assoluto; essa oscilla tra due poli opposti; a un polo vi è la libertà di colui che parla, e ciò permette di rendersi conto dell'esistenza degli individualismi, grazie ai quali la parola assume un carattere nettamente individuale e varia da momento a momento e a seconda delle condizioni nelle quali è pronunciata; all'altro polo vi è la meccanizzazione della parola, allorchè essa ha perso tutto il suo contenuto di significato ed è diventata un seguito di suoni pronunciati meccanicamente, come avviene o in alcune circostanze (parole ripetute, recitazione a memoria di frasi, fenomeni di perseverazione, mancanza di interesse, ecc.) o in alcuni casi patologici (ecolalia, parola senile, disartria dei paralitici, ecc.). Nel primo caso gli individualismi portano alla massima realizzazione dell'unità interiore della parola sacrificando ad essa le caratteristiche tipiche e costanti. Nel dialetto, nella creazione di parole, nella trasformazione della lingua viva questo processo di unificazione è opera del fattore costruttivo dominante della trasformazione delle parole; è il caso in cui la *pregnanza* della forma si rivela al massimo; nel secondo caso la forma si dissolve

(1) Una unità fondamentale, della quale si deve riconoscere la esistenza, come già ho detto, è il fonema, considerato come unità psicologica, il che non coincide con il fonema considerato dal punto di vista fisico, o fisiologico, o fonetico.

in un seguito di suoni e si può persino giungere alla perdita totale di significato.

Una terza conclusione deve essere messa in rilievo. Con i metodi di analisi automatica elettroacustica è possibile fare l'esame comparativo dei singoli soggetti. Un primo posto occupano in questa ricerca, come abbiamo visto, le differenze individuali; queste sono date dalla maggiore o minore ricchezza di armoniche dei singoli fonemi, della loro durata, delle variazioni dell'altezza tonale, delle variazioni della intensità; tutti questi elementi fusi insieme conferiscono alla parola di ciascuno quelle caratteristiche per le quali viene riconosciuta come propria di un determinato soggetto e caratterizzata dagli individualismi.

Altre cause di differenziazione sono date dagli stati emotivi che si rivelano mediante le modificazioni strutturali.

Ma soprattutto, a determinare queste variazioni, un peso grandissimo ha il significato di ciò che viene detto. Bisogna concepire le modificazioni che noi registriamo come espressione del significato che chi parla intende comunicare; tali variazioni significative sono date soprattutto dall'andamento della intensità, dell'altezza tonale, delle pause, ecc.

D'ora innanzi lo studioso dell'elettroacustica deve proporsi di determinare le correlazioni tra le variazioni delle caratteristiche della voce (ossia il livello del tono medio nel quale la parola è pronunciata, le deviazioni individuali da questo valore medio, il numero delle parole pronunciate nell'unità di tempo, il numero delle pause, le modificazioni dell'altezza tonale nella quale ciascun suono, ciascuna sillaba, ciascuna parola, ciascuna frase è pronunciata, le modificazioni delle armoniche e della loro intensità e della loro ricchezza, lo spostamento delle zone di risonanza, ecc.) da una parte; e dall'altra il significato di ciò che viene detto, le condizioni soggettive di chi parla, il tipo costituzionale di costui, l'età, il sesso, ecc. È questo un vastissimo campo che si è aperto a coloro che studiano il linguaggio; esso è solo in parte esplorato.

Un ostacolo grave è dato dalla necessità di determinare nelle variazioni del linguaggio ciò che spetta agli individualismi e ciò che si deve attribuire al contenuto di ciò che viene detto (il significato, il valore espressivo della parola) e ciò che si deve allo stato d'animo di chi parla.

Ma, se vasto è il campo della indagine che l'elettroacustica ha aperto, però l'elettronica pone a disposizione del ricercatore tali progressi tecnici dai quali è possibile ricavare sempre nuovi e più interessanti risultati.

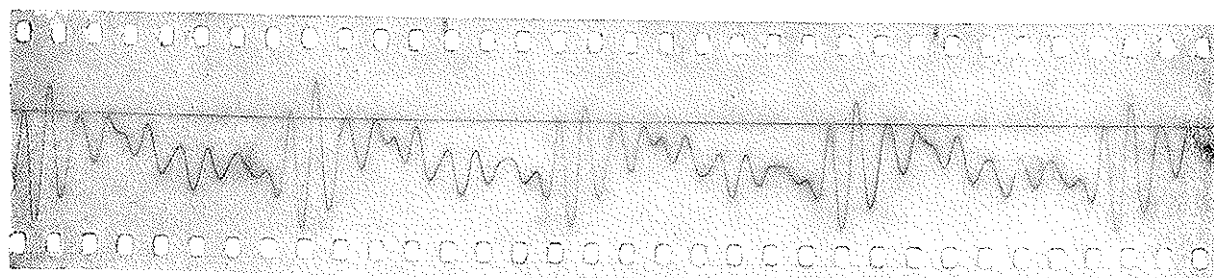
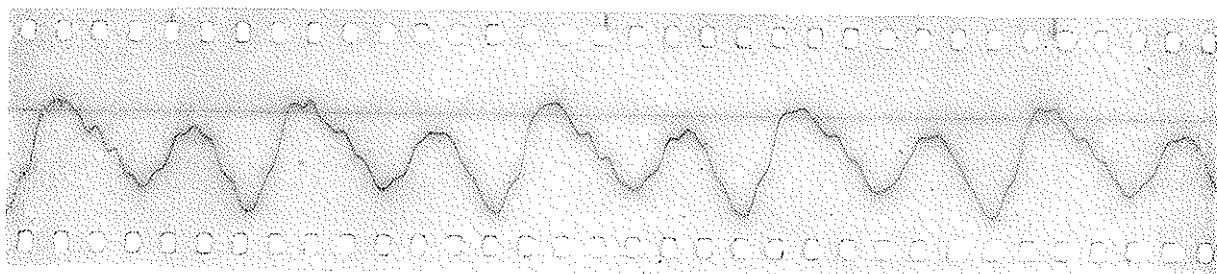
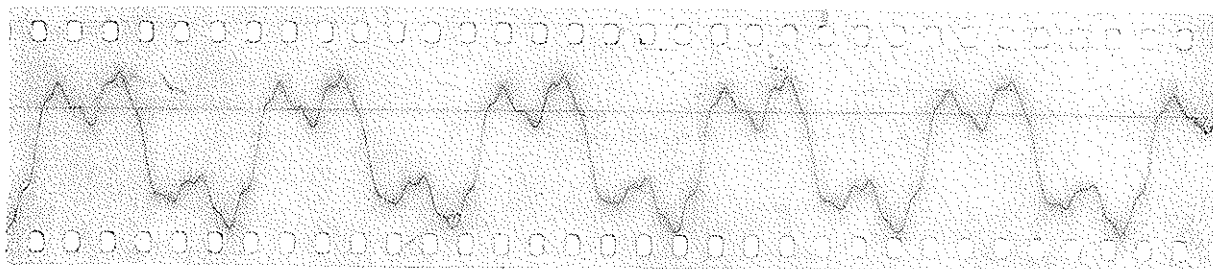
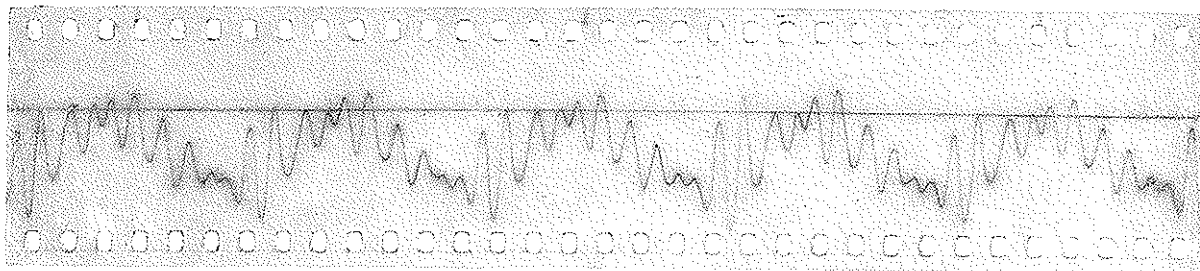
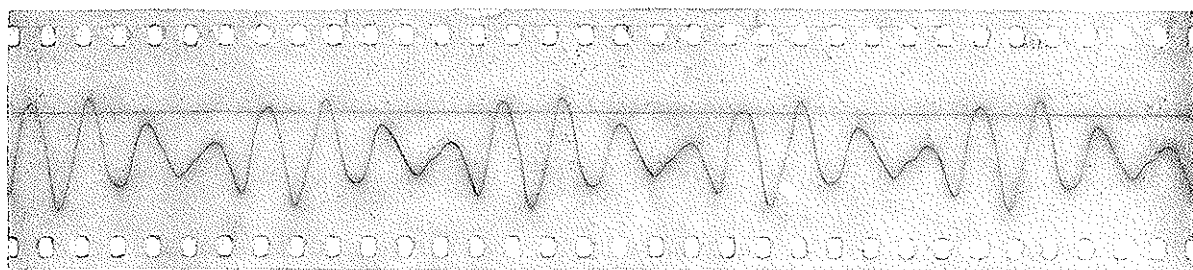
I.

TAVOLA PRIMA

Vocali tipiche di un soggetto femminile adulto, pronunciate in modo sostenuto.

Le vocali si susseguono nell'ordine, dall'alto in basso: *a, i, u, o, e*.

Velocità di scorrimento del film: circa undici metri al secondo; il marcatempo segna 1/168 di secondo.

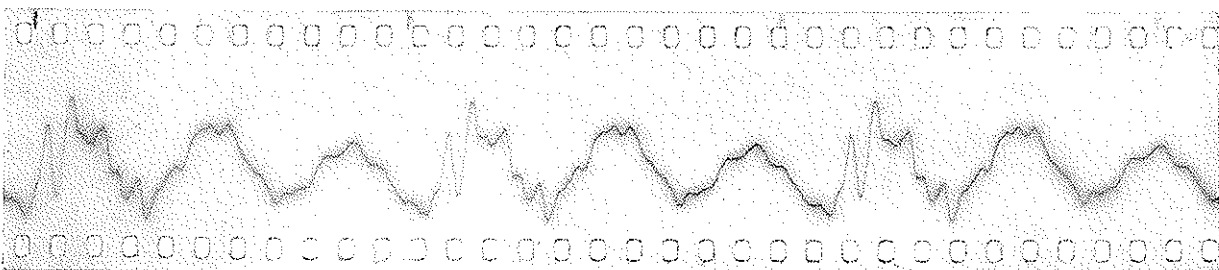
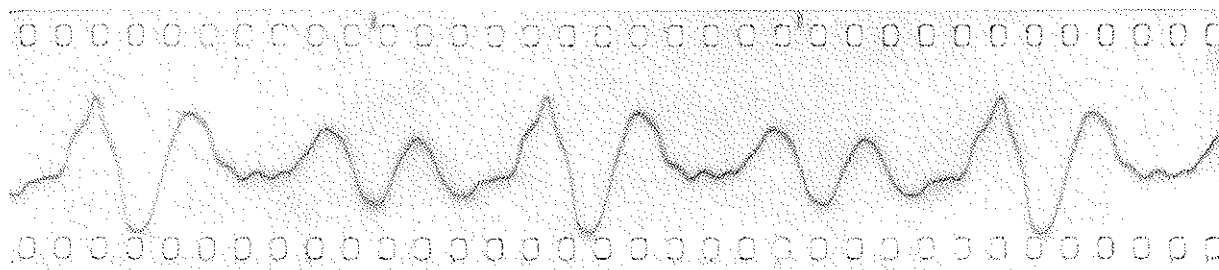
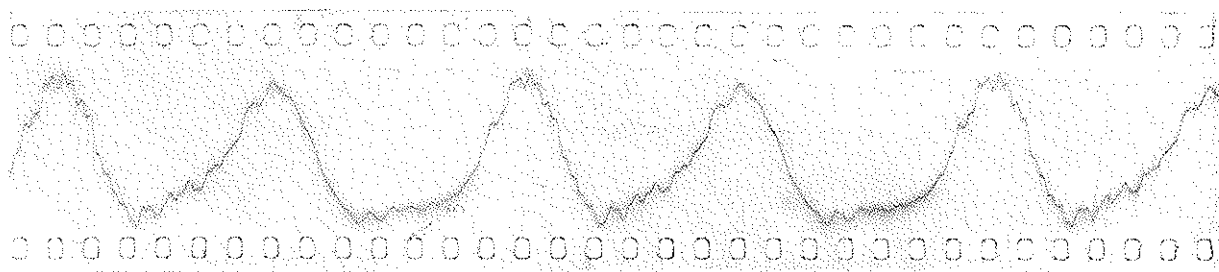
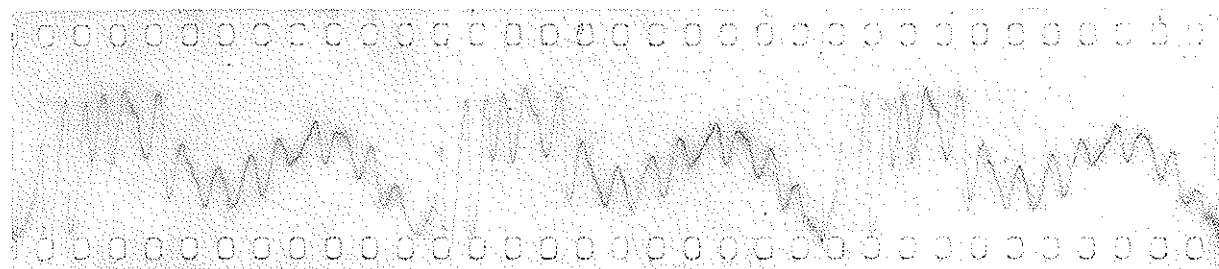
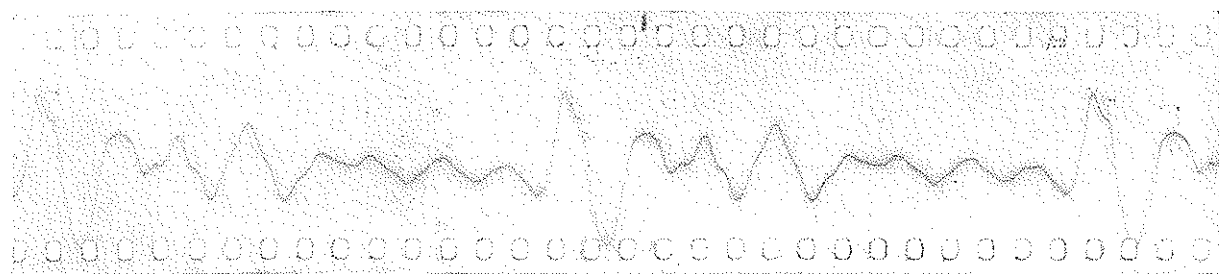


II.

TAVOLA SECONDA

Vocali tipiche di un soggetto maschile adulto, pronunciate in modo sostenuto. Le vocali si susseguono nell'ordine, dall'alto in basso: *a, i, u, o, e*.

Velocità di scorrimento del film: undici metri al secondo; il marcatempo segna 1/168 di secondo.



III.

TAVOLE DA 3 A 22

Rimandando il lettore al testo dell'articolo, conviene fare alcune osservazioni, le quali risultano dall'esame dell'oscillogramma della frase: «*ignorante, stolto, pazzo, chi letizia cerca fuor di Dio*».

La frase sopradetta è una delle frasi che ho adoperato con lo scopo di registrare i vari fonemi.

Questa frase è stata pronunciata da un soggetto maschile, in tono di conversazione. Il marcatempo segna $1/168$ di secondo. Il soggetto ha impiegato a pronunciare la frase $5100/000$ di secondo.

Cominciamo osservando le singole vocali; ed esaminiamo la vocale *i* con la quale si inizia la parola *ignorante*. (tavola 3). Questa vocale, perchè fortemente accentuata, si presenta con fisionomia caratteristica; dopo alcuni periodi atipici seguono 14 periodi ciclici tipici della durata di 89 sigma e di un'altezza tonale media di 157 c/sec.; l'*i* finisce fondendosi con le consonanti seguenti *gn*. La vocale è ricca di armoniche ed ha la fisionomia tipica dell'*i*.

La vocale *i* di *chi* (tav. 13) si inizia con alcuni periodi atipici in cui la vocale si fonde con *ch*; seguono 8 periodi ciclici tipici della durata di 57 sigma, aventi una altezza tonale media di 140 c/sec. Termina la vocale con periodi atipici fusi con la consonante *l*.

Il primo *i* di *letizia*, (tavole 14-15), dopo alcuni periodi atipici, presenta 12 periodi ciclici tipici, della durata di 68 sigma; l'altezza tonale media è di 176 c/sec.; l'*i* termina con alcuni periodi ciclici non tipici e con uno smorzamento finale; il secondo *i* di *letizia*, (tavola 16), poco accentuato, dopo alcuni periodi non molto tipici, che si fondono con la consonante *z*, ne presenta altri, pur essi non tipici, fusi con quelli di *a*, così che vi è una reale fusione di *i* ed *a*.

L'*i* di *di* (tavola 21) incomincia con alcuni periodi atipici fusi con *d*; poscia vi sono 11 periodi ciclici tipici della durata di 72 sigma e dell'altezza tonale media di 143 c/sec.

L'*i* di *Dio* (tavole 21-22) incomincia con alcuni cicli atipici fusi con *d*; poscia vi sono 27 periodi tipici ciclici della durata di 203 sigma; l'altezza tonale è di 133 c/sec.

È evidente dunque una grande varietà di *i* dovuta alla loro posizione nelle parole e all'accento; inoltre è da notarsi che, mentre alcuni di questi *i* sono costituiti da periodi ciclici con ben evidenti caratteristiche, altri sono costituiti da periodi ciclici con scarse caratteristiche; l'*i* di *ignorante* è potentemente accentuato e ricco di armoniche; se si confronta questo *i* con gli altri *i* della frase è evidente quale profonda diversità vi è nella struttura.

Ancor più evidenti differenze troviamo confrontando i vari *a*. L'*a* di *ignorante* (tavola 4) è dato da un inizio in cui la vocale è fusa con la precedente consonante; seguono alcuni periodi atipici; poscia si hanno 18 periodi della durata di 113 sigma, la cui altezza tonale media è di 159 c/sec.; questo *a* alla fine si fonde con *n*.

L'*a* di *pazzo* (tavole 10-11) è costituito da alcuni cicli atipici iniziali per l'attacco; seguono 20 periodi della durata di 131 sigma, dell'altezza tonale media di 153 c/sec.; la ricchezza di armoniche di questa porzione centrale dell'*a* è contrastante con l'*a* finale ridotta ad essere una curva senza specifiche caratteristiche; si confronti questo *a* con l'*a* finale di *letizia*; (tavola 16); questo è fuso con l'*i* e si riduce ad una curva aciclica.

L'*a* di *cerca*, (tavola 18-19), dopo alcuni periodi atipici iniziali, i primi dei quali fusi con la consonante precedente, è dato da 11 periodi ciclici tipici della durata di 64 sigma, la cui altezza tonale media è di 167 c/sec.; alla fine vi è uno smorzamento finale atipico.

Vediamo ora l'*o*. Nella parola *ignorante* l'*o* (tavola 3-4) inizia con alcuni cicli in cui la vocale è fusa con *gn*; seguono alcuni cicli atipici della vocale; poi seguono 11 periodi ciclici tipici per la durata di 72 sigma con un'altezza tonale media di 153 c/sec. La vocale termina con alcuni cicli atipici fusi con la seguente consonante *r*.

La vocale *o* si ha due volte nella parola *stolto*. Il primo *o* (tavola 7-13) comincia con pochi cicli atipici, ai quali seguono 17 periodi ciclici tipici per la durata di 107 sigma con un'altezza tonale media di 159 c/sec.; questa vocale *o* termina con alcuni cicli fusi con la consonante *l* e va terminando con una curva che si attenua sempre più. L'altro *o* (tavola a) si inizia con pochi cicli atipici; seguono 6 periodi ciclici tipici, per la durata di 54 sigma con un'altezza tonale di 111 c/sec.; alla fine vi sono alcuni cicli atipici.

L'*o* finale di *pazzo* (tavola 11) si inizia con alcuni cicli atipici; seguono 22 periodi tipici che durano 126 sigma, con un'altezza tonale media di 175 c/sec.; questo *o* termina con alcuni cicli atipici. Questo *o* come il primo *o* di *stolto* è un *o* accentuato, ricco di armoniche, strutturalmente caratteristico. Sono dunque due *o* molto accentuati, molto complessi, il confronto con il secondo *o* di *stolto* non accentuato, di breve durata, di scarsa complessità è evidente.

Assai ridotto è l'*o* di *fuor*, (tavola 20) che si inizia con alcuni cicli atipici in cui si fonde con *u*; seguono 4 periodi della durata di 24 sigma, dell'altezza tonale di 167 sigma.

È pure ridotto strutturalmente l'*o* finale di *Dio*; (tavola 22); anche qui si hanno alcuni periodi in cui l'*o* è fuso con *i*; poscia si hanno 6 periodi tipici, della durata di 61 sigma, dell'altezza tonale di 98 c/sec.; finisce con uno smorzamento finale.

Vediamo ora l'*e*: l'*e* finale di *ignorante* (tavola 6) si inizia con alcuni cicli atipici di attacco, nei quali è evidente l'influenza della consonante *t*; poi seguono 7 periodi tipici, della durata di 65 sigma e dell'altezza tonale media di 108 c/sec.; l'*e* termina fondendosi con l'*s* della parola seguente.

L'*e* di *letizia* (tavole 13-14) inizia fondendosi con *l*; seguono poi 8 periodi, della durata di 55 sigma, dell'altezza tonale media di 145 sigma; termina con uno smorzamento aciclico.

L'*e* di *cerca*, (tavola 12), dopo alcuni periodi atipici, è dato da 16 periodi tipici, della durata di 95 sigma, dell'altezza tonale di 168 c/sec.

Una sola *u* vi è in questa frase, quella di *fuor*. (tavola 20) Dopo alcuni cicli atipici l'*u* presenta 13 periodi, della durata di 95 sigma, dell'altezza tonale di 137 c/sec. Dopo di che lentamente si fonde con *o*.

Passiamo alle consonanti.

Nella parola *ignorante* troviamo *gn* che si fonde con la vocale che precede, *i*, e con la seguente vocale, *o*, di guisa che assume dapprima alcune delle caratteristiche dell'*i*, poscia quella dell'*o*. (tavola 3). Vi sono cioè trasformazioni lente per cui si passa da *io*, *gne*, ad *o*.

La *n* di *ignorante* (tav. 5) si presenta con le sue ben note caratteristiche di una sinusoidale non perfetta, che all'inizio risente la influenza della fusione con *a*.

La consonante *l* iniziale di *letizia*, che si fonde con la vocale *e* che segue, mantiene le caratteristiche di una sinusoidale non perfettamente periodica alla quale si sovrappongono le armoniche della vocale. (tavola 13).

La consonante *t* di *stolto* è fusa con l'*o* che precede, ma non con il fonema che segue, perchè vi è un periodo di silenzio fonatorio per la preparazione dell'atteggiamento del tubo fonatorio per pronunciare la consonante *t*. (tavola 8).

È interessante confrontare le tre consonanti *c*. L'iniziale *c* di *chi* è preceduta da un lungo silenzio fonatorio, periodo di transizione che serve a preparare l'atteggiamento del tubo fonatorio. (tavola 13) Poscia abbiamo 260 oscillogrammi per 67 sigma, ossia 3800 oscillogrammi aperiodiche al secondo.

Il primo *c* di *cerca* è pure preceduto da un lungo periodo di silenzio per preparare l'atteggiamento del tubo fonatorio; esso è dato da 370 oscillazioni, della durata di 76 sigma, ossia da 4700 oscillazioni aperiodiche al secondo. (tavola 17).

Il secondo *c* presenta 100 oscillazioni, della durata di 31 sigma, ossia 3200 oscillazioni aperiodiche al secondo. (tavola 15.)

L'*s* di *stolto* è dato da 350 oscillazioni, della durata di 77 sigma, ossia 4500 oscillazioni al secondo. (tavola 6).

La *z* di *letizia* è data da 866 oscillazioni della durata di 122 sigma, ossia 7000 oscillazioni aperiodiche al secondo, (tavole 15-16); mentre le due *z* di *pazzo* sono date da 1000, oscillazioni della durata di 167 sigma, ossia da 5500 oscillazioni aperiodiche al secondo. (tavole 10-11).

La consonante *t* di *ignorante* è data da poche vibrazioni acicliche; (tavola 6); più numerose sono quelle di *t* in *stolto* e di *letizia*.

Anche il *p* di *pazzo* è dato da poche vibrazioni acicliche e altrettanto si deve dire dell'*f* di *fuor* e della *d* di *di* e di *Dio*.

Queste consonanti (*t*, *d*, *p*) come già ho avuto occasione di notare altre volte, non presentano caratteristiche tipiche nella oscillografia; debbono essere studiate con altri mezzi.

Quanto all'*r* di *ignorante* non troviamo le caratteristiche che mostrerò in altro oscillogramma, ove risulterà caratteristico il fondersi con le vocali seguenti.

