

Marco Marinoni

# ACUSTICA E PSICOACUSTICA MUSICALE

## **Lezione 7. Acustica degli strumenti musicali (5)**

*La voce umana*

7.1 Introduzione

7.2 Respirazione

7.3 Generazione della voce

7.4 Fonetica - vocali

7.5 Fonetica - consonanti

7.6 Il canto

# **7.1 – Introduzione**

- **È il suono prodotto dalla vibrazione di due strutture muscolari poste nel collo, dette corde vocali, messe in vibrazione dall'aria espirata dai polmoni**
- **Viene poi modulato timbricamente dalle risonanze delle due cavità che compongono il canale vocale:**
  - **Faringe**
  - **Bocca**

# 7.1 – Introduzione

- Tre momenti distinti
  1. Produzione del fiato
  2. Generazione del suono
  3. Modulazione del suono
- Coinvolgono l'**apparato respiratorio** (produzione del fiato e generazione del suono) e la parte superiore di quello **digestivo** (modulazione del timbro vocale e produzione della parola)

# 7.1 – Introduzione

- Gli organi impiegati nella fonazione hanno tutti funzioni primarie diverse da quella di generare la voce
  - Il loro impiego nella fonazione è un **adattamento secondario**
- La **fonazione** (insieme delle funzioni fisiologiche che intervengono nella produzione della voce) coinvolge in realtà tutto il corpo
  - Es. la **postura**
    - Influisce sulla meccanica respiratoria

# 7.1 – Introduzione

- L'insieme di **gabbia toracica, polmoni e laringe** svolge una funzione di **valvola**
  - Di volta in volta la **laringe** può impedire la fuoriuscita di aria dai polmoni oppure regolandone l'apertura, lasciarla sfuggire vibrando e producendo suoni
- L'evoluzione verso la stazione eretta ha determinato la piegatura ad angolo retto del tratto superiore dell'apparato digestivo, che si è diviso in due cavità distinte
  - **Bocca**
  - **Faringe**

# 7.1 – Introduzione

- La **lingua** può modificare i volumi delle due cavità e quindi la loro frequenza di risonanza
- → **variabilità timbrica impressa al suono laringeo**
  - Insieme con la variabilità in **intensità**, **frequenza** e **durata** del segnale vocale, questo ha consentito lo sviluppo del linguaggio e del canto

## 7.2 – Respirazione

- **Ossa impegnate nella respirazione**
  - **Bacino**
    - 6 ossa simmetriche saldate insieme articolate posteriormente dall'osso sacro
  - **Colonna vertebrale**
    - 5 vertebre lombari, 12 toraciche, 7 cervicali
  - **Coste**
    - 12 paia inserite alle vertebre toraciche e unite allo sterno, le ultime 2 fluttuanti
  - **Sterno**
  - **Cranio**

## 7.2 – Respirazione

- La **gabbia toracica** è di forma approssimativamente conica
- La parte libera delle coste può essere sollevata lateralmente dai muscoli respiratori (es. manico di un secchio) in modo che gli anelli ossei si sollevino anteriormente (es. battente di una porta)
  - I loro movimenti di innalzamento e di abbassamento determinano l'allontanamento e l'avvicinamento delle pareti della cavità toracica → **respirazione costale**

## 7.2 – Respirazione

- Cinque **sistemi di muscoli** impiegati nella respirazione
  - **Intrinseci del torace**
    - Non implicati nel controllo volontario della respirazione
  - **Diaframma**
    - Muscolo laminare che si inserisce tutto attorno al margine inferiore della gabbia toracica
      - È un muscolo **inspiratorio**, che spinge i visceri verso il basso
  - **Sistema addominale**
    - Quattro muscoli laminari sovrapposti e con le fibre incrociate
      - Spinge in alto i visceri (sistema antagonista il diaframma)
        - » **Respirazione addominale**

## 7.2 – Respirazione

- Cinque **sistemi di muscoli** impiegati nella respirazione
  - **Sistema dorsale**
    - Ha il compito di mantenere la posizione eretta
    - Equilibra l'azione degli addominali
    - In accordo con i muscoli intercostali (primo sistema) provvedono alla **respirazione costale**
  - **Sistema cranio-cervico-toracico**
    - Una raggera di muscoli che, prendendo attacco dal cranio e dalla colonna cervicale, possono tirare verso l'alto il torace nella **respirazione apicale o clavicolare**