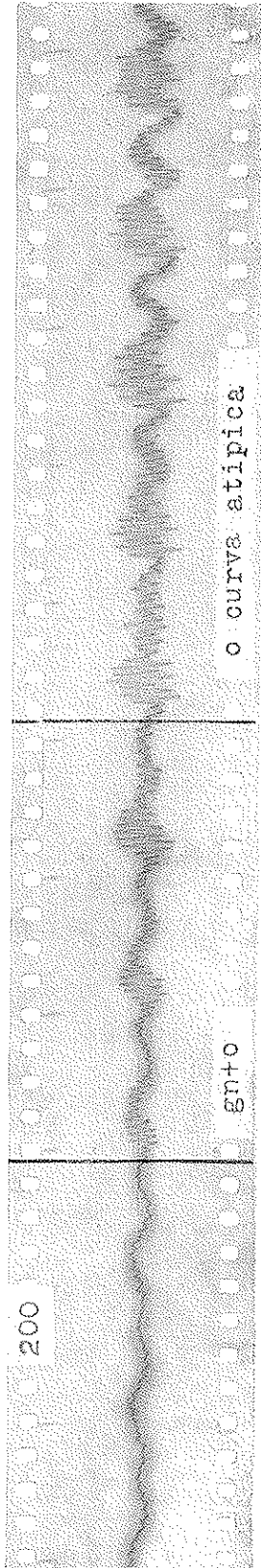
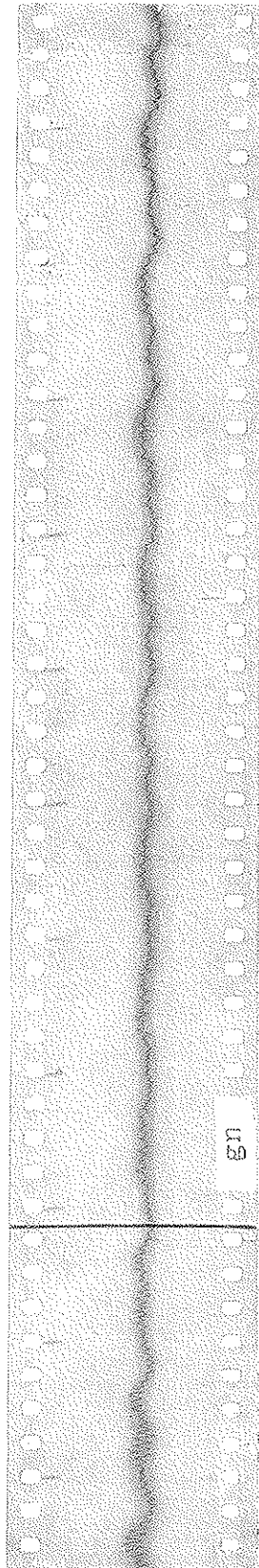
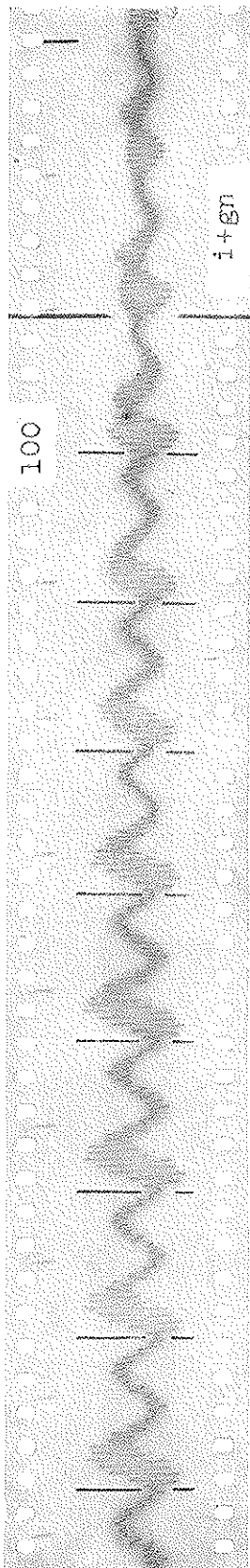
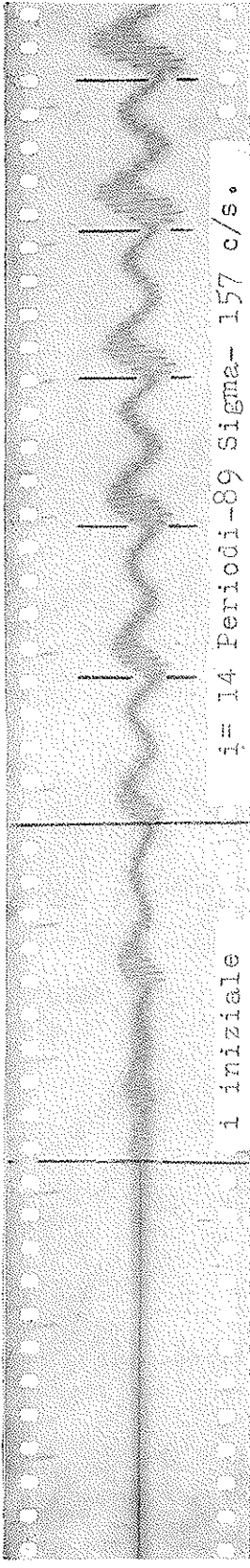
La consonante *s*, che inizia la parola *stolto*, è data da 350 oscillazioni aperiodiche al secondo; ma ne vedremo di più caratteristiche in altri oscillogrammi.

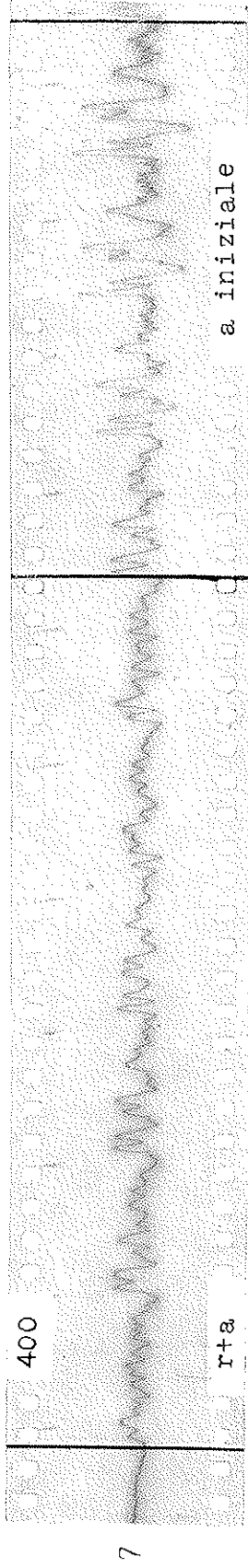
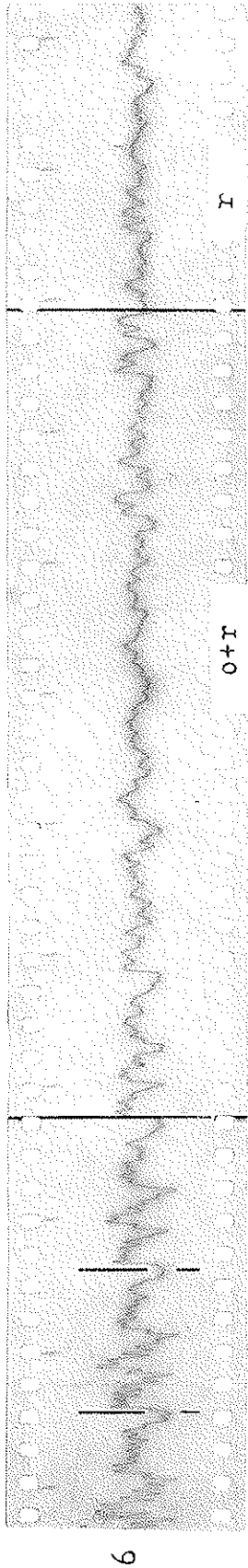
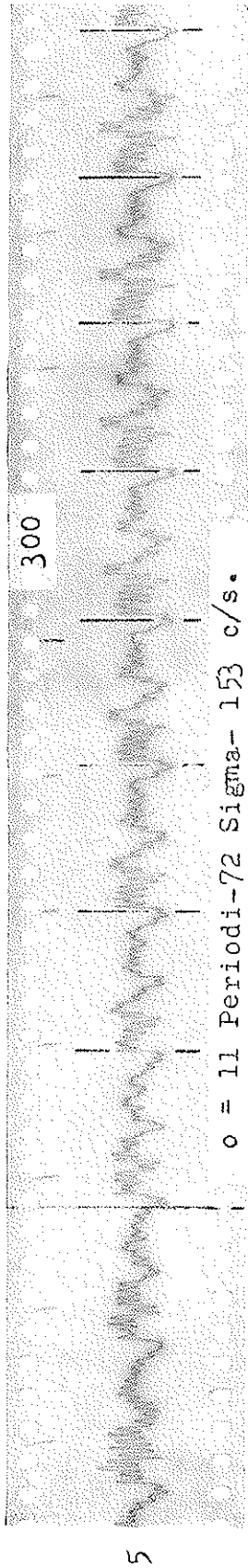
Interessante è il fatto di lunghi periodi di silenzio fonatorio; essi si hanno quando il tubo fonatorio deve mutare atteggiamento. Si arriva a silenzi della durata di 100, 150 sigma.

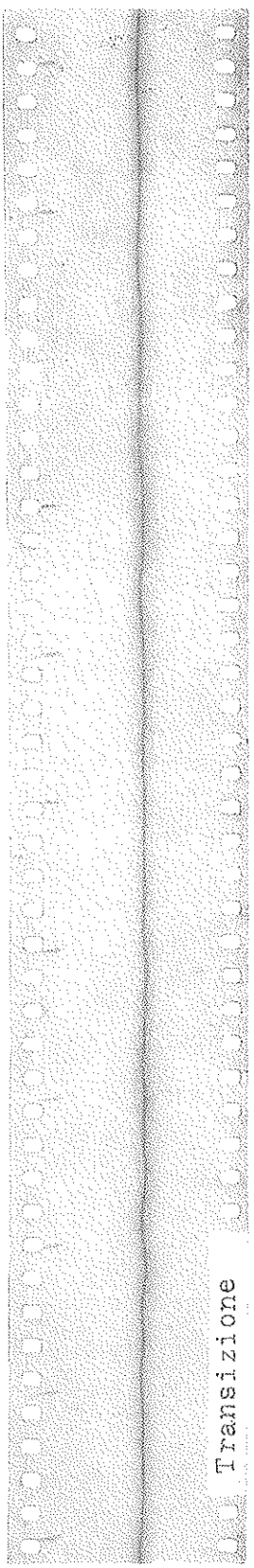
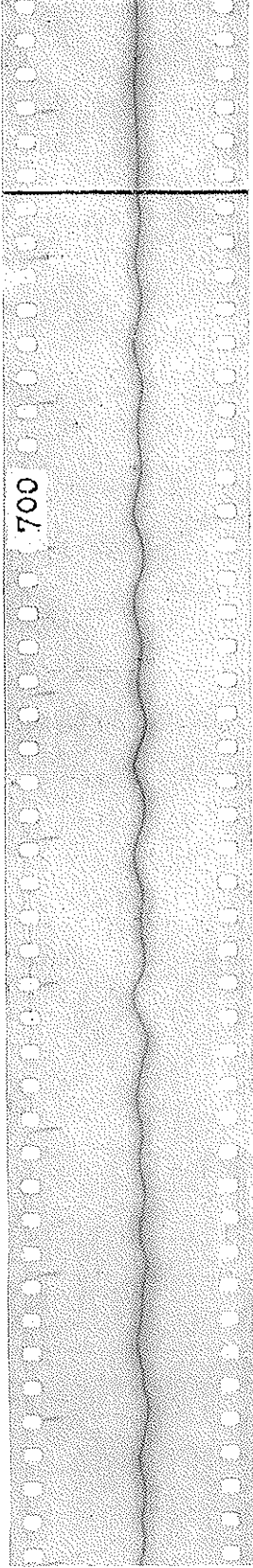
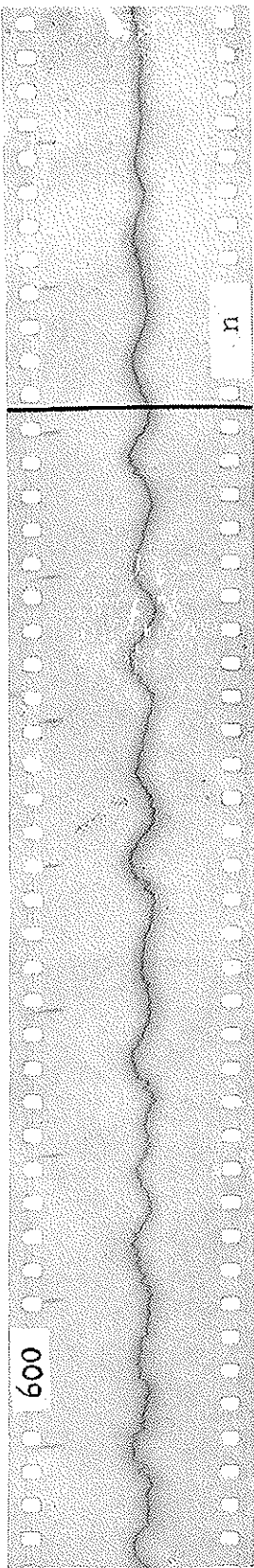
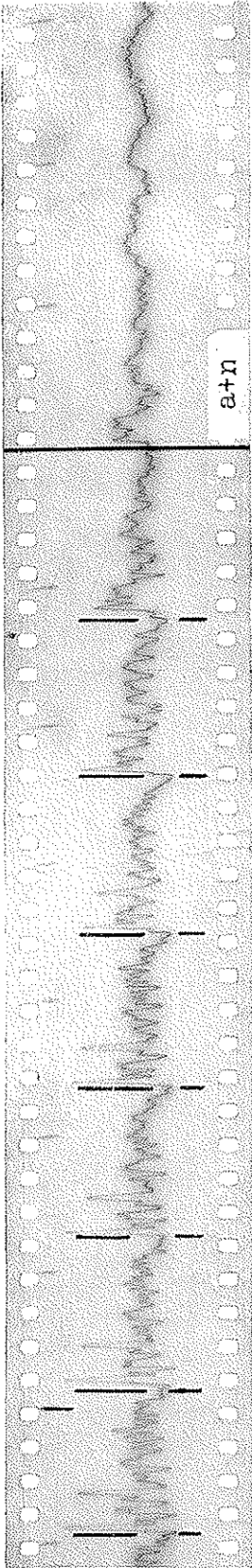
Tali le principali caratteristiche che si rilevano dalla lettura dell'oscillogramma della frase: « *Ignorante, stolto, pazzo, chi letizia cerca fuor di Dio* ».

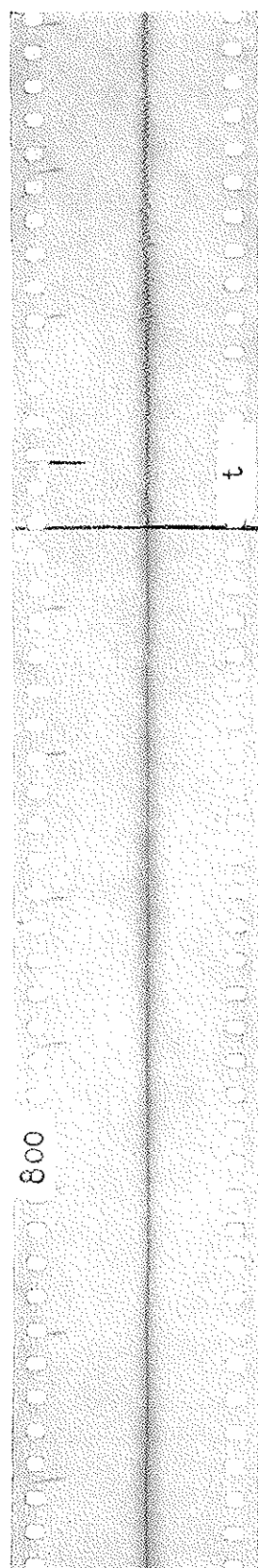
La seguente tabella fornisce in uno sguardo sintetico le differenze delle vocali per ciò che si riferisce ai loro periodi ciclici tipici.

Vocali	Parola della quale fa parte	Numero dei cicli periodici tipici	Altezza tonale	Durata in sigma
<i>a</i>	<i>ignorante</i>	18	159	113
<i>a</i>	<i>pazzo</i>	20	153	131
<i>a</i>	<i>cerca</i>	11	167	64
<i>i</i>	<i>ignorante</i>	14	157	89
<i>i</i>	<i>chi</i>	8	140	57
<i>i</i>	<i>letizia</i>	12	176	68
<i>i</i>	<i>di</i>	11	143	77
<i>i</i>	<i>Dio</i>	27	133	203
<i>u</i>	<i>fuor</i>	13	137	95
<i>o</i>	<i>ignorante</i>	11	153	72
<i>o</i>	<i>stolto</i>	17	159	107
<i>o</i>	<i>stolto</i>	6	111	54
<i>o</i>	<i>pazzo</i>	22	175	126
<i>o</i>	<i>fuor</i>	4	167	24
<i>o</i>	<i>Dio</i>	6	98	61
<i>e</i>	<i>ignorante</i>	7	108	65
<i>e</i>	<i>letizia</i>	8	145	55
<i>e</i>	<i>cerca</i>	16	168	95

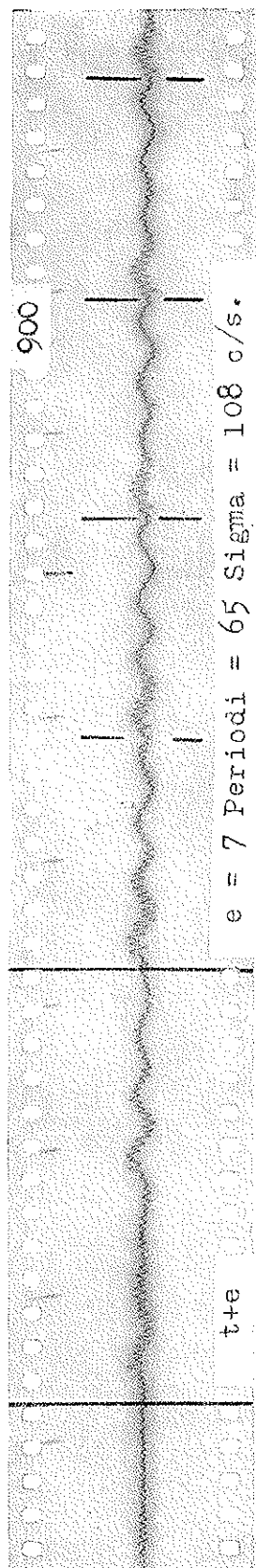




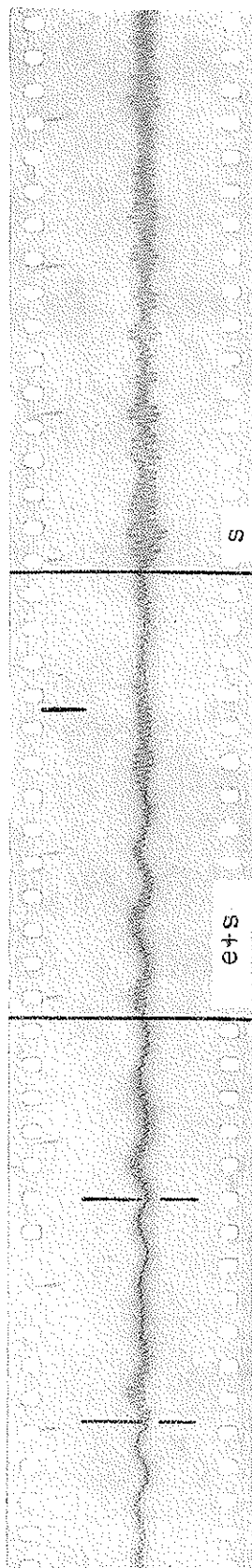




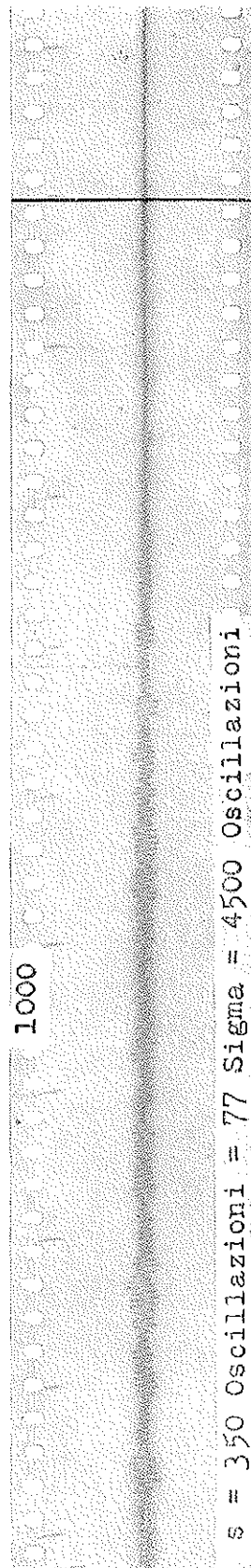
13



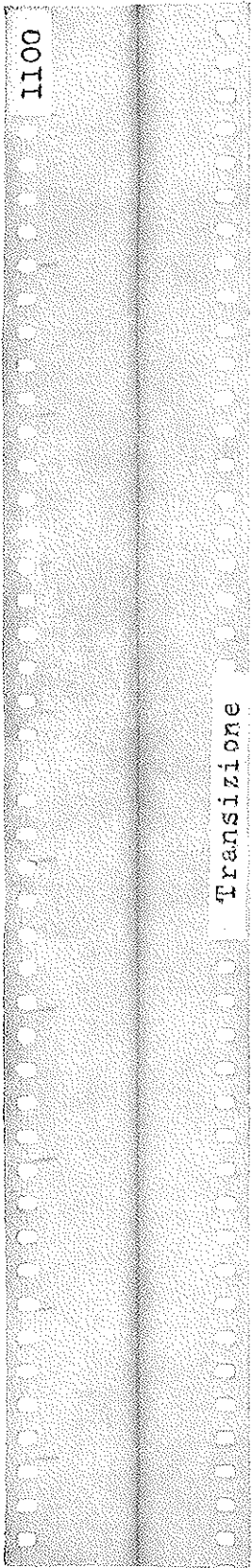
14



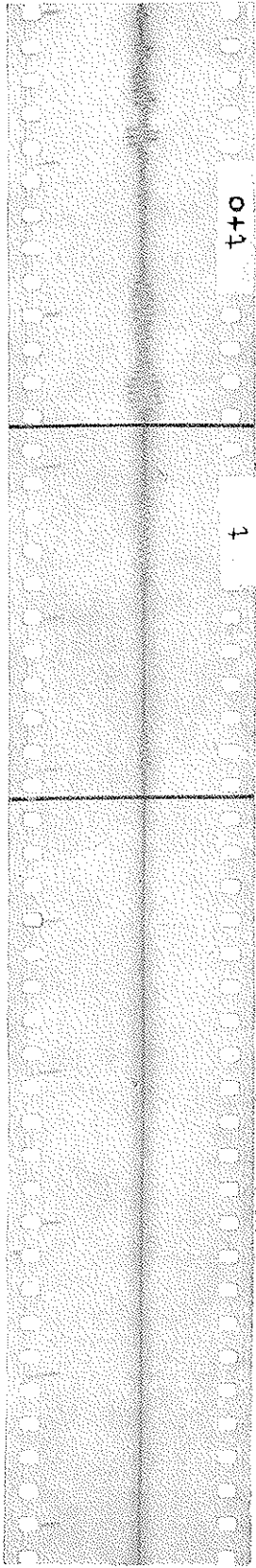
15



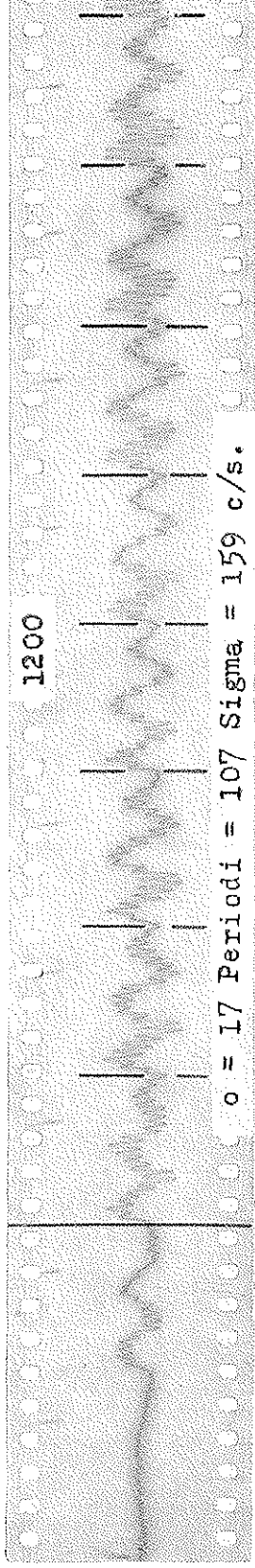
16



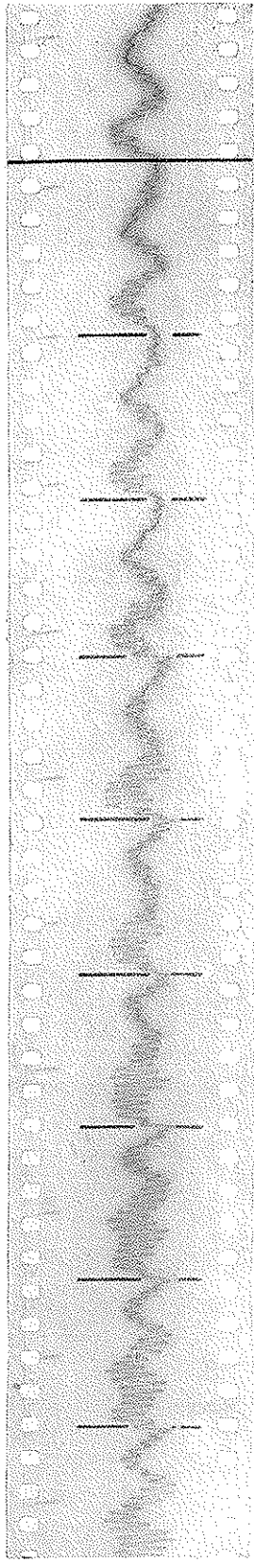
17



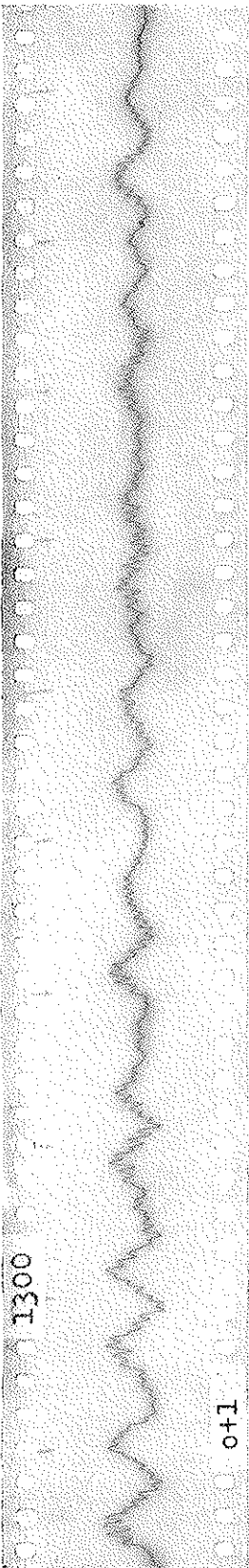
18



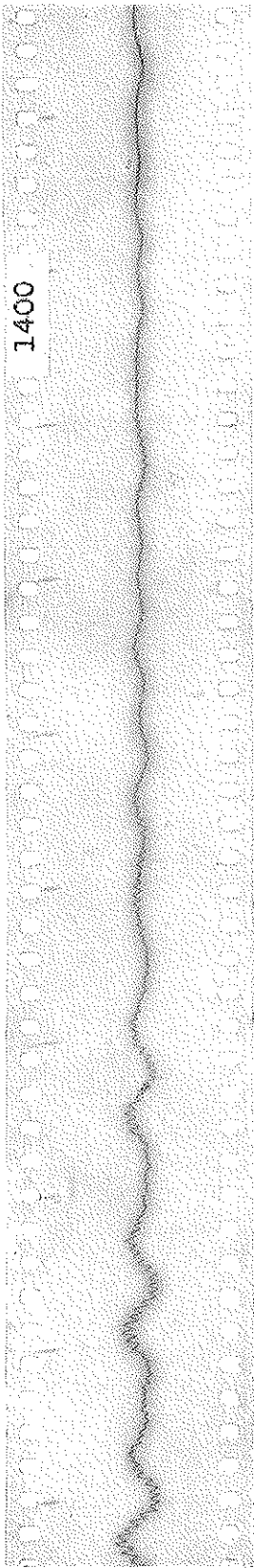
19



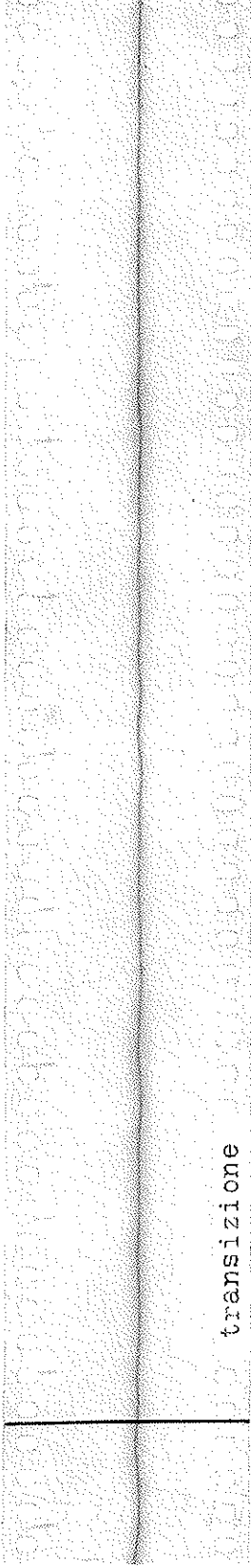
20



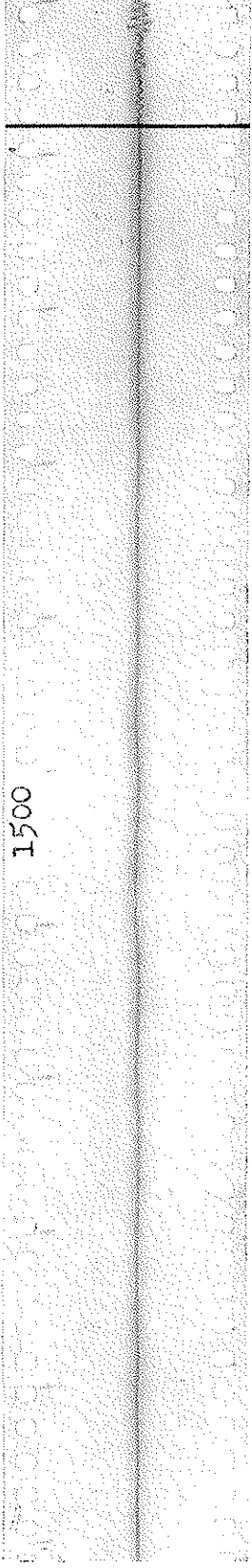
21



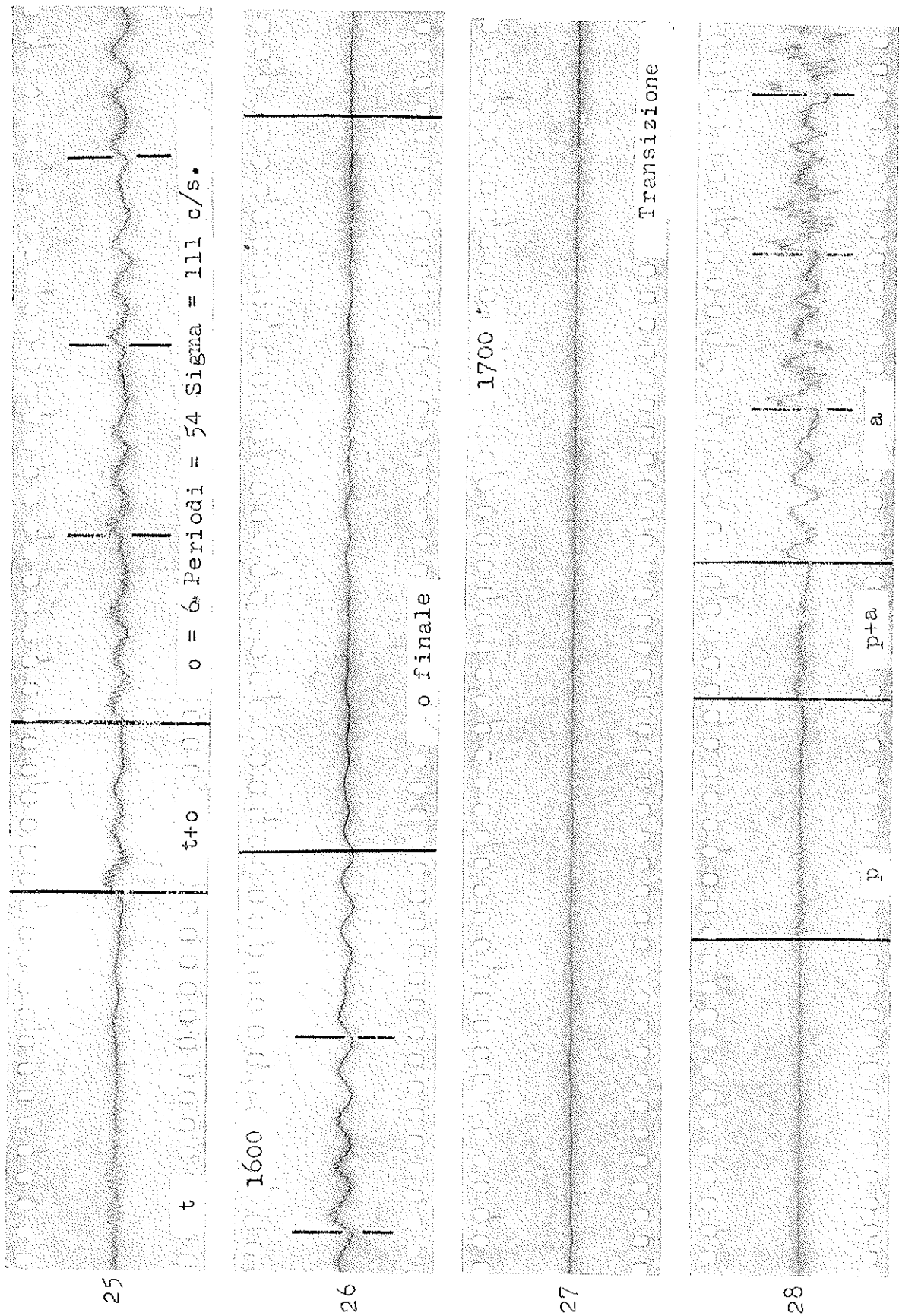
22

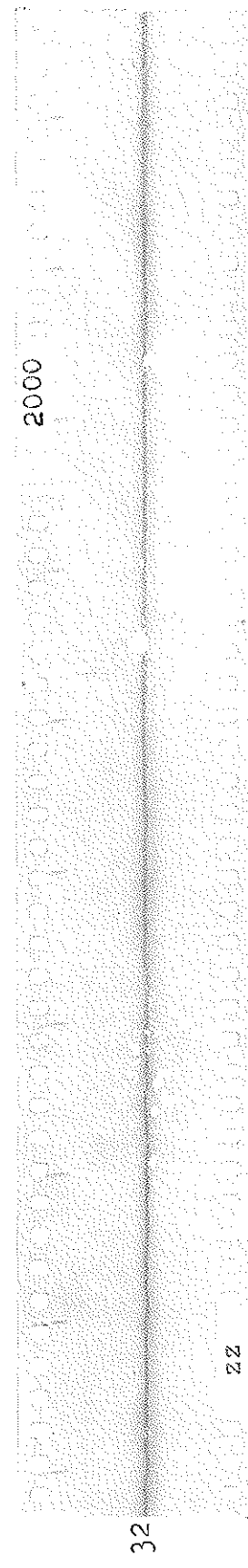
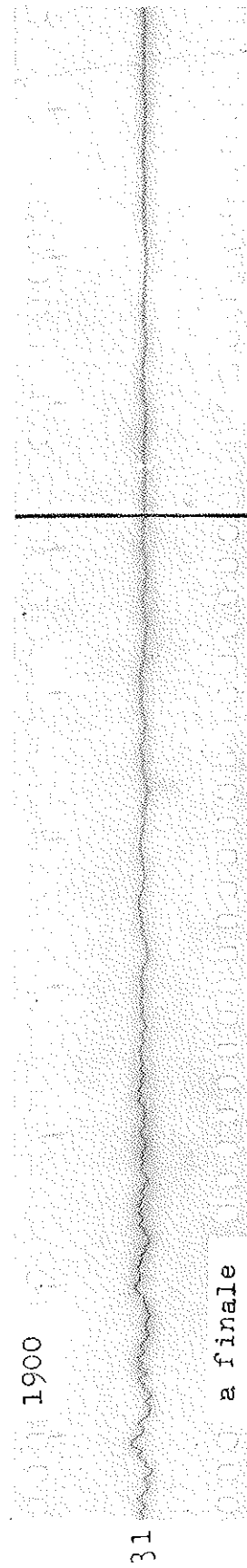
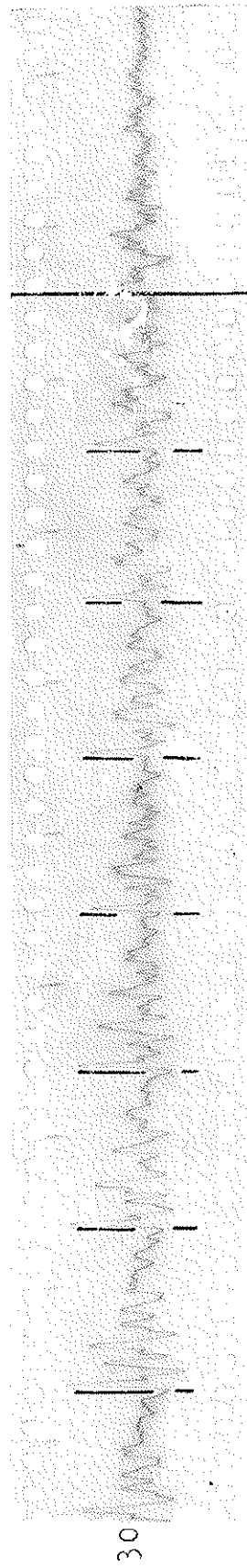
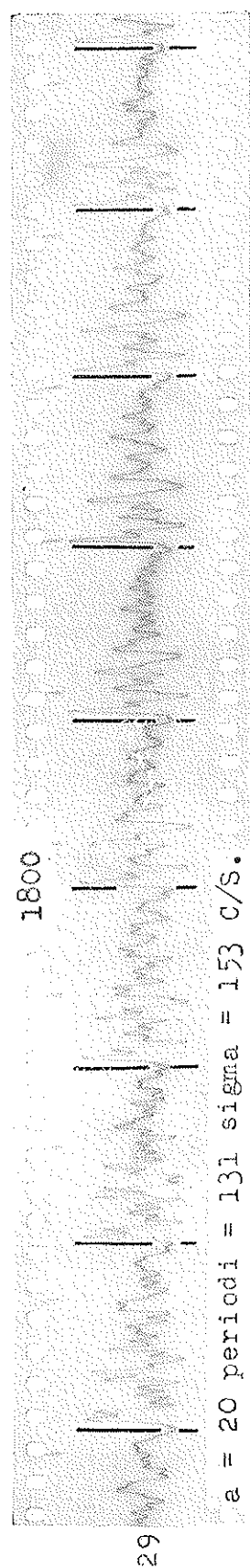


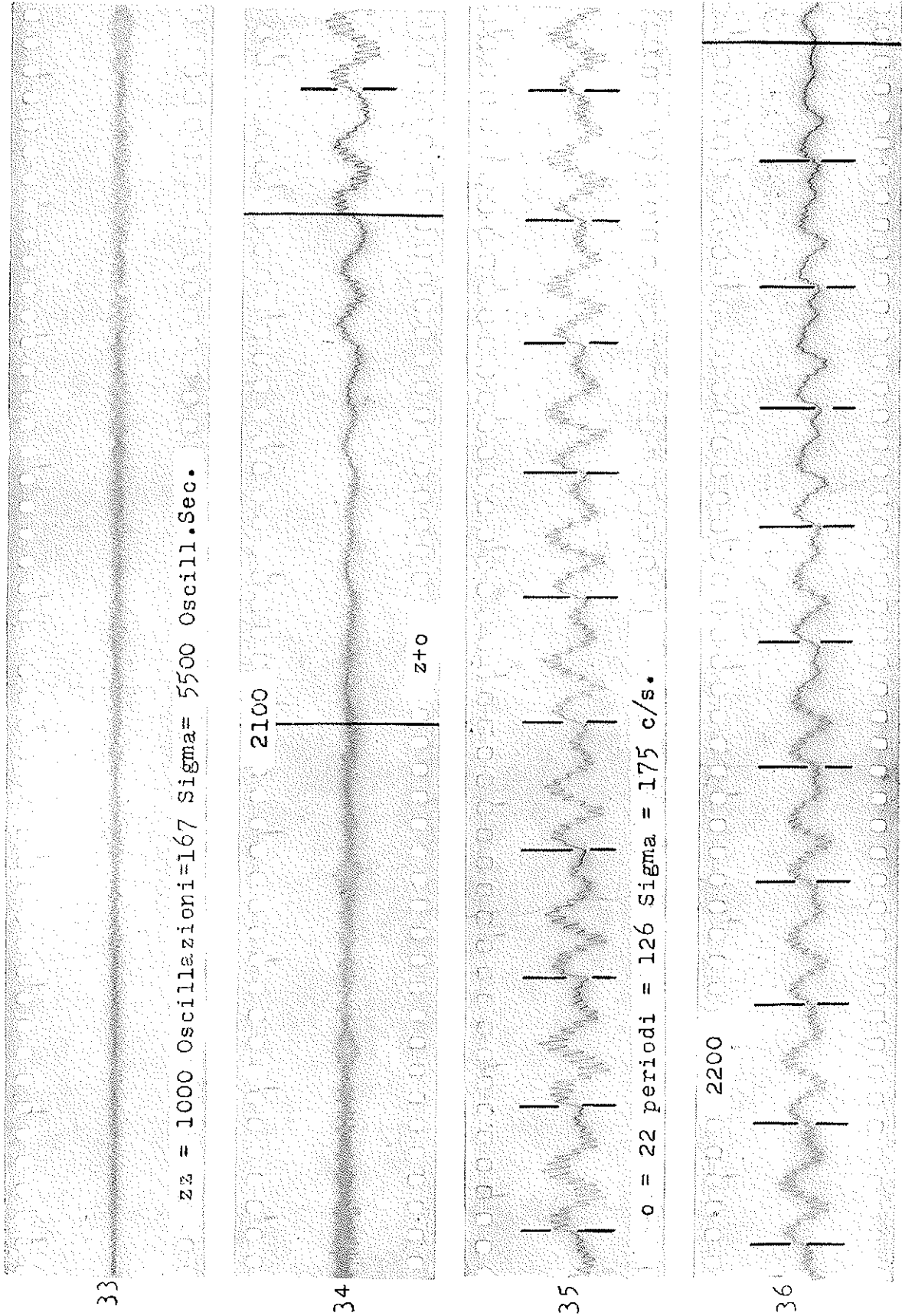
23

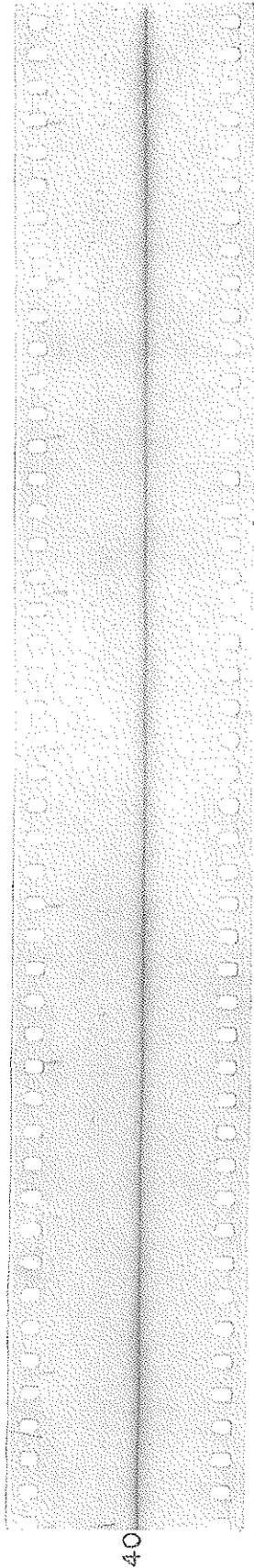
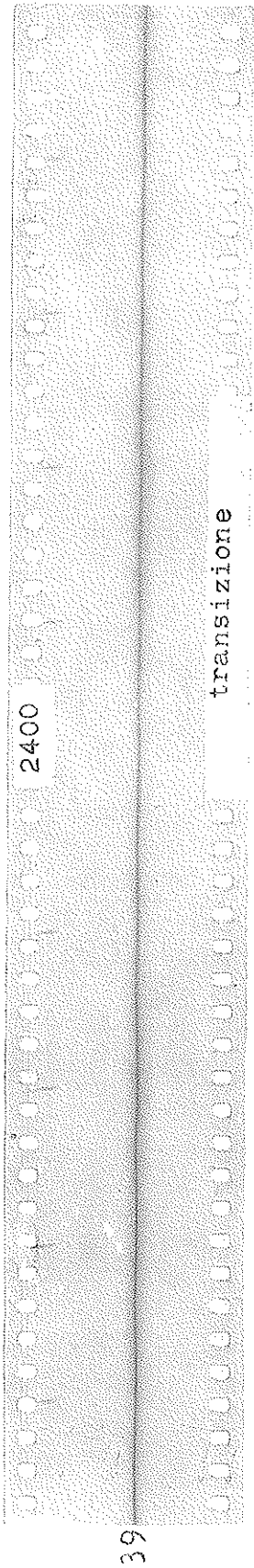
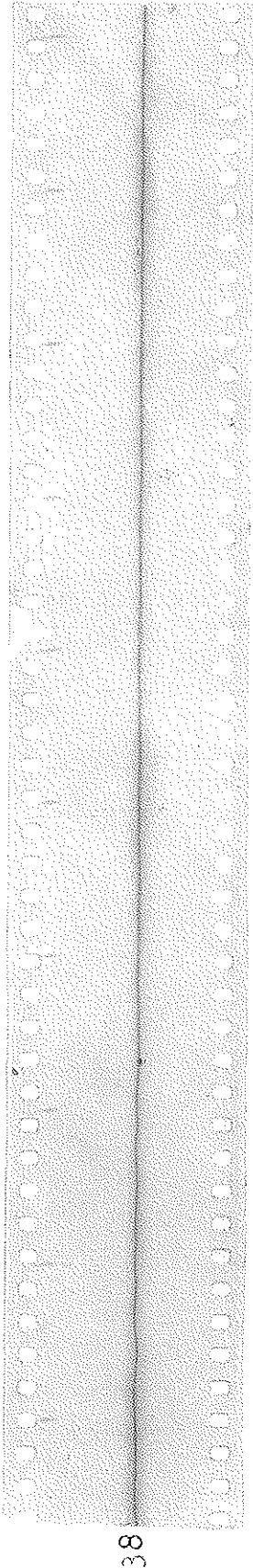
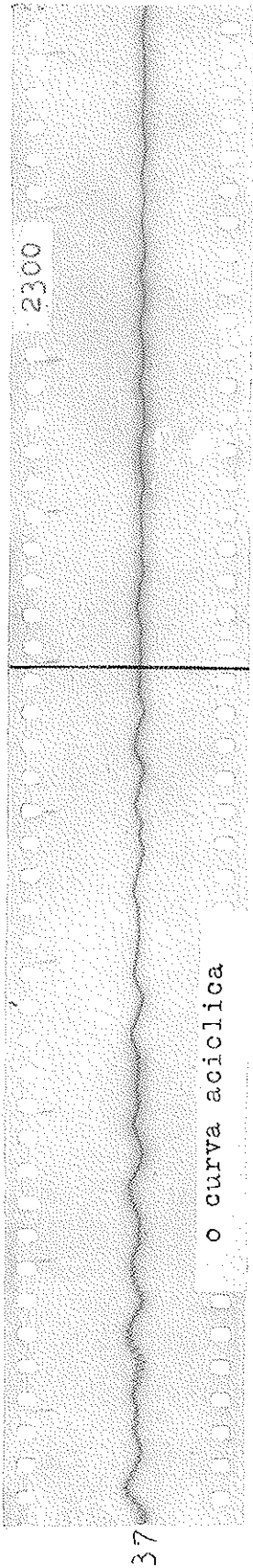


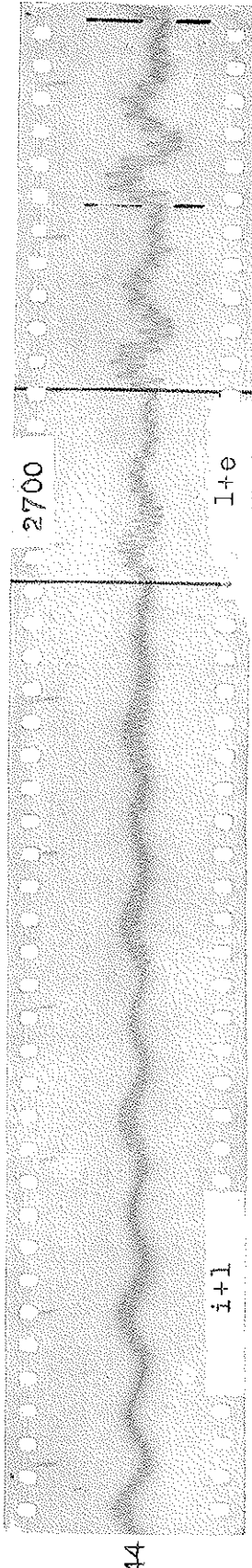
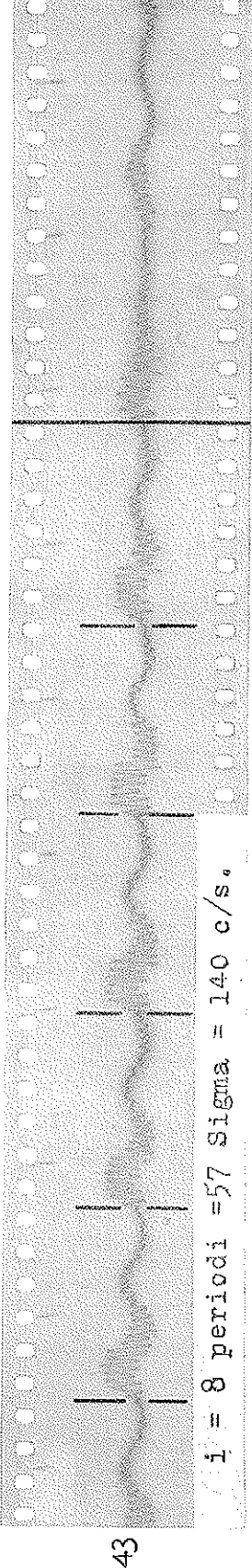
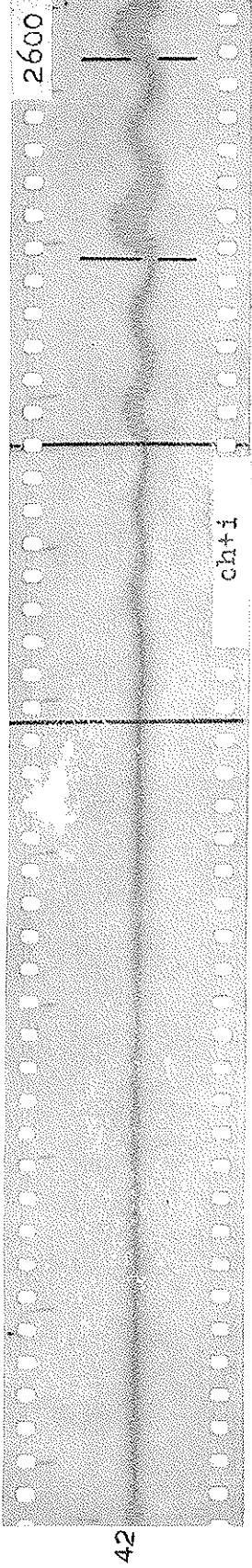
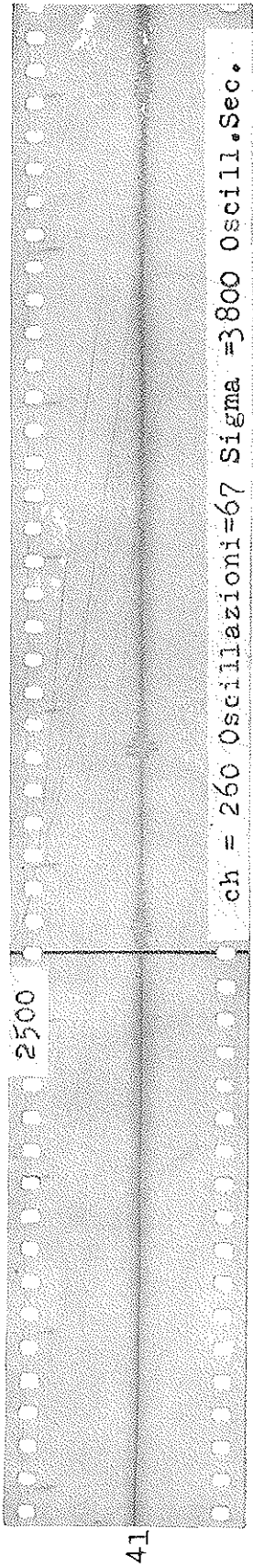
24