## 7.2 – Respirazione

- **Inspirazione**
  - aumento del volume della cavità toracica. Si crea un vuoto pneumatico. Per la differenza di pressione l'aria si precipita nei polmoni
- **Espirazione**
  - i polmoni sono compressi e l'aria in essi contenuta viene spremuta fuori
- **Respirazione r combinata**
  - Maggiore efficienza
    - Le componenti addominale e costale si accordano
- **Respirazione apicale**
  - Efficienza ridotta sia per motivi di geometria ossea che di coordinamento muscolare

## 7.3 – Generazione della voce

- **LARINGE**

- Organo di chiusura della trachea
  - Scheletro di cartilagine, al quale sono inserite le corde vocali e i muscoli necessari alla fonazione
- Appesa alla mandibola e al cranio per mezzo dell'osso ioide
  - Osso a ferro di cavallo tra collo e mandibola
- Sostenuta indirettamente dai muscoli addominali

## 7.3 – Generazione della voce

- **SCHELETRO DELLA LARINGE**

- A continuazione del canale tracheale si trova la **cartilagine cricoide**, ad anello, sul cui margine superiore si articolano le due **cartilagini aritenoidi**, a forma di piramide triangolare, che danno attacco agli estremi posteriori delle corde vocali e ai muscoli che determinano la loro apertura e chiusura

- **MUSCOLI DELLA LARINGE**

- **Corde vocali**

- Due strutture muscolari a sezione triangolare separate dalla **glottide** e tese tra le cartilagini aritenoidi e la **tiroide**
- Possono chiudere il canale respiratorio in modo riconducibile a quello delle labbra

## 7.3 – Generazione della voce

- **MUSCOLI DELLA LARINGE**
  - **Adduttori e abduttori delle cartilagini aritenoidi**
    - Due gruppi di muscoli tra loro **antagonisti** posti nella parte posteriore della laringe
    - Hanno il compito di far **ruotare e traslare le cartilagini** ad essi collegate, come su di una leva
  - **Cricotiroidei**
    - Inclmano in avanti la tiroide nel «passaggio» al registro superiore
  - **Elevatori e abbassatori dell'osso ioide**
    - I primi sono disposti a raggiera e collegano l'osso ioide al cranio; i secondi sono i muscoli dello sbadiglio, intervengono nelle **tecniche vocali romantiche e veriste**, controllano anche la base della lingua

## 7.3 – Meccanica della generazione della voce

- **LINGUA**

- La contrazione delle sue fibre muscolari contribuisce all'inclinazione della laringe, quindi controlla indirettamente anche la tensione delle corde vocali

- **FASE INSPIRATORIA**

- La rotazione delle cartilagini aritenoidi provoca l'apertura delle glottide. Intanto l'attività dei muscoli respiratori provoca l'afflusso di aria nei polmoni

- **FASE FONATORIA**

- Corrisponde alla fase espiratoria di una normale respirazione; ne differisce per il movimento rotatorio e traslatorio delle cartilagini che muovono il margine vibrante delle corde vocali. **Le corde entrano in vibrazione per effetto della pressione dell'aria**

## 7.3 – Meccanica della generazione della voce

- **FASE FONATORIA**

- Le modalità di vibrazione delle corde vocali variano a seconda dei meccanismi fonatori impiegati:

- **1° MECCANISMO (eloquio):** corrisponde a quello che la laringe mette in atto quando il corpo si accinge a uno sforzo come per sollevare un peso. Le corde si contraggono, si rigonfiano e svolgono la funzione di chiusura del serbatoio polmonare

- In questo modo viene in genere prodotta **la prima quinta dell'estensione vocale**

- **2° MECCANISMO (eloquio):** le cartilagini aritenoidi accentuano la loro rotazione stirando le corde vocali all'indietro, come quando si pongono in tensione le corde di uno strumento

- La voce aggiunge **un'altra quinta** alla propria estensione musicalmente utile

## 7.3 – Meccanica della generazione della voce

- **FASE FONATORIA**

- Le modalità di vibrazione delle corde vocali variano a seconda dei meccanismi fonatori impiegati:
  - **3° MECCANISMO (canto)**: i muscoli inclinatori della tiroide entrano in azione e le corde vocali sono stirate passivamente in avanti. Questa trazione si somma a quella già esercitata dalle cartilagini aritenoidi e aggiunge **un'altra quinta all'estensione vocale**, operando il **passaggio al registro superiore** grazie alla funzione di vincolo operata dallo **sterno**

## 7.3 – Meccanica della generazione della voce

- **FASE FONATORIA**

- Tre tipi di **comportamenti fonatori**:

- **1° TIPO**: i tre meccanismi tendono ad entrare in azione successivamente. La voce assume colorazioni timbriche diverse nei tre registri. I cambiamenti di timbro nel passaggio da un registro all'altro sono evidenti (voce *non educata*)
    - **2° TIPO**: la contrazione attiva del 1° meccanismo è ridotta, i meccanismi 2° e 3° entrano in azione contemporaneamente fin dalle note gravi. Non si avvertono cambiamenti sensibili del timbro alle diverse altezze: assenza di registri e di passaggio (voce *impostata per natura*)
    - **3° TIPO**: la contrazione attiva è presente in tutti i registri e il carattere timbrico del grido permane in tutta l'estensione (emissioni *di forza* nelle tecniche popolari, romantiche e veriste)

## 7.3 – Modalità vibratorie delle corde vocali

- **DUE MODALITA'**

- **1° MODALITA':**

- le corde vocali si contraggono attivamente occludendo il canale respiratorio
    - la pressione dell'aria cresce fino a forzare il passaggio
    - la fuga dell'aria fa diminuire la pressione
    - le corde vocali possono occludere nuovamente il canale respiratorio e il ciclo ricomincia

## 7.3 – Modalità vibratorie delle corde vocali

- **DUE MODALITA'**
  - **2° MODALITA'**: le corde vocali entrano in vibrazione per l'*effetto Bernoulli*, che sfrutta la minore pressione esterna al sistema, per cui le corde sono come aspirate passivamente e vengono in contatto col canale respiratorio, occludendolo, in quel momento la pressione interna cresce fino a forzare il passaggio, l'aria transita e il ciclo ricomincia

## 7.3 – Influenze del corpo sulla voce

- Tre categorie di rapporti tra l'attività corporea e quella vocale
  - **POSTURA**
  - **INFLUENZE DELLA CINTURA ADDOMINALE SULLA LARINGE**
  - **MIMICA FACCIALE ED ESPRESSIONE DELLE EMOZIONI**

## 7.3 – Influenze del corpo sulla voce

- Tre categorie di rapporti tra l'attività corporea e quella vocale

### – POSTURA

- Al variare della divaricazione e della rotazione dei piedi, così come al variare dell'estensione del rachide (l'insieme delle vertebre, legamenti, dischi, muscoli, nervi etc), si modifica l'equilibrio tra la componente costale e quella addominale della respirazione
  - → l'escursione verticale della laringe
- Si modifica anche la distanza tra la laringe e lo sterno
  - → i riflessi necessari ad ottenere l'intonazione
- Le variazioni di escursione della laringe incidono sulla lunghezza del tratto faringeo del canale vocale, determinando variazioni della sua frequenza di risonanza

## 7.3 – Influenze del corpo sulla voce

- Tre categorie di rapporti tra l'attività corporea e quella vocale
  - **INFLUENZE DELLA CINTURA ADDOMINALE SULLA LARINGE**
    - Lo stato di contrazione o rilassamento dei muscoli addominali si riflette su quello dei muscoli della laringe
    - Es. la voce emessa contraendo la muscolatura addominale all'altezza della bocca dello stomaco ha un timbro simile a quello di un suono prodotto sotto sforzo

## 7.3 – Influenze del corpo sulla voce

- Tre categorie di rapporti tra l'attività corporea e quella vocale
  - **MIMICA FACCIALE ED ESPRESSIONE DELLE EMOZIONI**
    - Come la mimica facciale, così il colore della voce può esprimere le emozioni
    - La contrazione della muscolatura mimica nelle espressioni facciali incide sul suono laringeo già all'origine
    - I movimenti mimici modificano forma e volume del canale vocale
    - Le tecniche vocali che implicano particolari atteggiamenti espressivi della bocca generano suoni caratterizzati da connotazioni emozionali corrispondenti

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Il segnale generato dalla laringe
  - ha una **forma d'onda a dente di sega**
  - Presenta una **struttura ad armonici di ampiezza decrescente dal grave all'acuto**
  - transita attraverso il canale vocale in una serie di cavità, delle quali le due più ampie sono
    - La faringe
    - La bocca
  - Il volume di tali cavità dipende dalla struttura anatomica dell'individuo e dall'atteggiamento degli organi articolatori

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Al volume di ogni cavità corrisponde una determinata frequenza di risonanza
- → **le armoniche la cui frequenza di vibrazione corrisponde alla frequenza di risonanza della cavità attraversata vengono amplificate**
- L'amplificazione si verifica per gruppi di armoniche chiamati **formanti di timbro**, o solo **formanti**