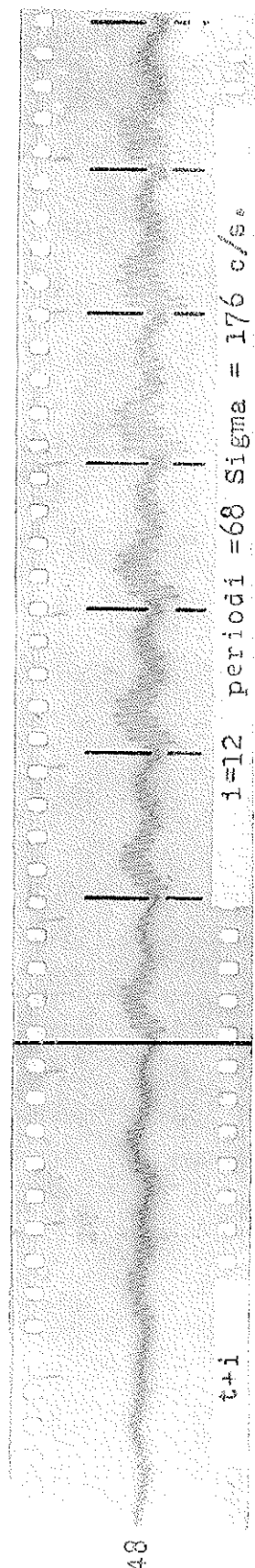
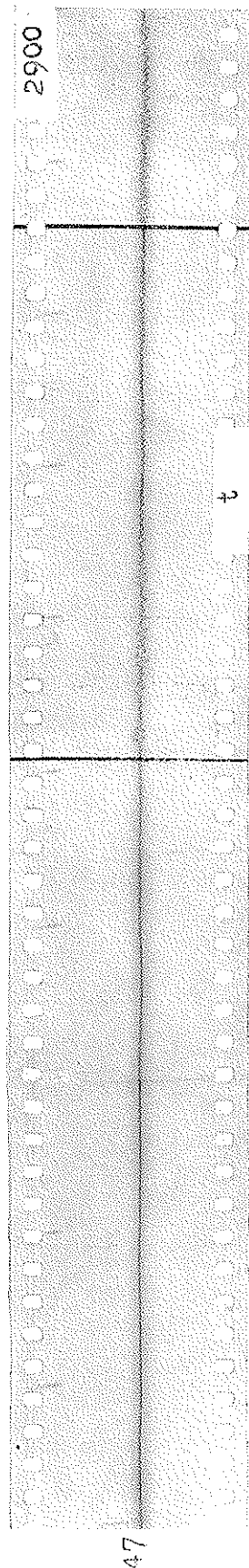
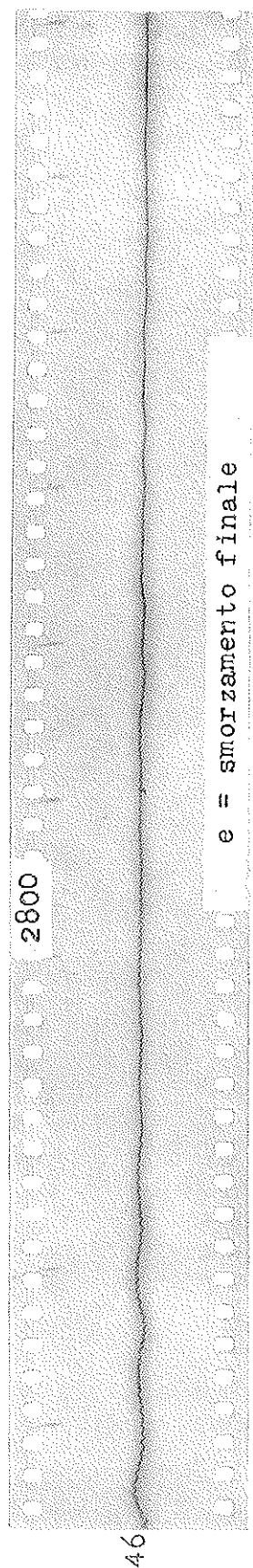
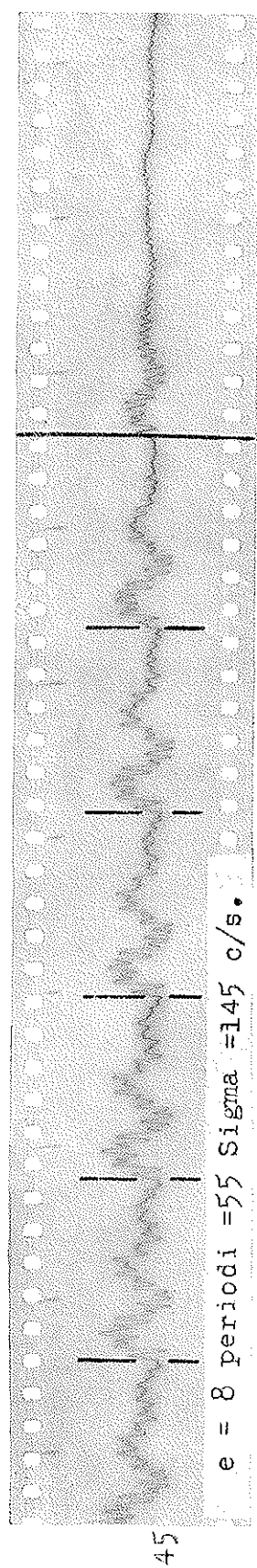


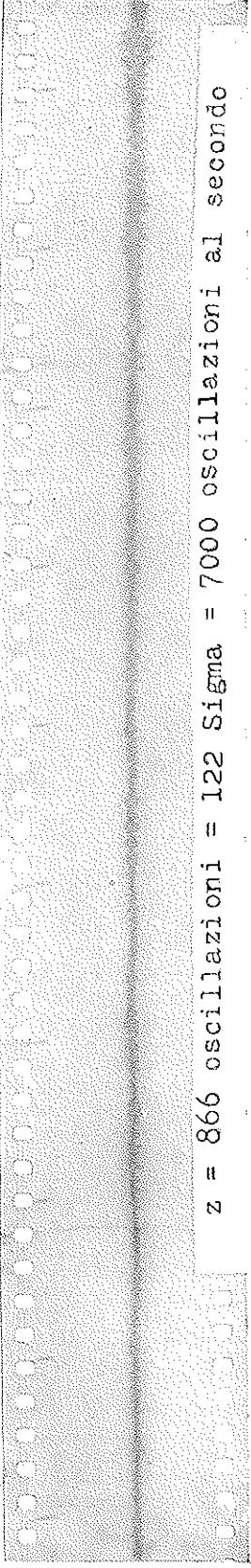
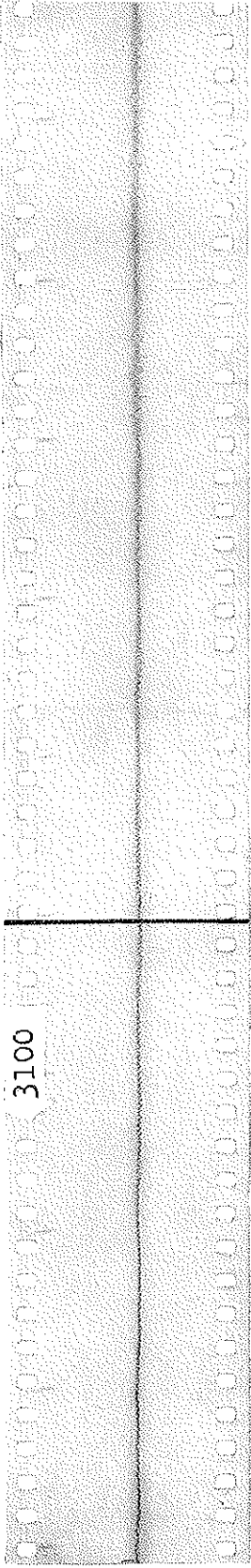
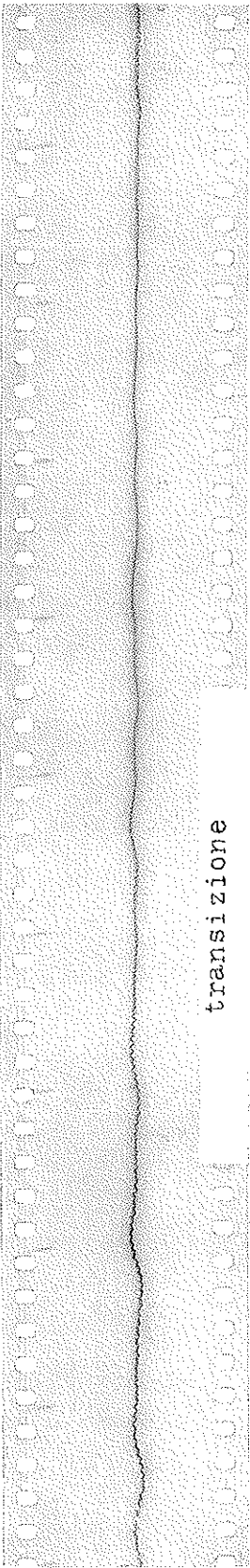
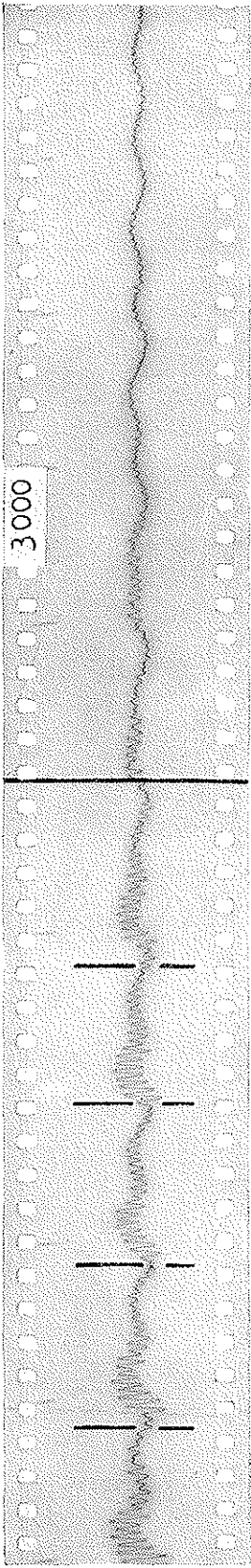


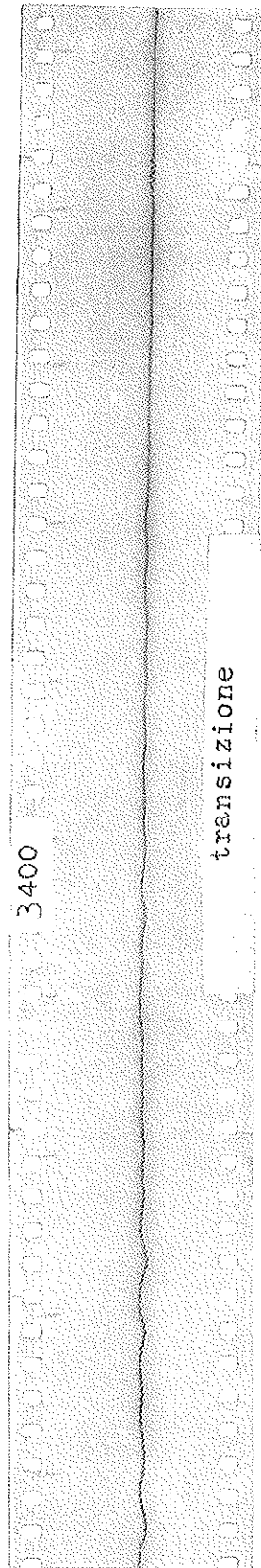
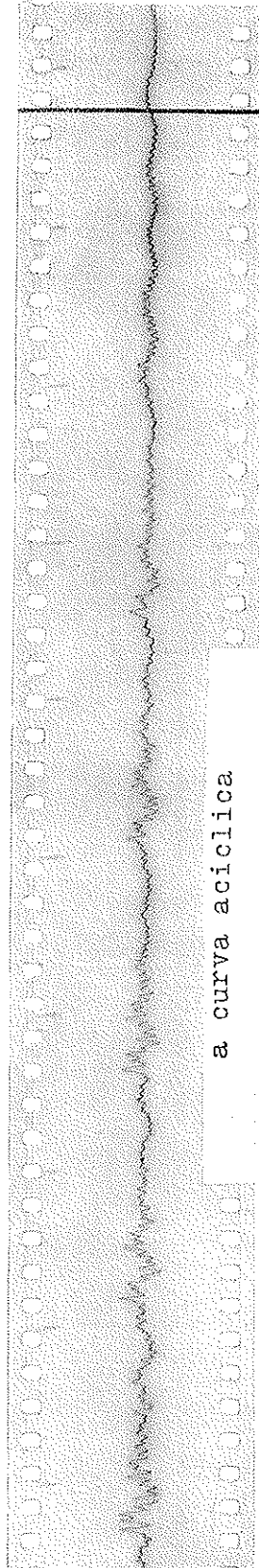
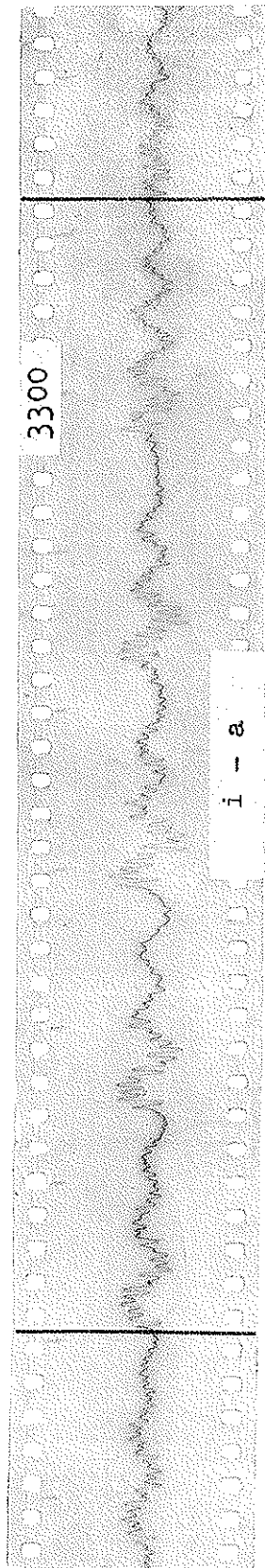
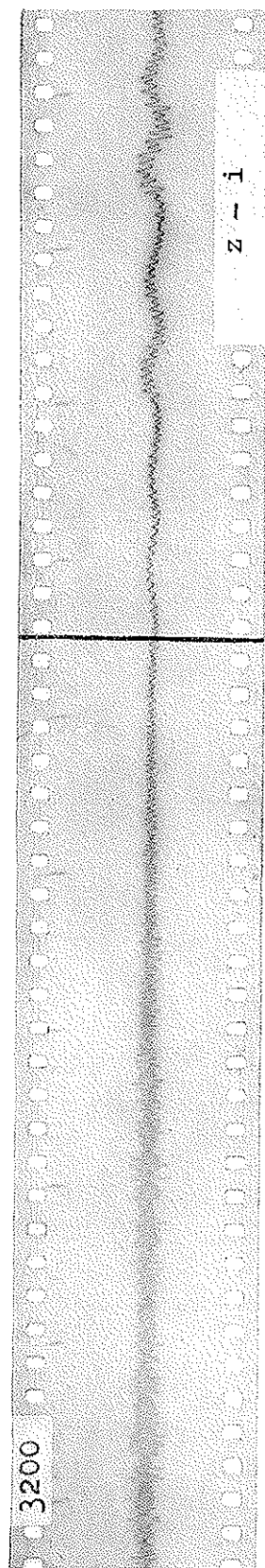


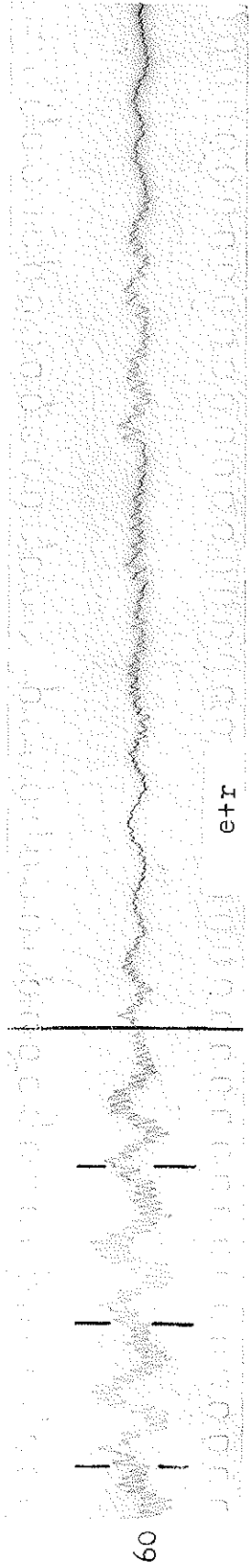
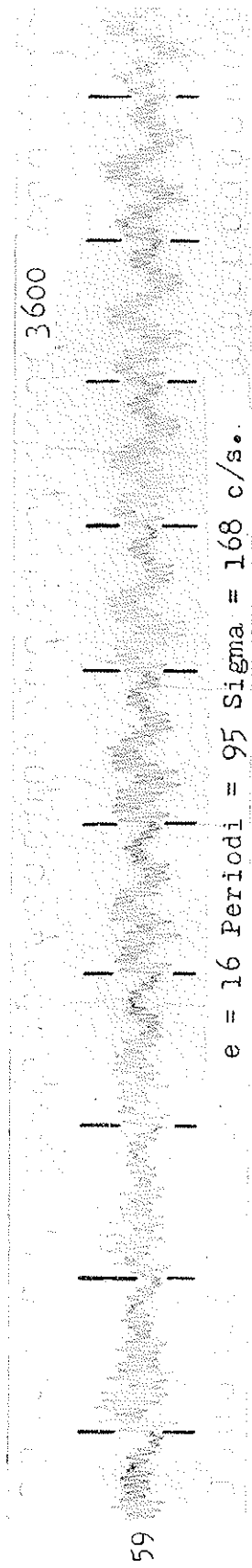
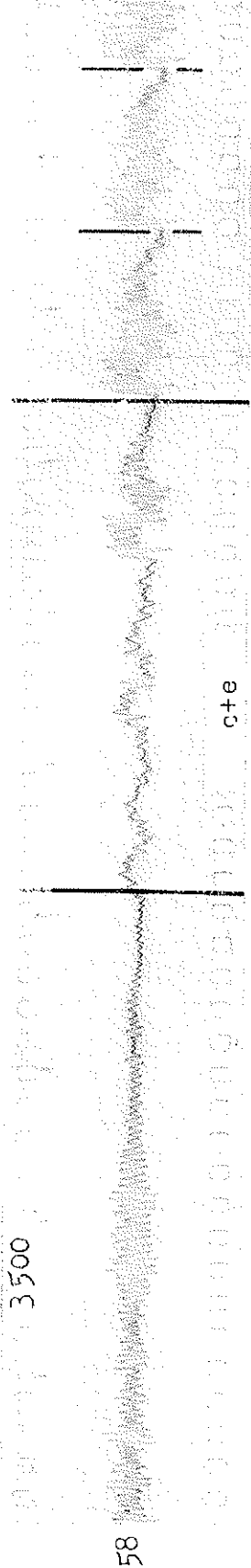
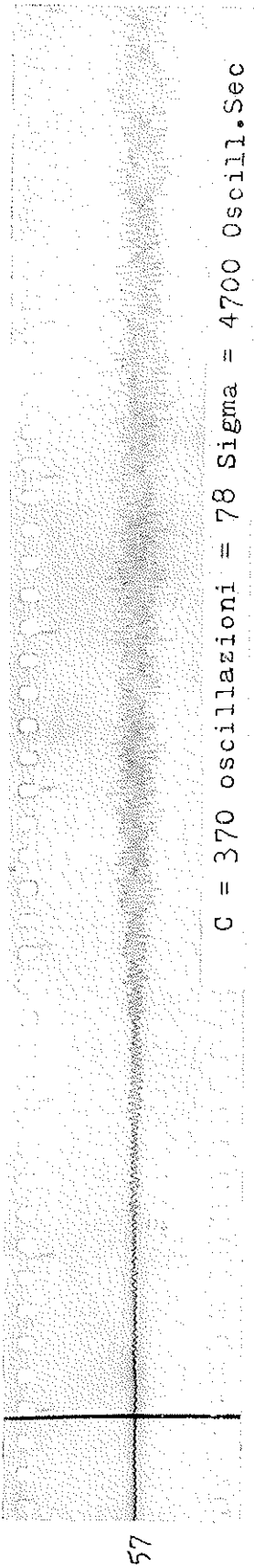


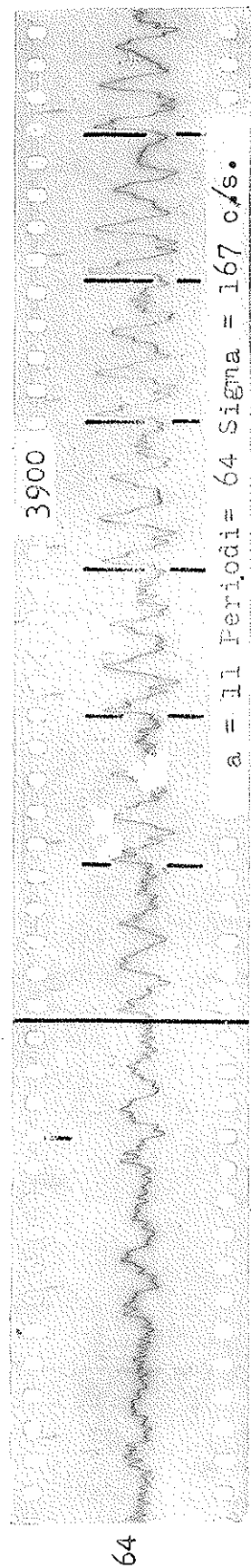
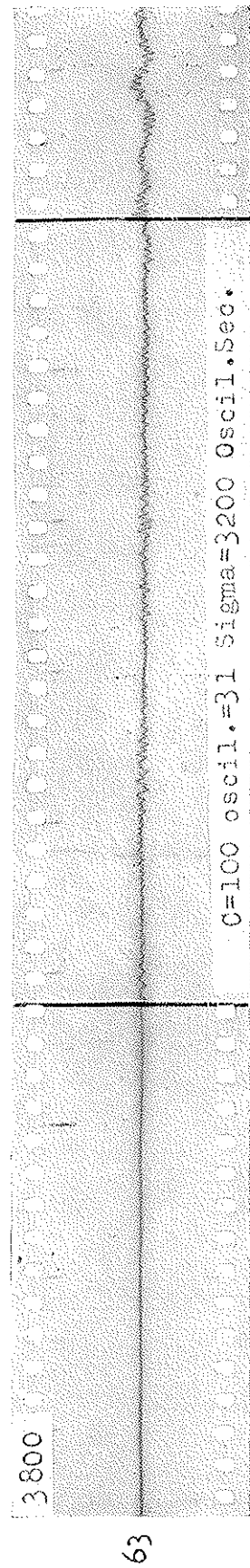
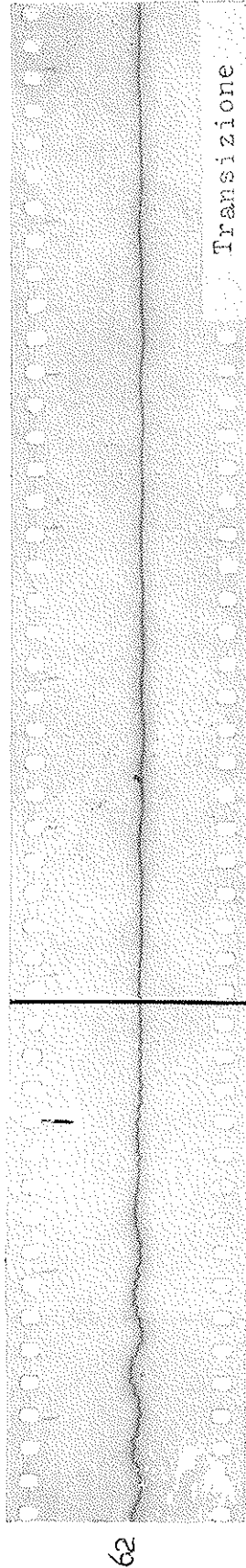
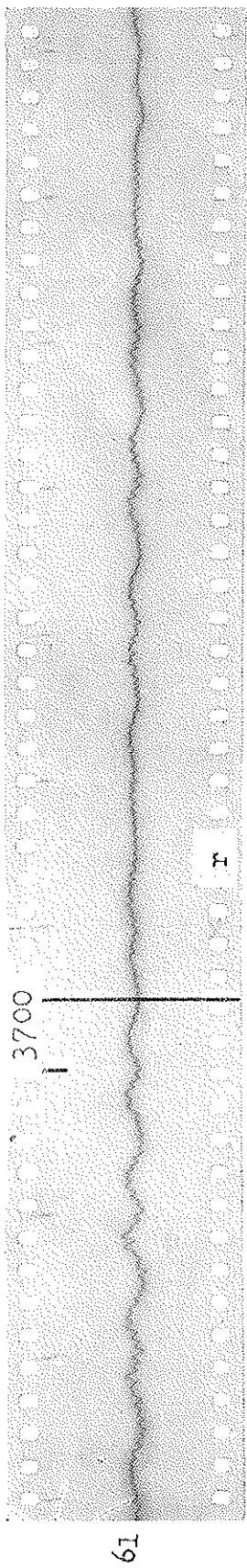


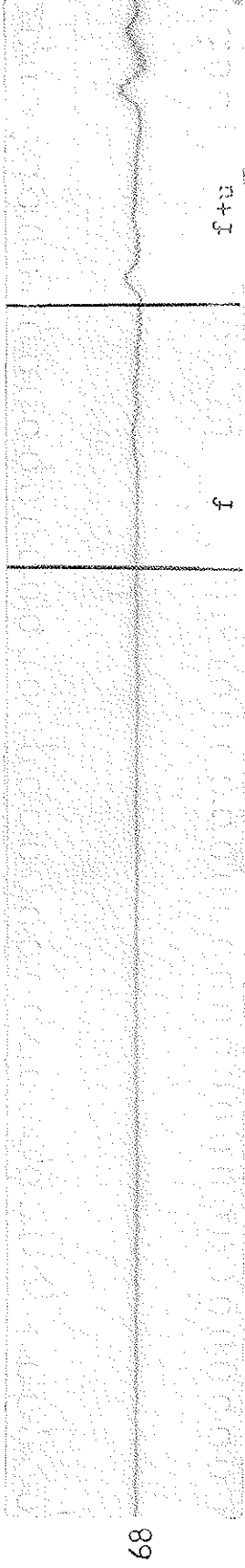
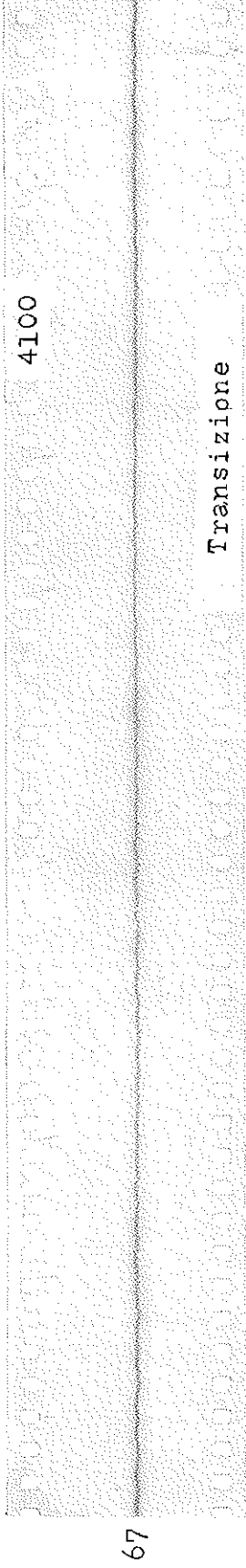
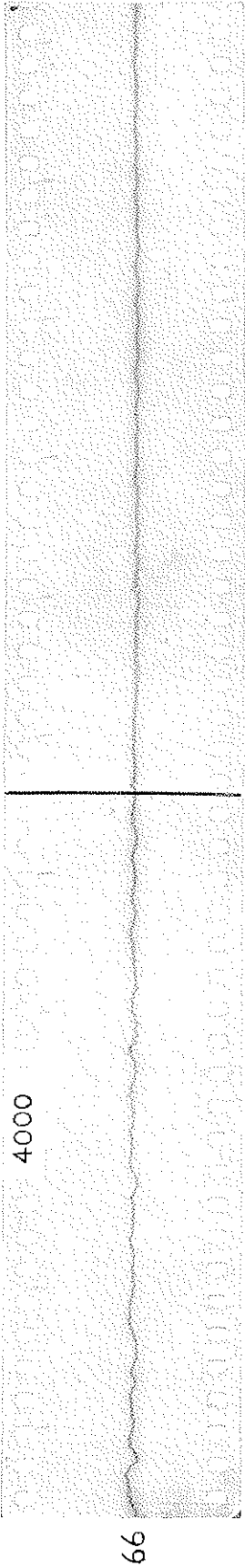


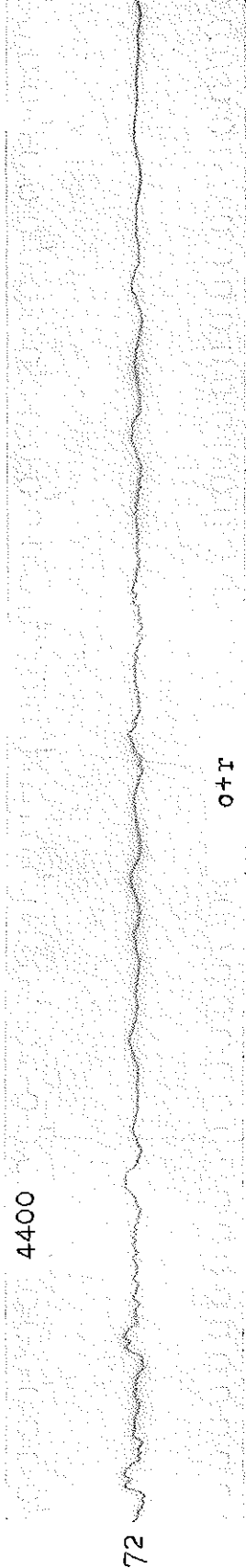
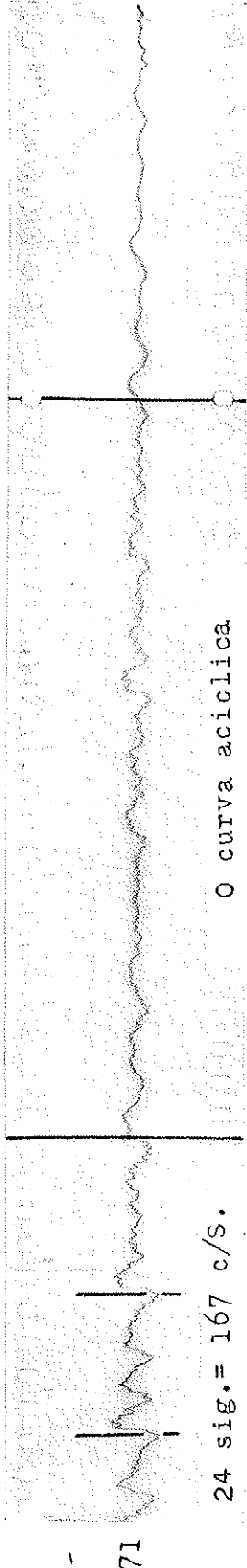
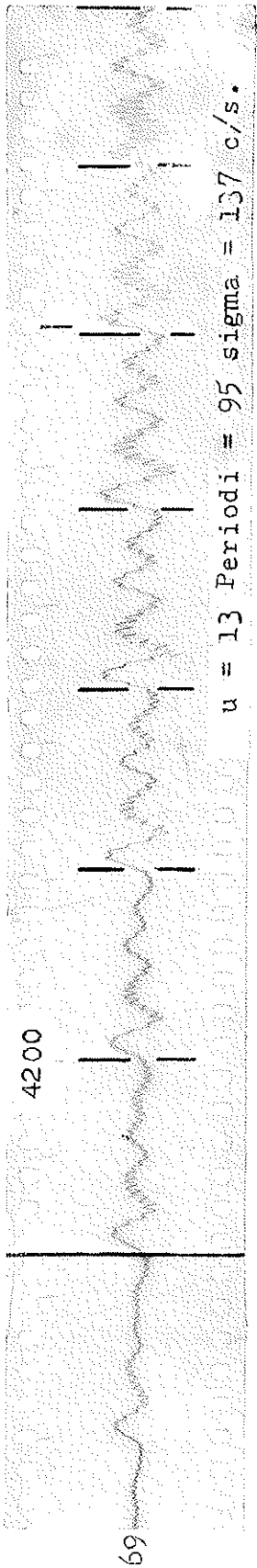


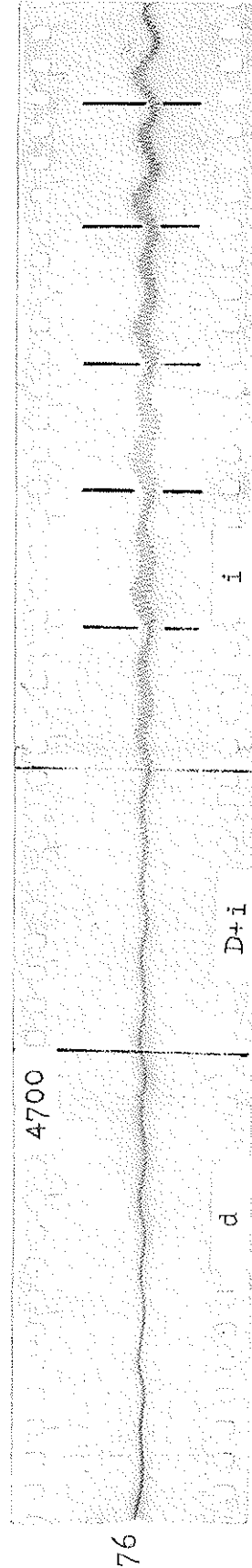
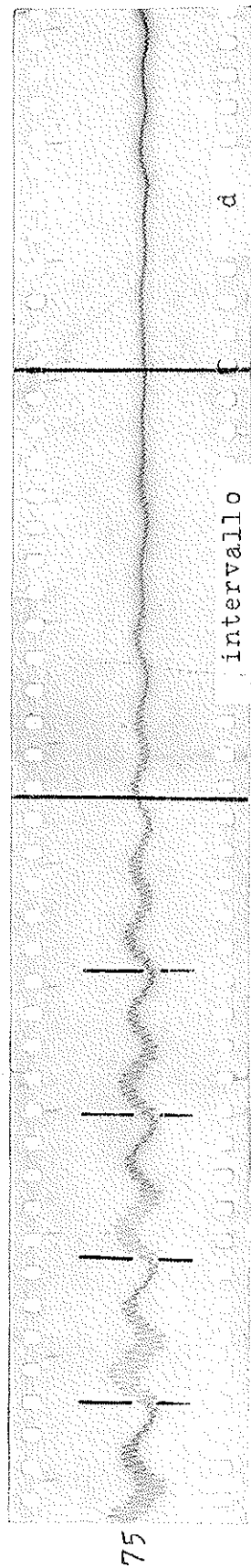
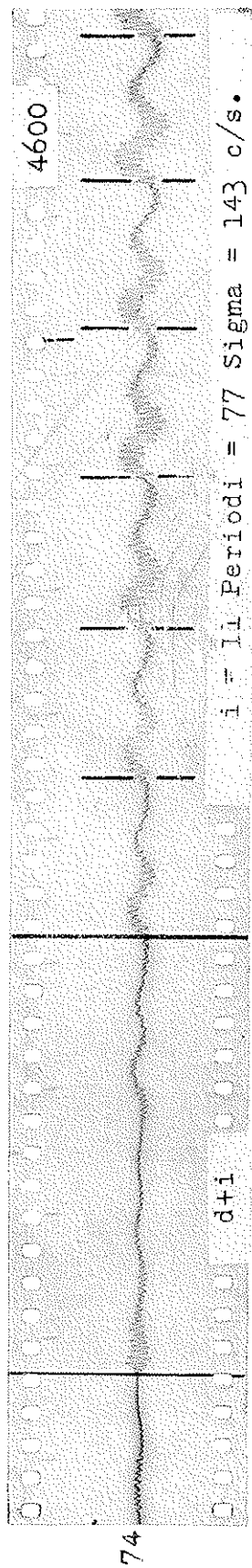
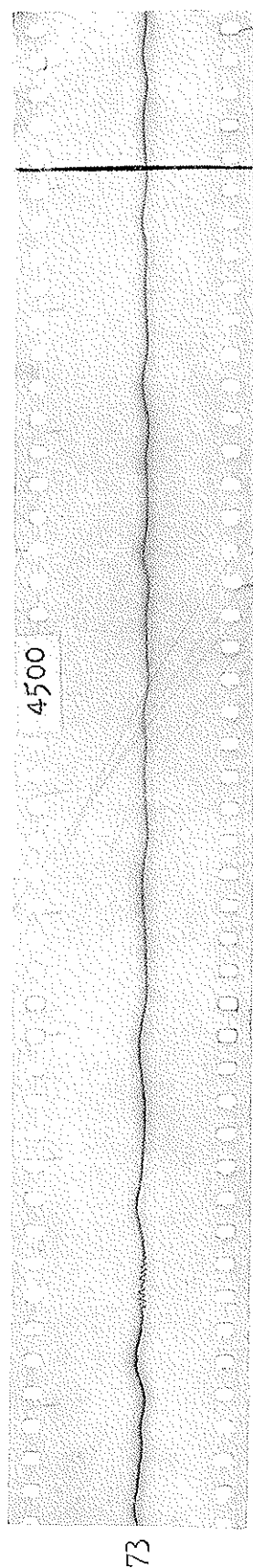


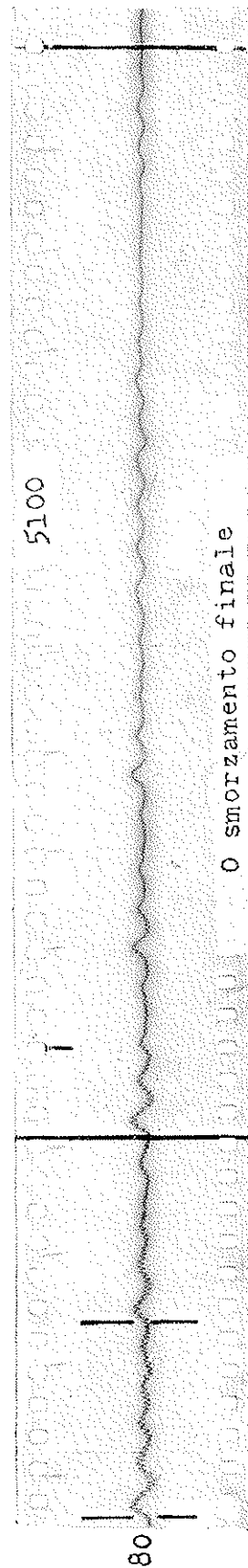
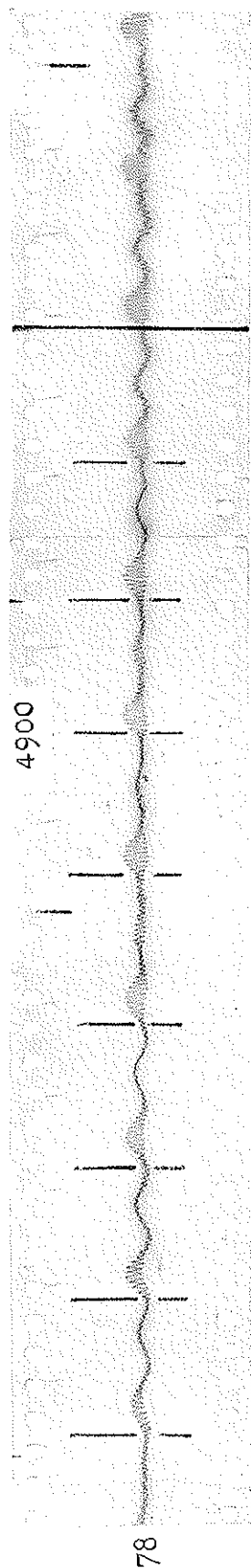
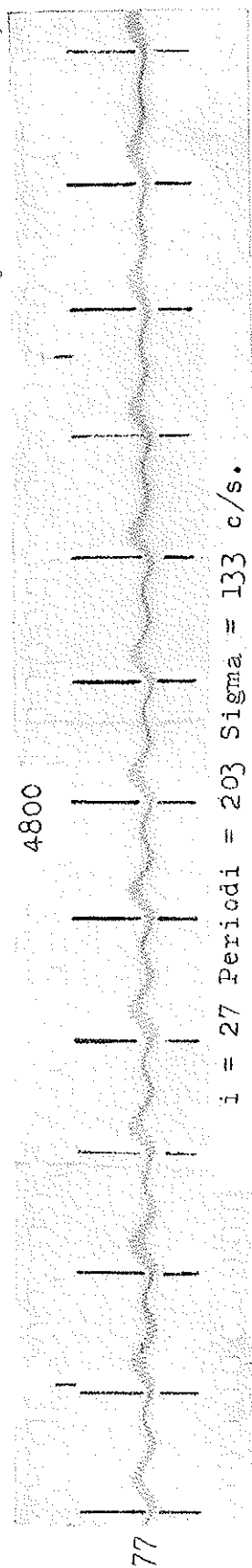












IV.

TAVOLE 23, 24, 25

Oscillogramma della parola «*rissa*» pronunciata in tono di conversazione da un soggetto maschile. Durata totale: 750 sigma.

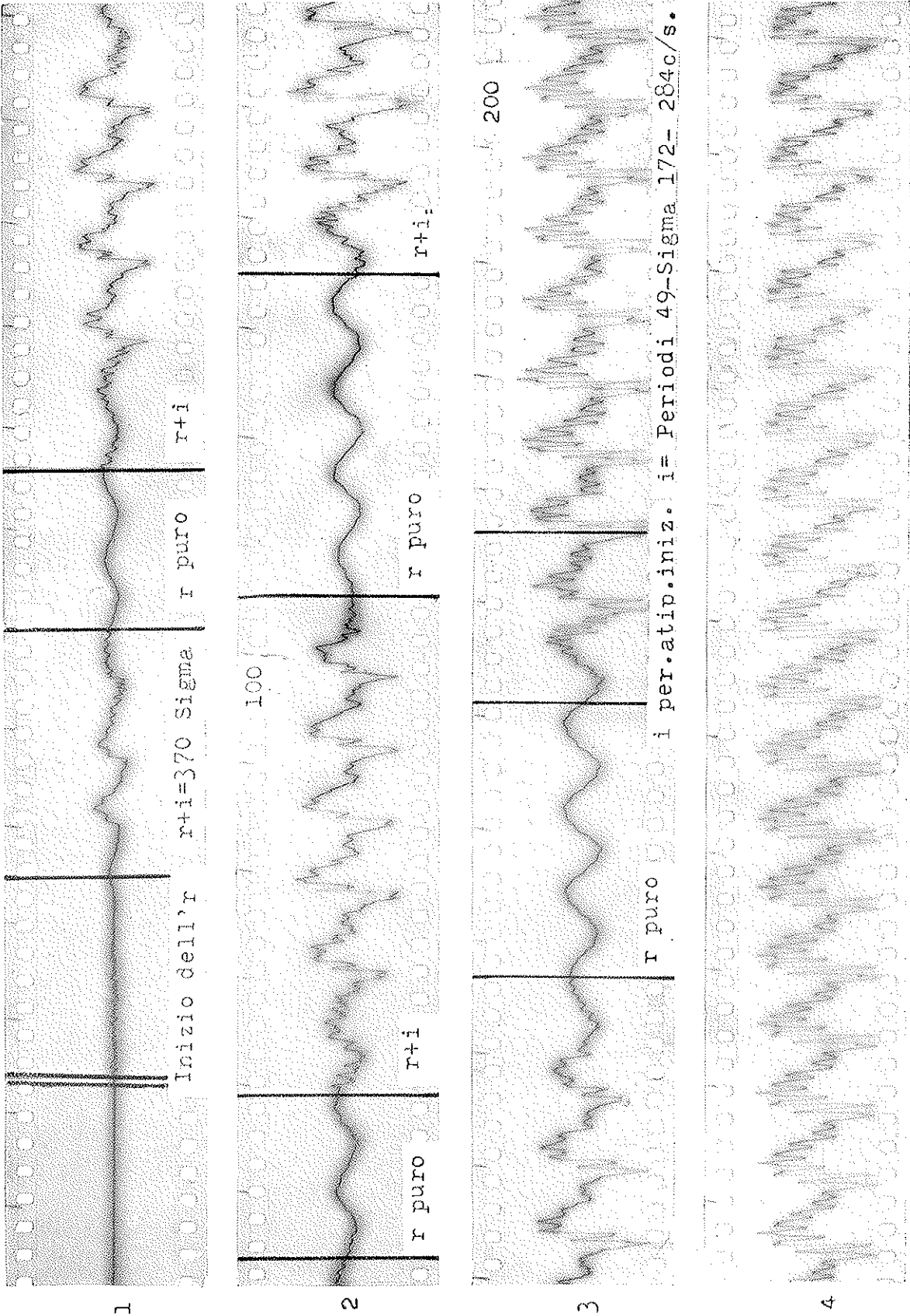
In questo oscillogramma notiamo che la consonante *r* si intercala ben quattro volte nella vocale *i* quando questa ha inizio; ne segue che i periodi dell'*i* pur non tipici vengono come sospesi e si ha nell'intervallo una sinusoidale, specie nella terza e nella quarta interruzione della vocale, quanto è quasi perfetta.

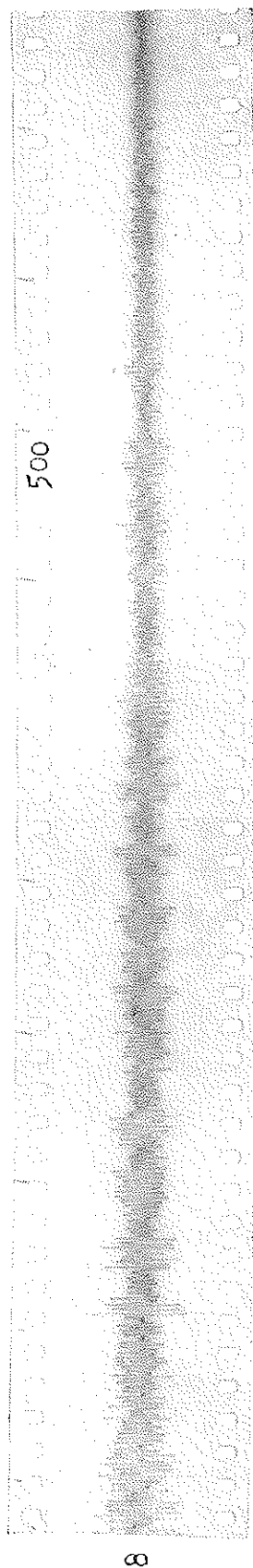
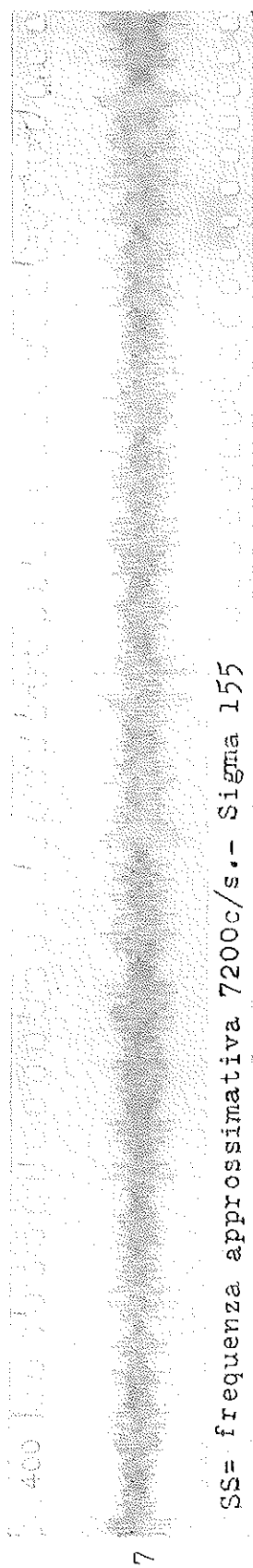
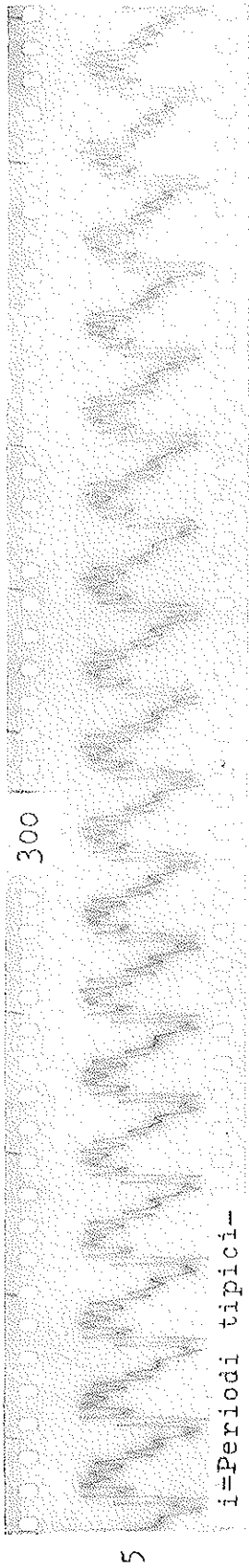
Dopo di che comincia la vocale *i* con alcuni periodi atipici iniziali d'attacco; seguono 49 periodi, della durata di 173 sigma, con una altezza tonale media molto elevata di 284 c/sec. La vocale è ricca di armoniche. È una vocale potentemente accentuata. La vocale termina con alcuni periodi ciclici atipici.

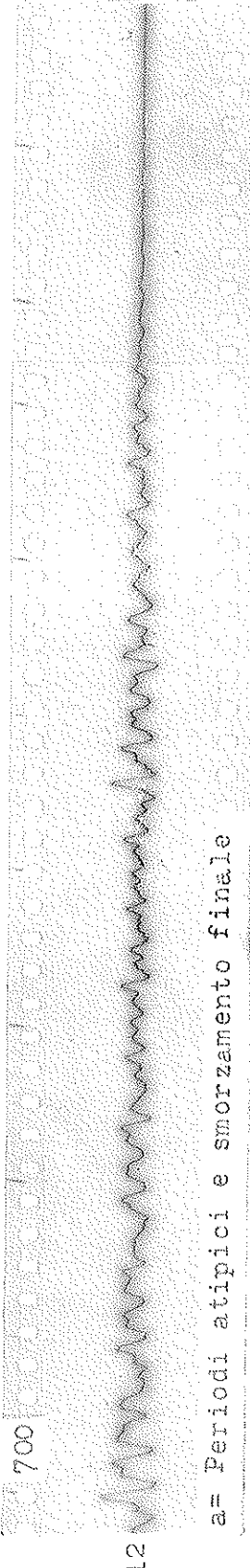
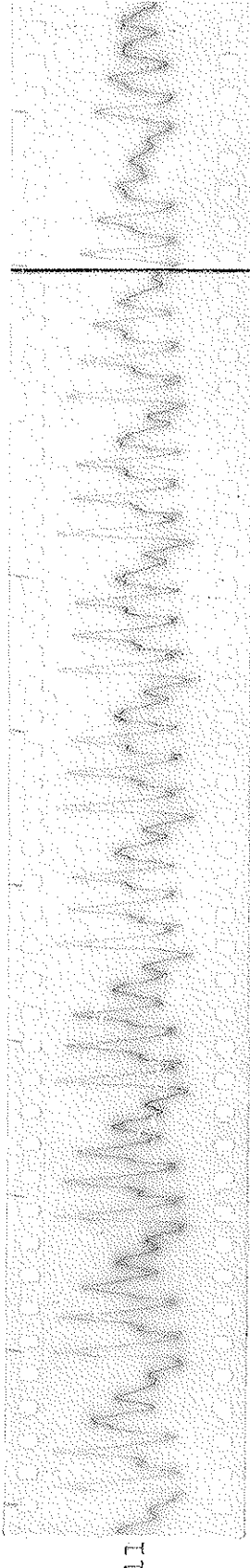
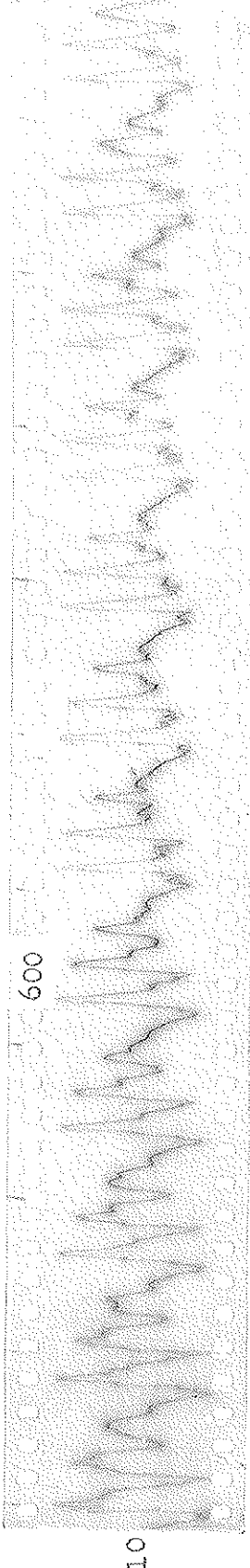
Segue la doppia consonante *ss*; la frequenza approssimativa è di 7300 c/sec.; la durata è di 155 sigma.

La vocale *a* inizia con alcuni periodi atipici per l'attacco; la vocale tipica è data da 21 periodi ciclici tipici, della durata di 239 sigma; l'altezza tonale media è di 200 c/sec. La parola termina con alcuni cicli atipici e con uno smorzamento finale.

Questa parola «*rissa*» ci si presenta come una unità fonica grazie alla continua e progressiva trasformazione dei fonemi.





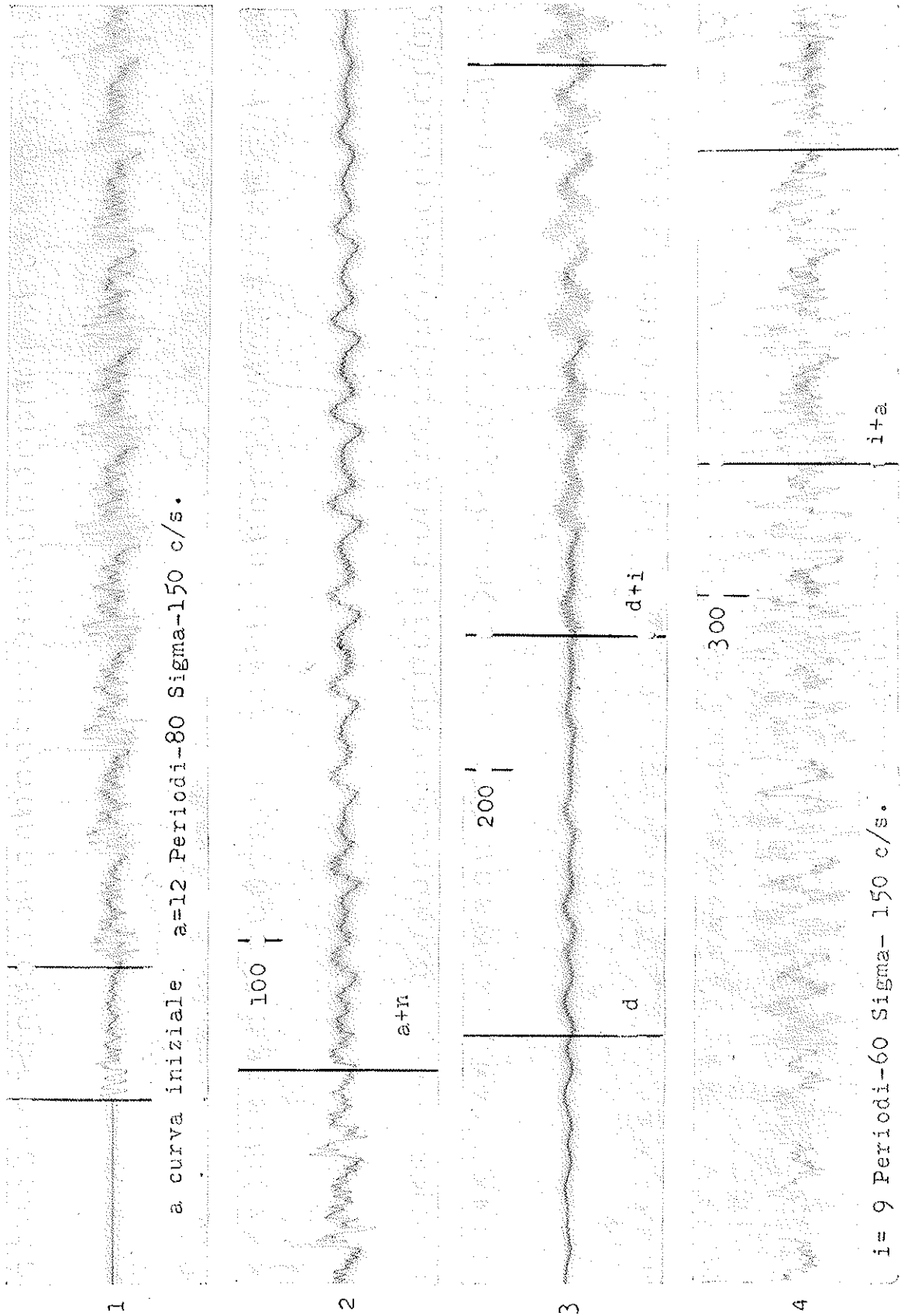


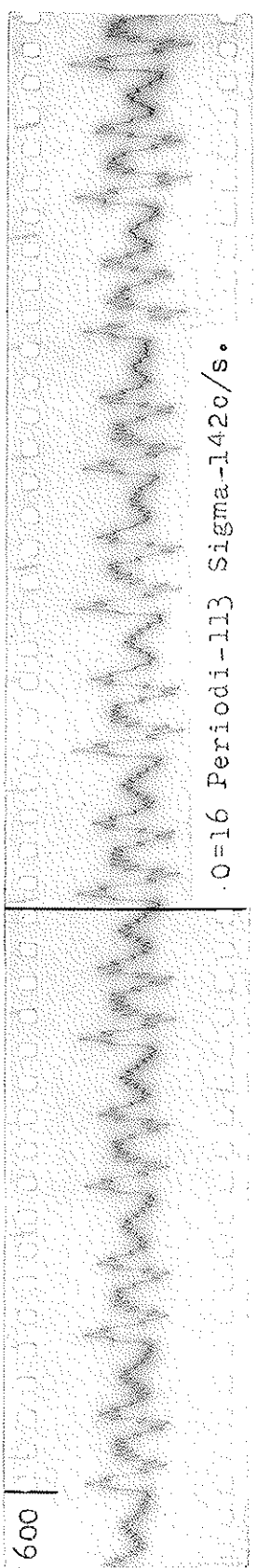
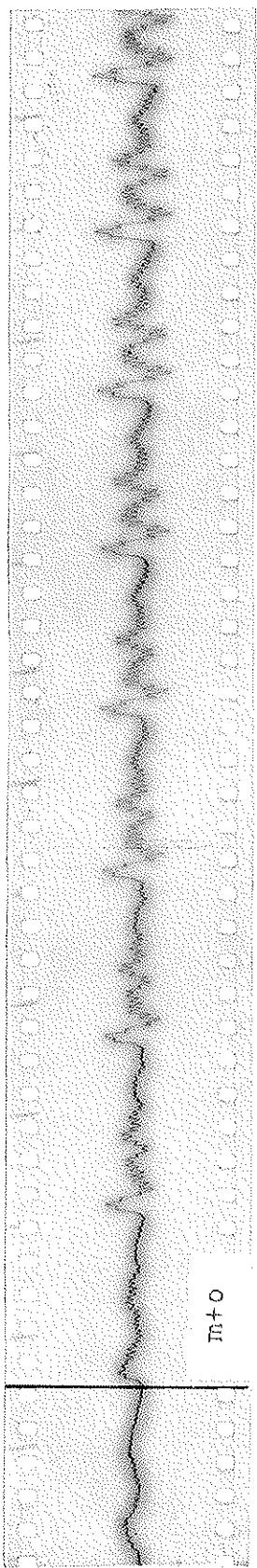
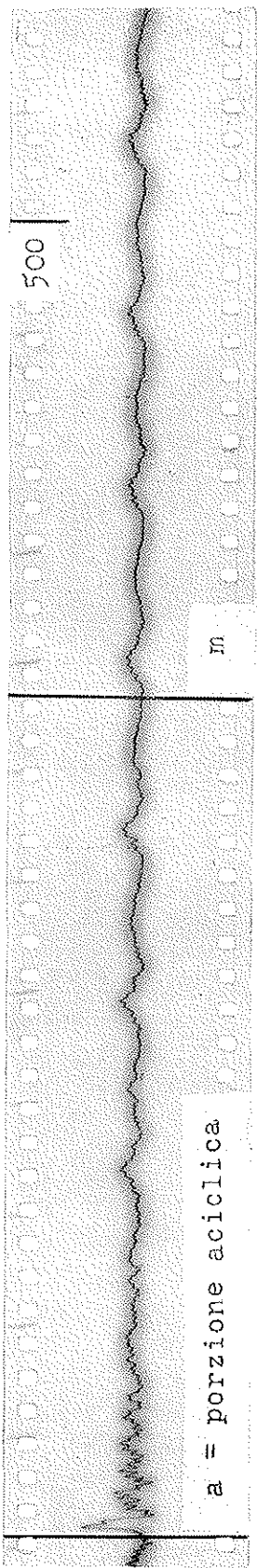
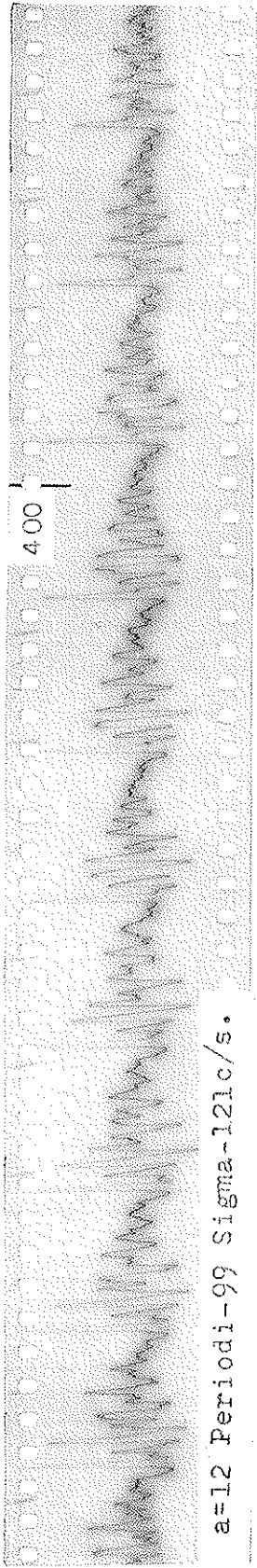
V.

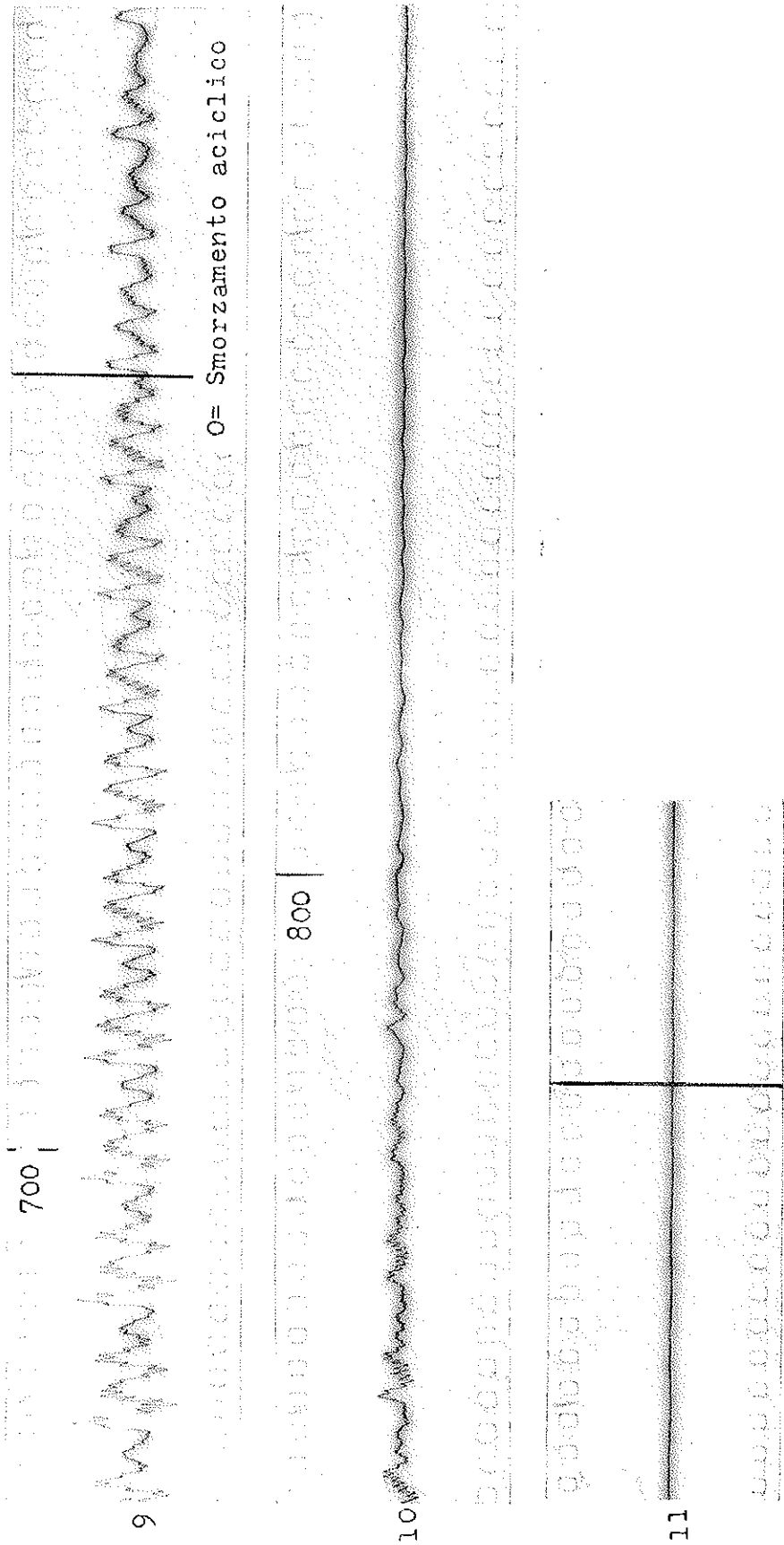
TAVOLE 26, 27, 28

Oscillogramma della parola «*andiamo*» pronunciata in tono di esclamazione da un soggetto maschile. Durata della parola 850 sigma. Inizia la parola con alcuni periodi ciclici atipici della vocale *a* che corrispondono all'attacco; seguono 12 periodi per la durata di 380 sigma, con altezza tonale media di 150 c/sec. Alla finale si ha uno smorzamento e la vocale si fonde con la sinusoidale della consonante *n*; poche vibrazioni caratterizzano la consonante *n* che si fonde con l'inizio di *i*, mediante alcuni cicli atipici; i cicli tipici di *i* sono 9; durano 60 sigma; l'altezza tonale è di 150 c/sec.; la vocale *i* poscia si trasforma gradatamente in *a*; le due vocali ad un certo momento sono fuse; e la fusione dura fino a che compaiono i 12 periodi tipici di *a* che durano 58 sigma, con altezza tonale di 121 sigma. La vocale termina con una porzione aciclica che si confonde con la consonante *m*, pur essa data da una sinusoidale che si fonde con la vocale *o*; poscia questa predomina con 16 periodi ciclici tipici, della durata di 113 sigma, con un'altezza tonale di 143 c/sec. La vocale *o* termina con alcuni cicli atipici e con uno smorzamento finale atipico.

Questa parola è caratterizzata per la fusione dei singoli fonemi; non si può dire dove l'uno inizia e dove finisce per lasciare posto all'altro; è un tipico esempio di corrente della voce che viene emessa di continuo senza interruzione. Da notarsi l'accentuazione finale della vocale *o* dovuta all'esclamazione.





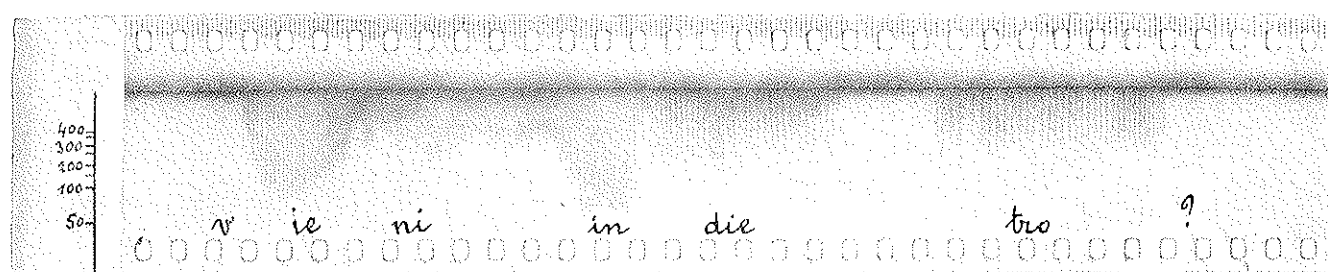


VI.

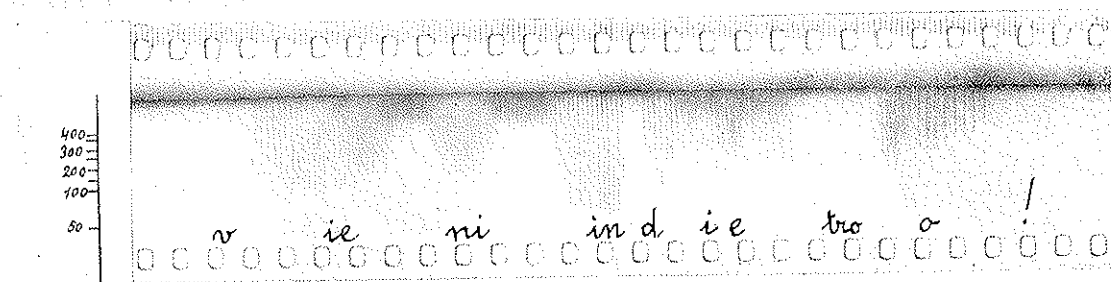
TAVOLA 29

Variazioni tonali di alcune frasi interrogative e delle uguali frasi pronunciate in tono affermativo, costituite perciò dagli stessi elementi lessicografici. La registrazione è fatta mediante un tonografo di mia ideazione. A fianco di ciascun oscillogramma è indicata l'altezza tonale.

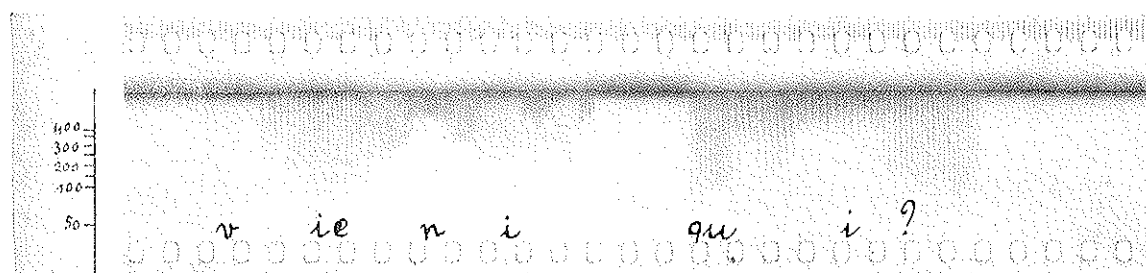
VARIAZIONI TONALI



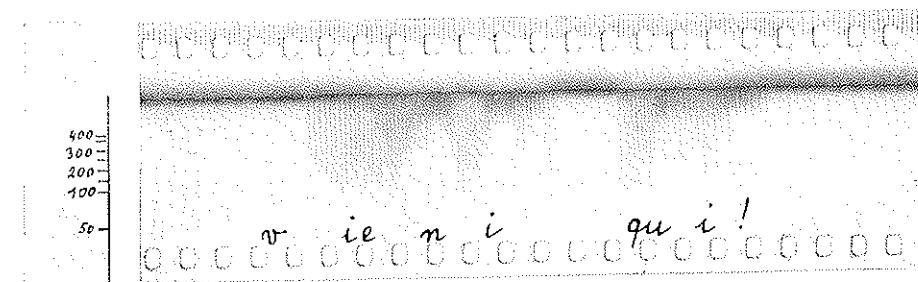
Della frase "vieni indietro?"



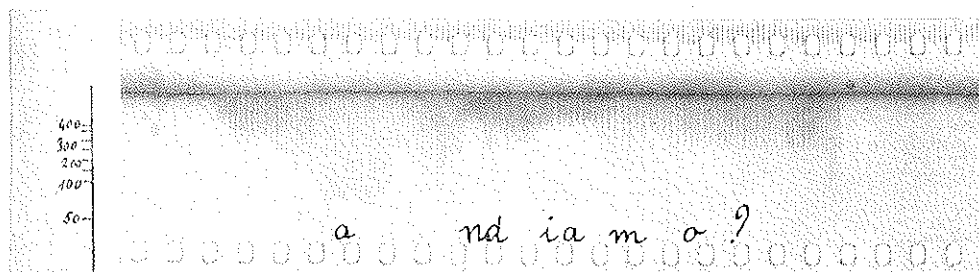
Della frase "vieni indietro!"



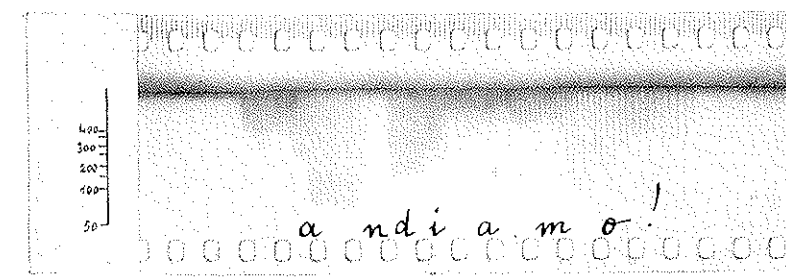
Della frase "vieni qui?"



Della frase "vieni qui!"



Della parola "andiamo?"

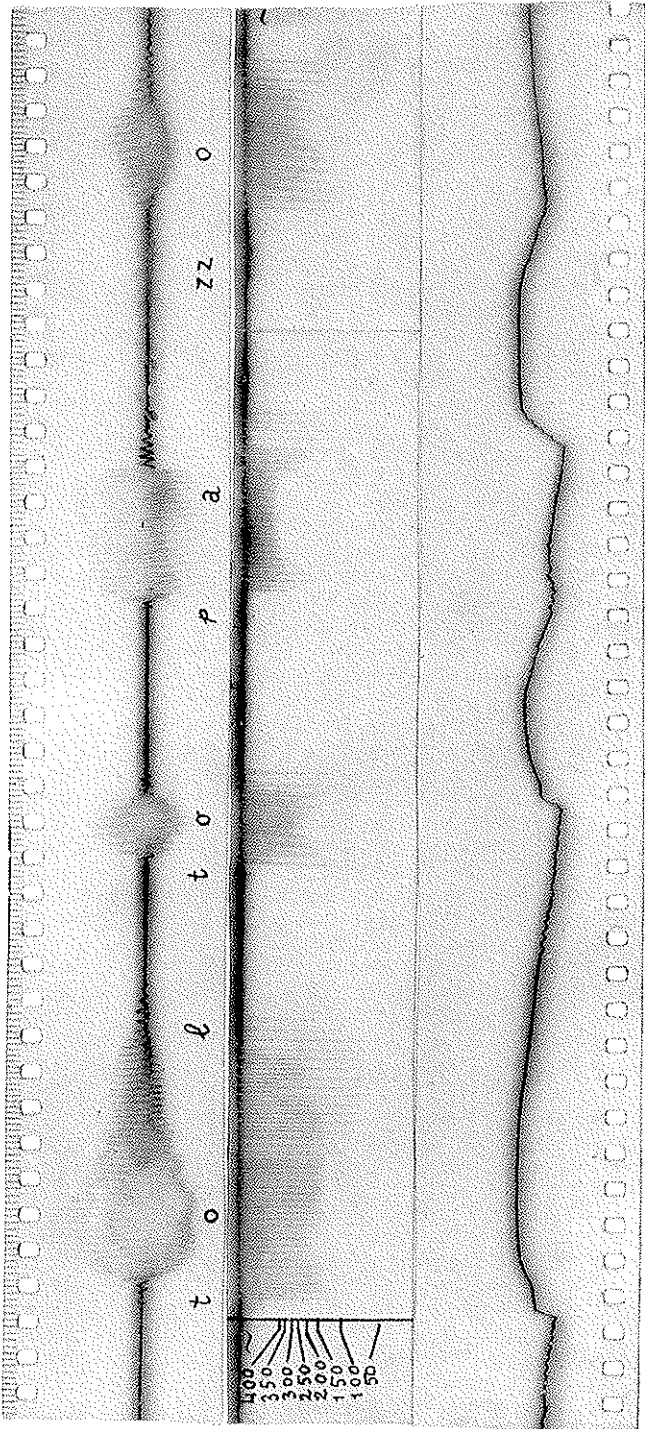


Della parola "andiamo!"

VII.

TAVOLA 30

In questo oscillogramma abbiamo in alto l'oscillogramma fonico ricavato direttamente dal microfono. In mezzo abbiamo le variazioni tonali registrate mediante il tonografo di mia ideazione; al fianco sono indicate le altezze tonali; in basso è registrata la curva dell'intensità fonica registrata mediante un voltmetro elettronico non logaritmico.



VIII.

SPETTROGRAMMI DI ALCUNE VOCALI

(da fig. 1 a fig. 7)

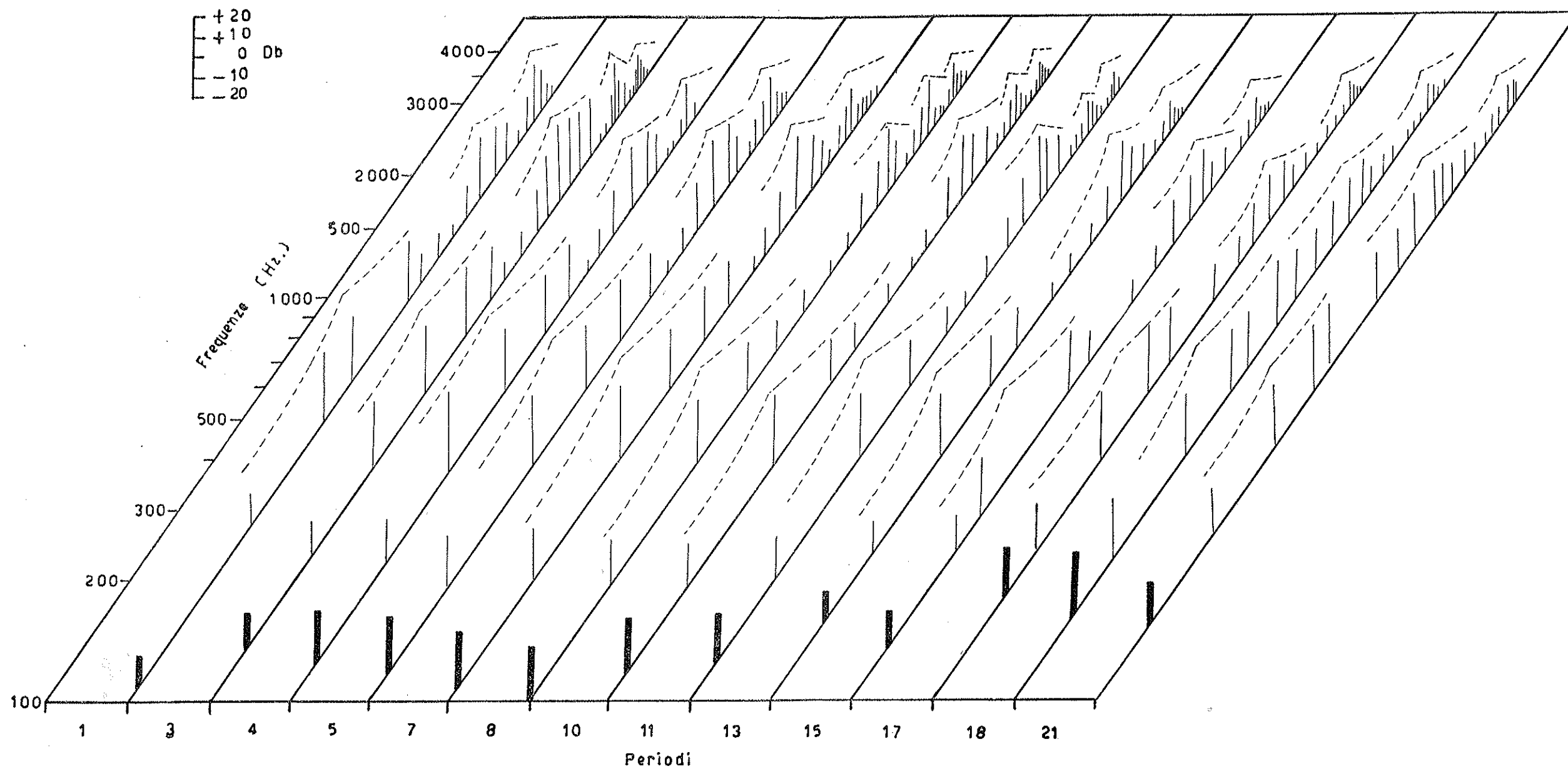


FIG. 1.

Spettrogramma della fondamentale, delle armoniche,
nonchè delle zone di risonanza della vocale *a* nella parola *pazzo* (Sogg. ♂).

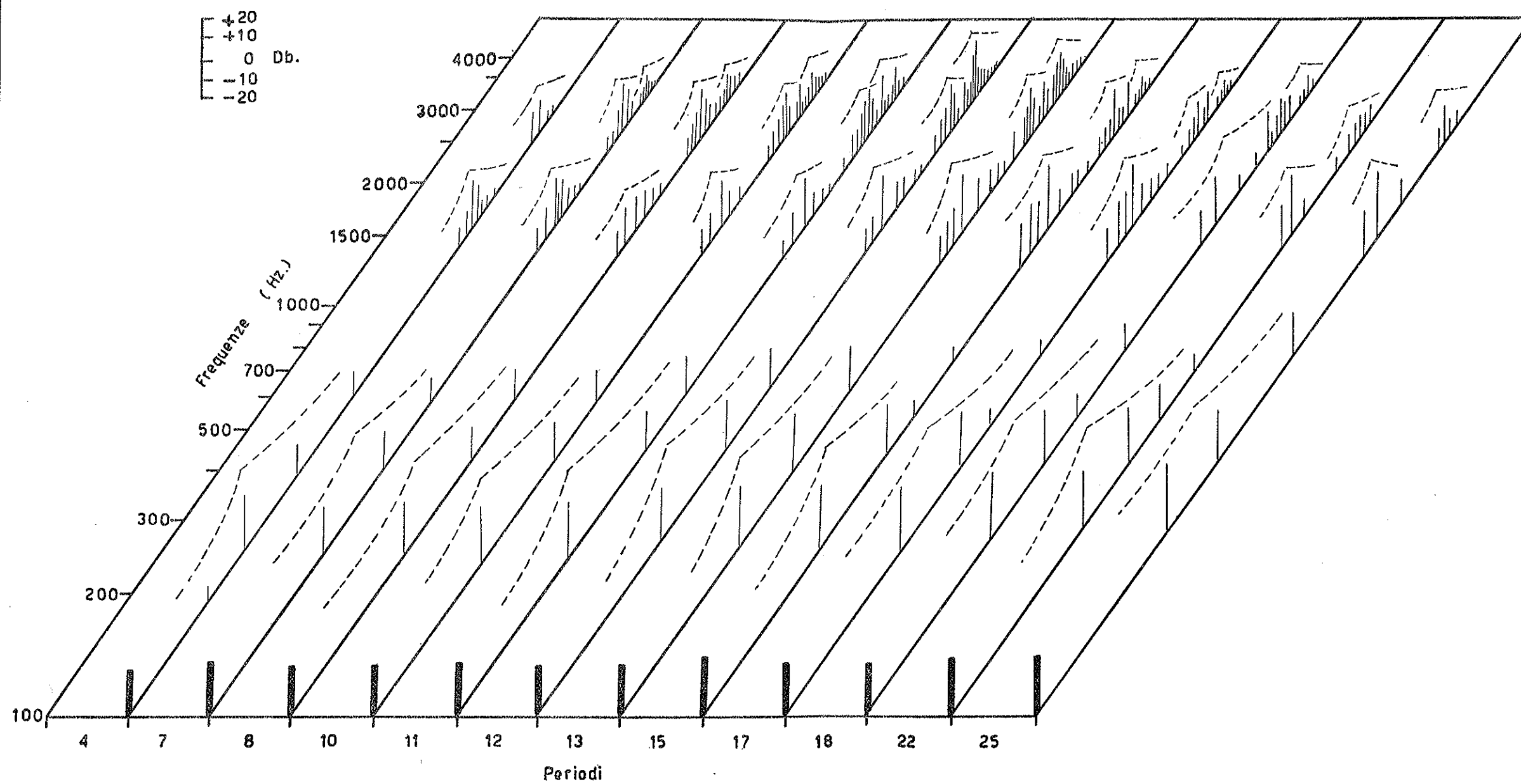


FIG. 2.

Spettrogramma della fondamentale, delle armoniche, nonché delle zone di risonanza della vocale *i* nella parola *rima* (Sogg. ♂).

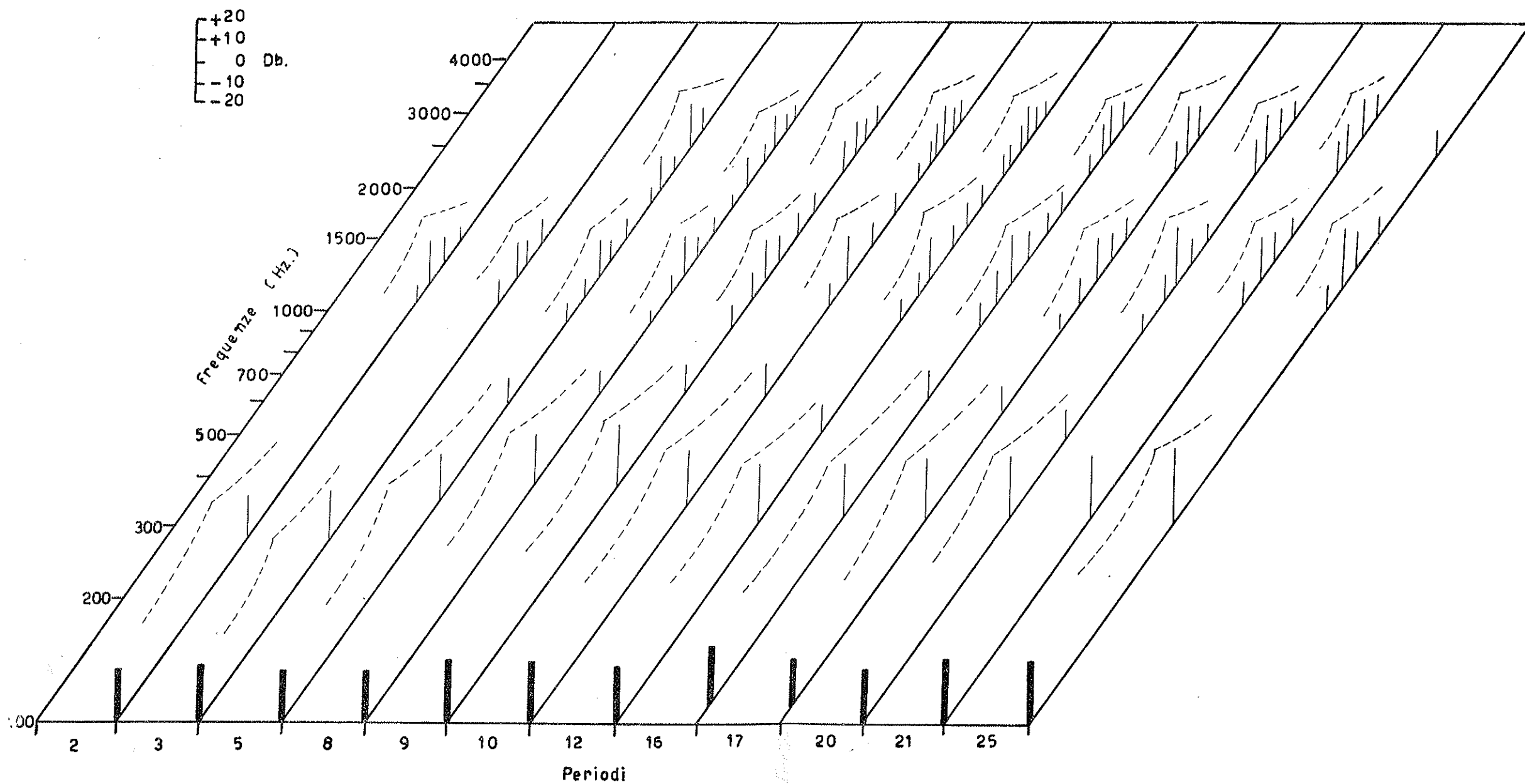


FIG. 3.

Spettrogramma della fondamentale, delle armoniche
e delle zone di risonanza della vocale *u* nella parola *luna* (Sogg. ♂).

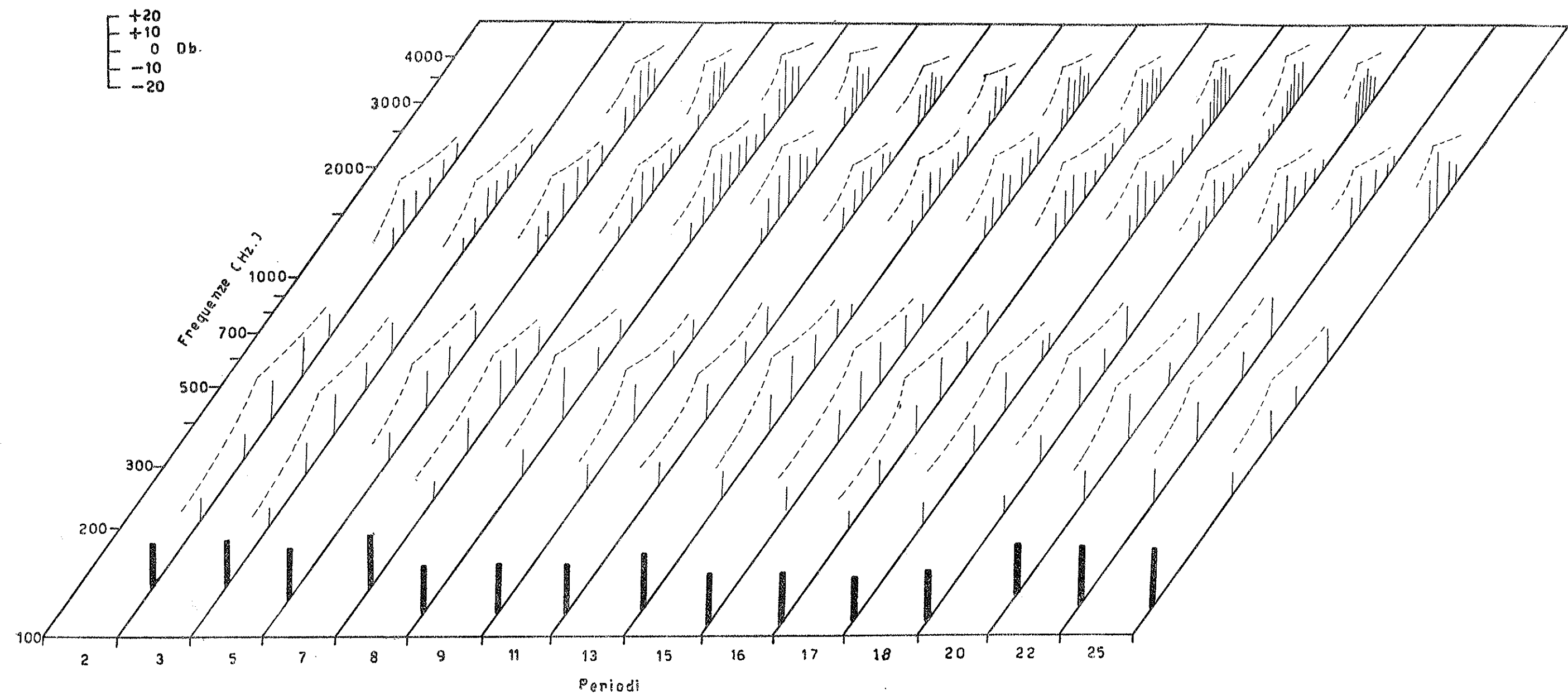


FIG. 4.

Spettrogramma della fondamentale, delle armoniche
e delle zone di risonanza della vocale *o* nella parola *molto* (Sogg. ♀).

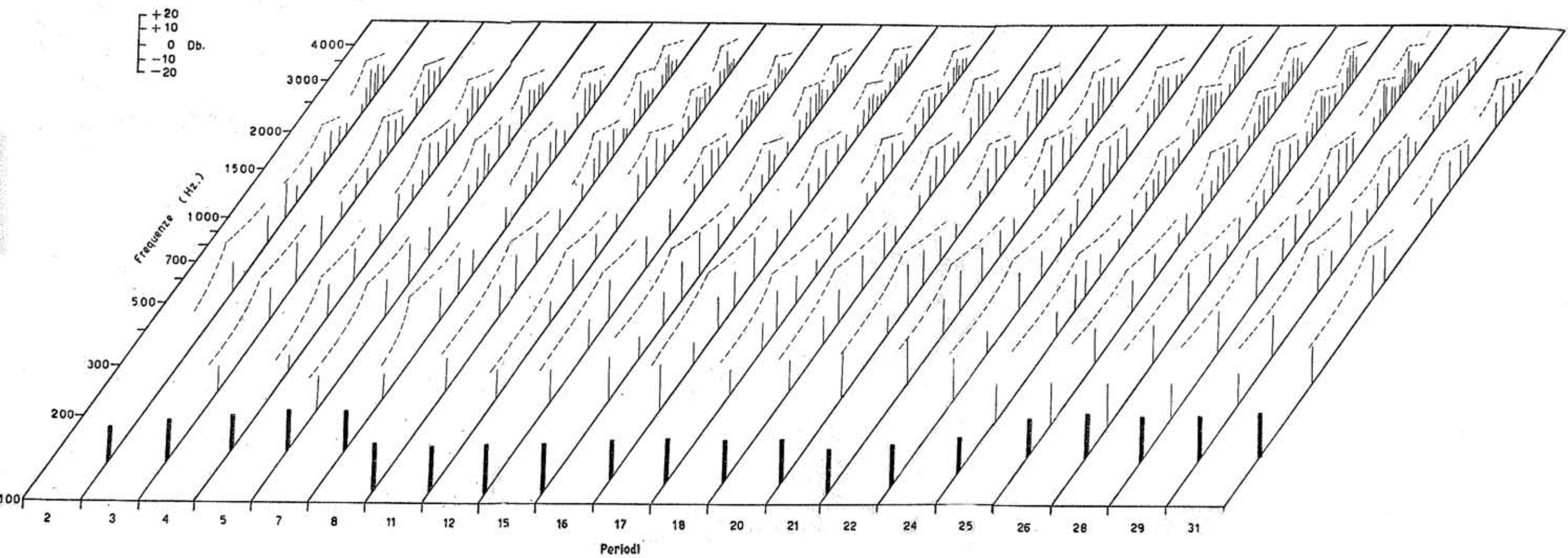


FIG. 5.

Spettrogramma della fondamentale, delle armoniche
e delle zone di risonanza della vocale *a* nella parola *amato* (Sogg. ♀).

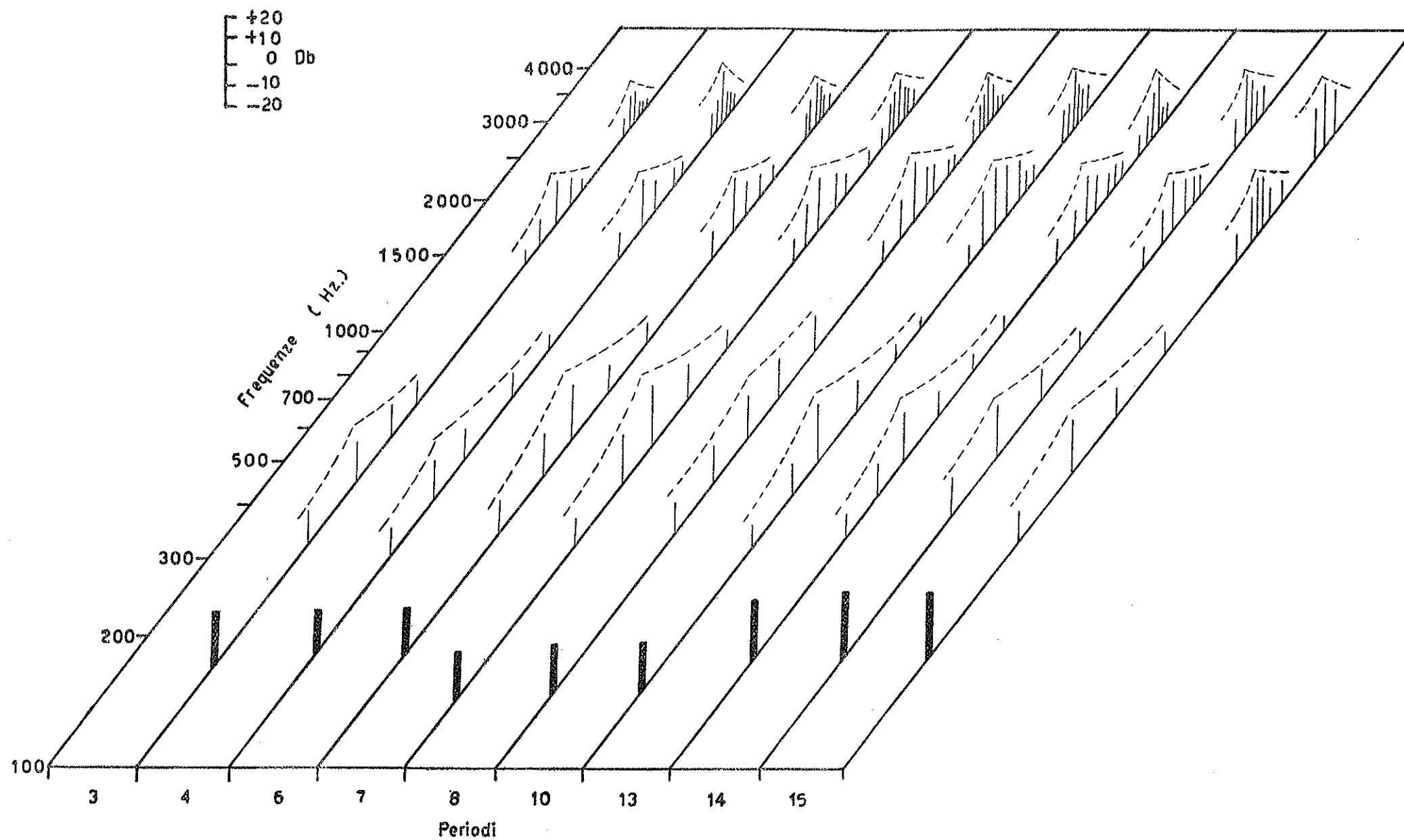


FIG. 6.

Stettrogramma della fondamentale, delle armoniche e delle zone di risonanza della vocale *e* nella parola *remo* (Sogg. ♂).

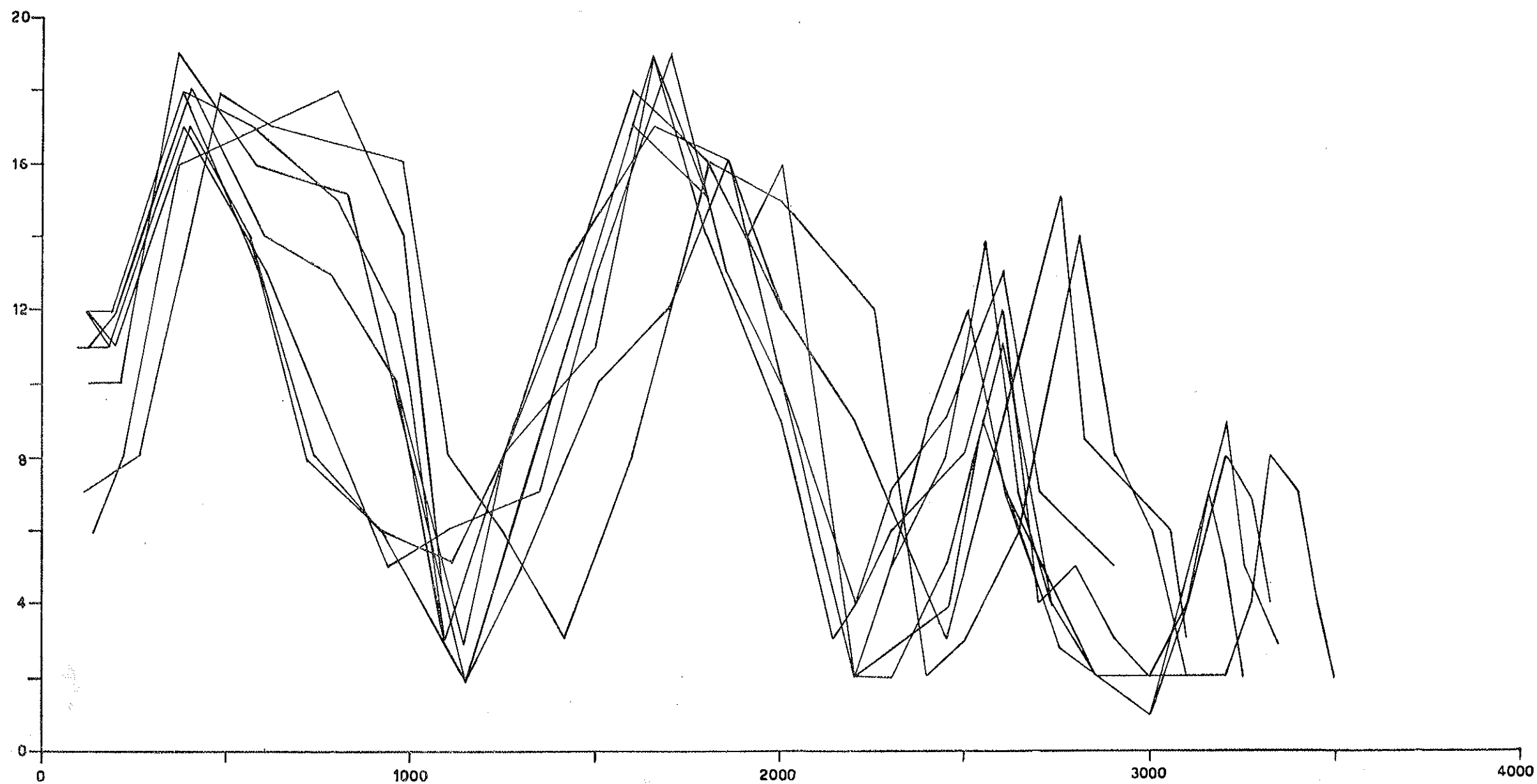


FIG. 7.

Vocale *a* della parola *pazzo*. Sono indicate sulle ordinate le intensità in decibels; sulle ascisse sono indicate le frequenze. Per rendere più facile la lettura del diagramma sono stati trasportati solo i valori di alcuni periodi dell'*a* della parola *pazzo* (Sogg. ♀) e precisamente otto periodi. Riesce in modo evidente dimostrato come si distribuiscono le zone di risonanza; tali zone per questa *a* sono quattro.

IX.

GRAFICI DA 1 A 4 DELLA VARIABILITÀ DELL'ALTEZZA
TONALE E DELLE PAUSE

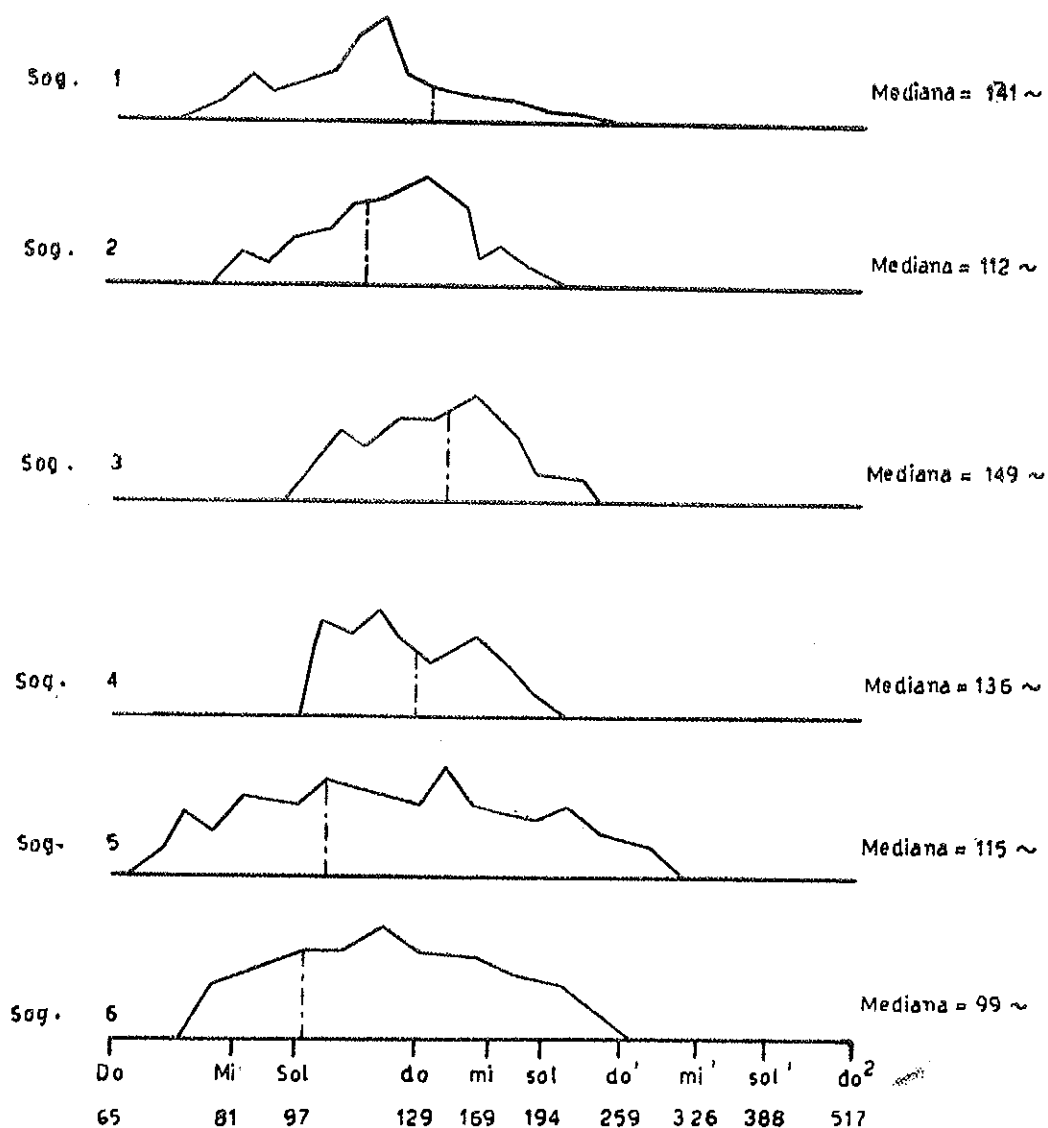


GRAFICO I.

Curve della variabilità dell'altezza tonale alla quale è stato letto un brano di poesia da sei soggetti (σ^2).

Soggetto 1.	Mediana = 141
» 2.	» = 112
» 3.	» = 149
» 4.	» = 136
» 5.	» = 115
» 6.	» = 99

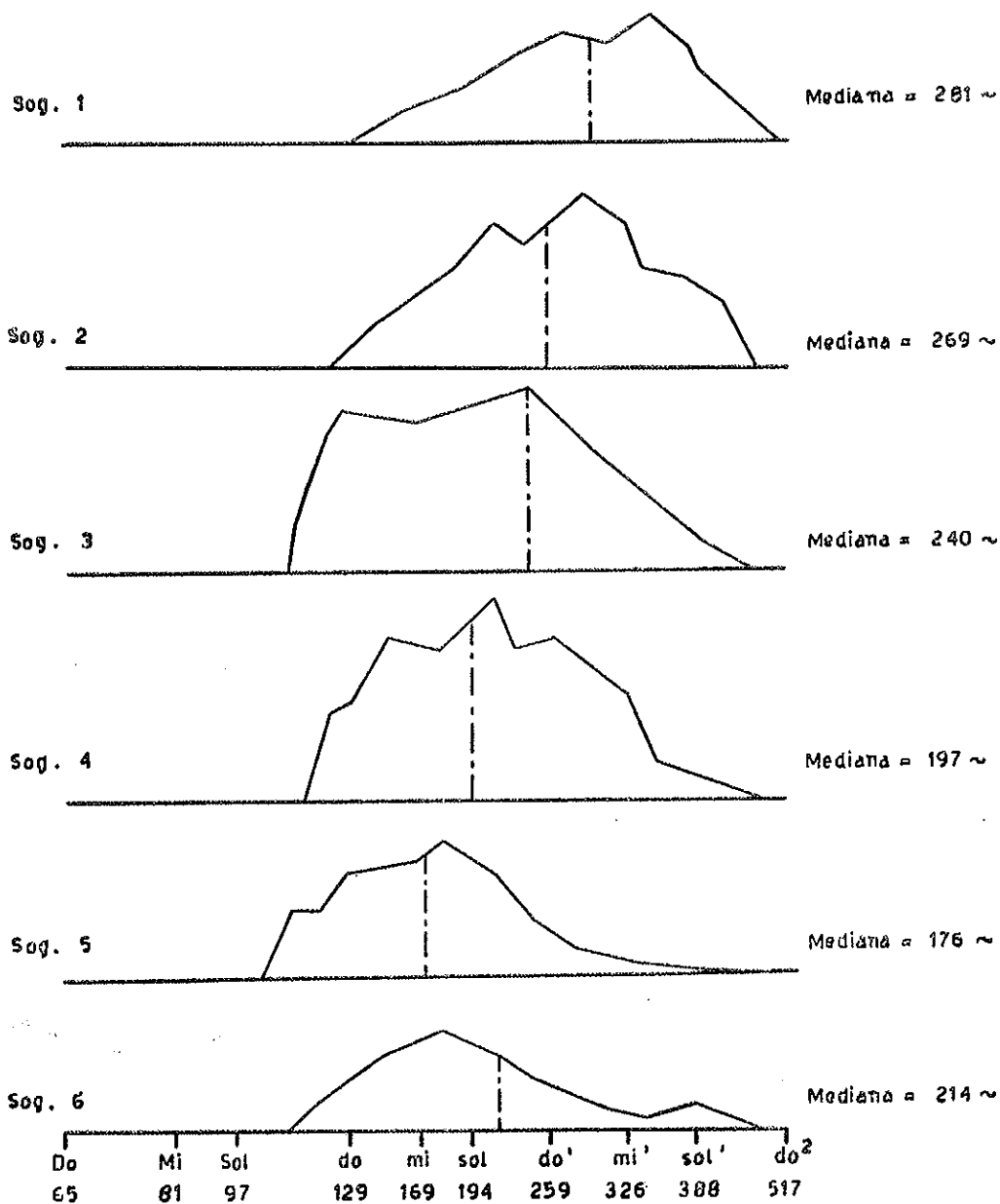


GRAFICO 2.

Curve della variabilità dell'altezza tonale alla quale è stato letto un frammento di poesia da sei soggetti (♀).

Soggetto 1.	Mediana = 181
» 2.	» = 269
» 3.	» = 240
» 4.	» = 197
» 5.	» = 176
» 6.	» = 214

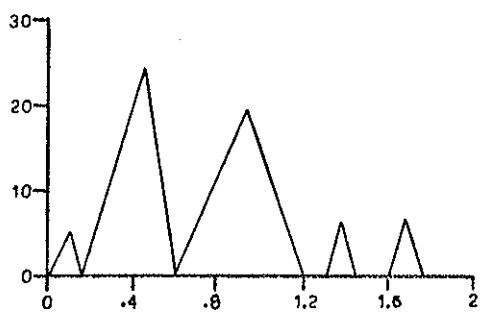
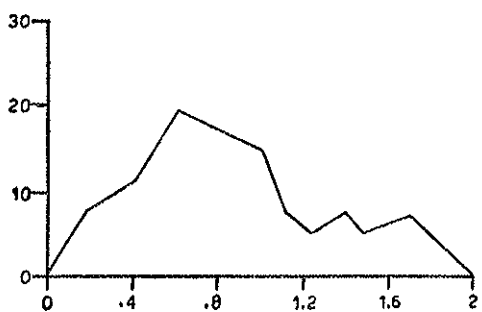
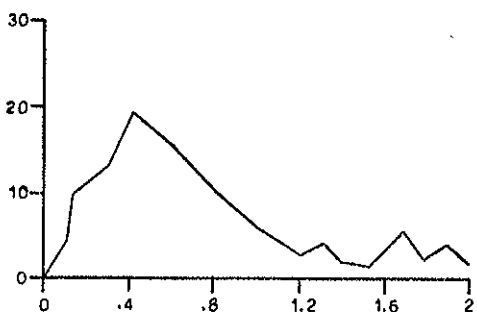
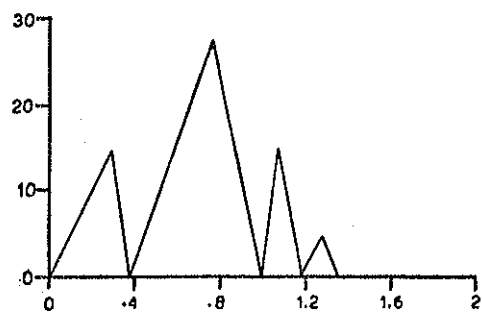
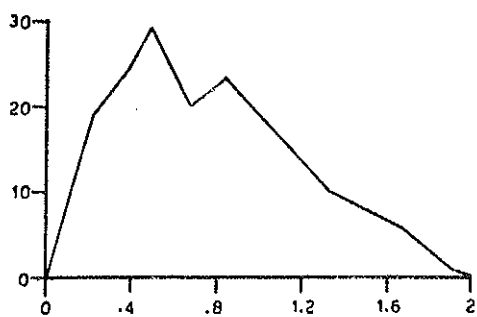
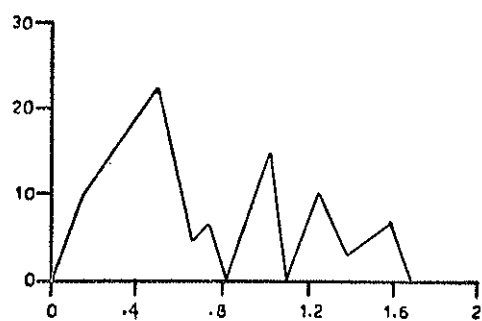


GRAFICO 3.

Distribuzione delle pause tra le frasi.

Percentuale dei casi sulle ordinate; tempo in secondi sulle ascisse (Soggetto ♀).

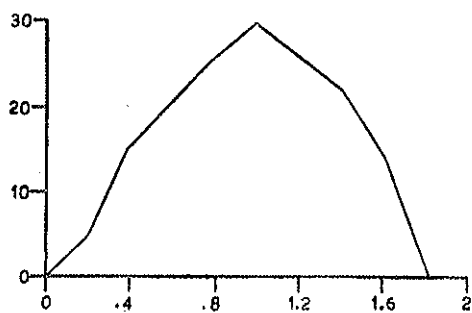
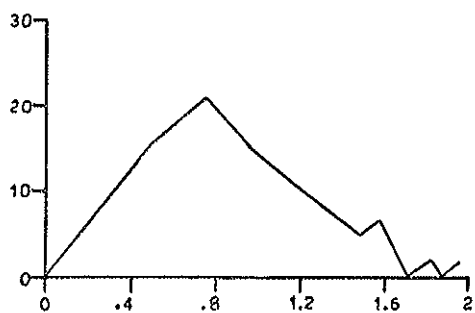
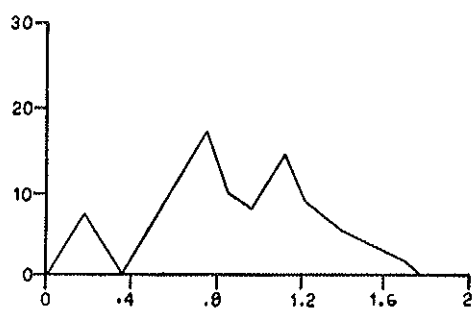
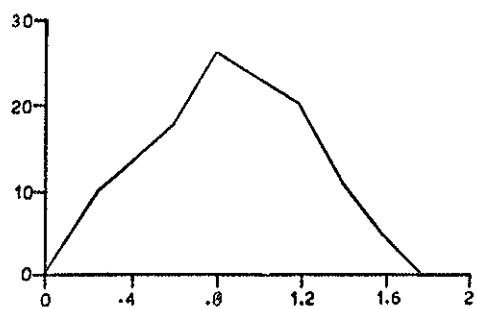
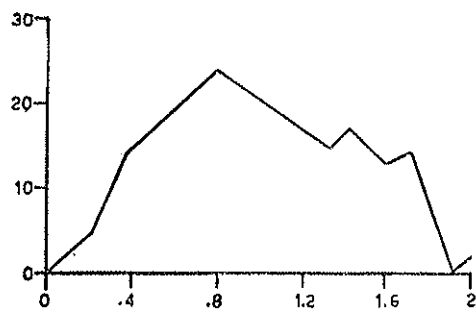
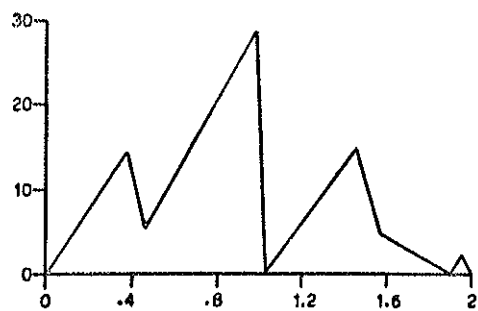


GRAFICO 4.

Distribuzione delle pause tra le le frasi.

Percentuale dei casi sulle ordinate; tempo in secondi sulle ascisse (Soggetto ♀).

X.

DIAGRAMMI STATISTICI DELLA INTENSITÀ SONORA

I diagrammi statistici qui riprodotti sono stati ottenuti facendo leggere lo stesso brano di prosa a vari soggetti, nelle condizioni soggettive indicate per ciascuna esperienza. Riproduco i diagrammi riferentisi alla lettura dello stesso brano di prosa allo scopo di permettere un confronto che dimostra quali vantaggi si possono cavare dal metodo nello studio della influenza delle condizioni soggettive sull'andamento della curva statistica dell'intensità.

Le curve statistiche si sono ottenute confrontando con il fotometro le lastre ottenute con il metodo di registrazione da me ideato con una lastra campione preparata registrando variazioni note di intensità.

Sulle ascisse è segnata l'intensità, mentre sulle ordinate è segnata la percentuale dei tempi di esposizione proporzionale all'annerimento della lastra.

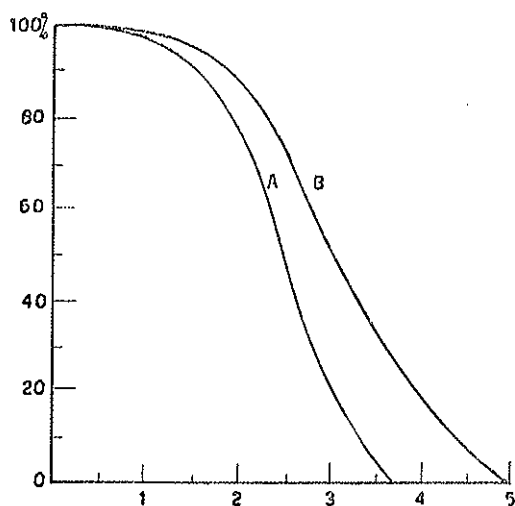


DIAGRAMMA 1. — Soggetto V. ♂.

Curva (A) statistica della intensità della voce di un soggetto che ha declamato ad alta voce un brano di prosa.

Curva (B) statistica della intensità dello stesso soggetto, che ha declamato lo stesso brano di prosa, dopo essere stato affaticato declamando ad alta voce, per quattro volte di seguito, lo stesso brano.

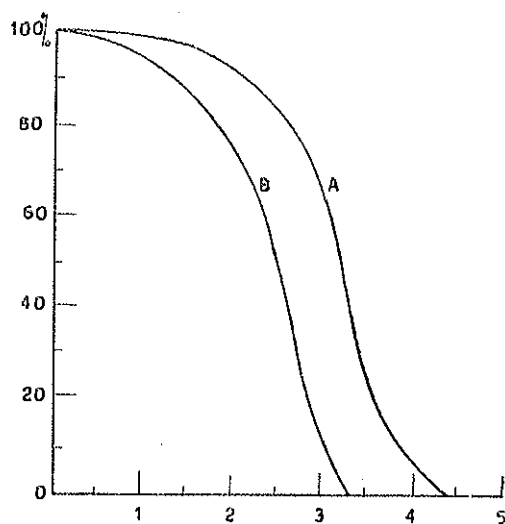


DIAGRAMMA 2. — Soggetto C., ♂.

Curva (A) statistica della intensità della voce di un soggetto che ha letto con tono normale il brano di prosa letto dal soggetto del Diagramma 1 (A).

Curva (B) statistica della intensità della voce dello stesso soggetto che ha letto lo stesso brano di prosa, ma in stato di forte reazione emotiva provocata sperimentalmente.

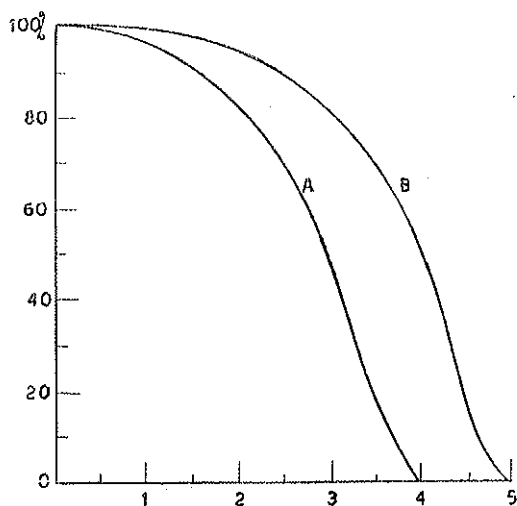


DIAGRAMMA 3. — Soggetto R., ♀.

Curva (A) statistica della intensità della voce di un soggetto che ha letto con tono normale il brano della prosa letto dal soggetto del Diagramma 1 (A).

Curva (B) statistica che dimostra l'influenza dell'emozione sulla intensità della voce. Procedimento sperimentale come nel Diagramma 2 (B).

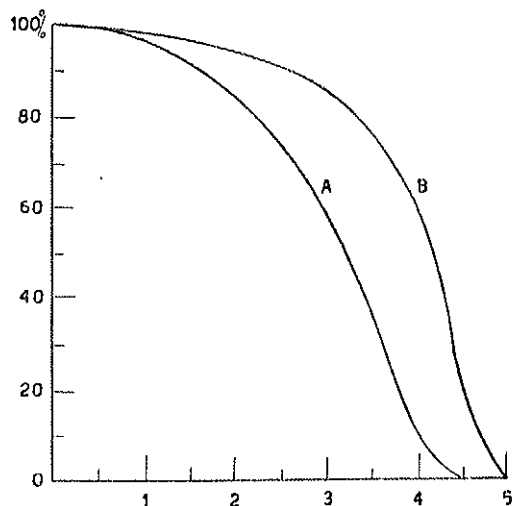


DIAGRAMMA 4. — Soggetto T., ♂.

Curva (A) statistica della intensità della voce di un soggetto che ha letto con tono monotono, ma rapidamente, un brano di prosa letto dal soggetto del Diagramma 1 (A), del Diagramma 2 (A), e del Diagramma 3 (A).

Curva (B) statistica della tonalità della voce dello stesso soggetto che ha letto lo stesso brano molto lentamente e con tono enfatico.

INDICE

	PAG.
I. INTRODUZIONE	3
II. Le variazioni delle vocali nel linguaggio parlato	7
III. Le differenze individuali nel linguaggio e limiti delle loro variazioni	15
IV. Variazione dell'accento tonale	23
V. Le variazioni della intensità	27
VI. L'espressione significativa	32
VII. La strutturazione delle parole e delle frasi	39
VIII. Conclusioni	50
TAVOLE, SPETTROGRAMMI, GRAFICI E DIAGRAMMI	55