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Al variare delle dimensioni delle cavità del canale vocale, la voce assume **strutture formantiche** diverse
  - Quando i timbri si fanno sistematici si parla di *vocali*
- Le due formanti più gravi della voce sono sufficienti a caratterizzare le singole vocali
  - Quindi sono adottati in fonetica per identificarle
- Ciò che rende i timbri vocalici distinguibili non è il valore assoluto delle frequenze delle formanti ma il loro rapporto nel sistema fonetico in atto

## 7.4 – Fonetica - vocali

- **In genere si considera la prima formante, la più grave, dipendente dalla faringe, e la seconda dipendente dalla bocca**
- L'atteggiamento fonetico a bocca aperta e lingua inerte la cavità faringea ha volume maggiore rispetto a tutti quelli che può assumere (maggiore anche di quello della bocca) e la risonanza complessiva del canale vocale genera un suono in cui la frequenza della seconda formante è quasi doppia di quella della prima: a questo suono attribuiamo il significato di **[a]**

## 7.4 – Fonetica - vocali

- La voce emessa nell'atteggiamento iniziale della suzione (labbra protruse e lingua in avanti) produce una **[y]** («u francese»)
  - La parte anteriore della lingua determina una piccola camera di risonanza tra la lingua stessa, la parte anteriore del palato e gli incisivi superiori, mentre la cavità faringea si unisce con il tratto posteriore della cavità buccale a formare un'unica e più grande cavità di risonanza

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Restando la lingua nello stesso atteggiamento della [y], se gli angoli della bocca si ritraggono come nel sorriso, il tratto buccale del canale vocale si accorcia e si produce il suono a cui attribuiamo il significato di [i]
  - Le frequenze delle due prime formanti assumono valori che stanno tra loro nel rapporto approssimativo di 1 a 10

## 7.4 – Fonetica - vocali

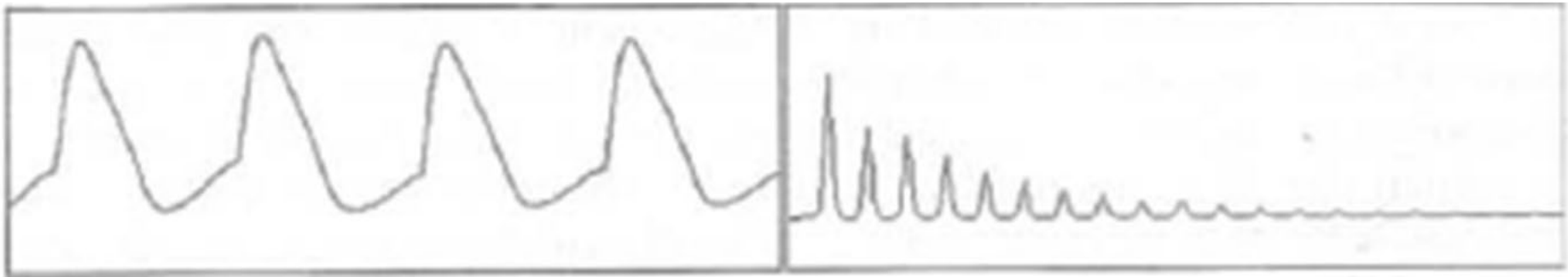
- Restando invece le labbra nello stesso atteggiamento della [y], se arretriamo la lingua, la parte posteriore del dorso arriva a toccare i denti del giudizio e il canale vocale raggiunge la sua lunghezza massima
  - Il tratto buccale si prolunga in avanti tra le labbra protruse e il tratto faringeo si prolunga in alto oltre la superficie di masticazione dei molari superiori
- La prima formante si trova nella banda di frequenza della prima formante della [i] mentre la seconda ha una frequenza ca. tripla: a questo suono attribuiamo il significato di **[u]**

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Le vocali [i] [a] e [u] corrispondono a tre atteggiamenti estremi della lingua
  - [i]: lingua spinta in avanti (vocale *anteriore*)
  - [a]: lingua allo stato di riposo (vocale *media*)
  - [u]: lingua retratta (vocale *posteriore*)
- Tra questi atteggiamenti ve ne sono di intermedi, corrispondenti alla [e] e alla [o], che a seconda delle lingue possono essere uno solo (es. spagnolo), due (es. italiano: [è], [ò] chiuse oppure [è], [ó] aperte) o molteplici (es. francese)

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Segnale *elettroglottografico*
  - (a): forma d'onda
  - (b): spettro



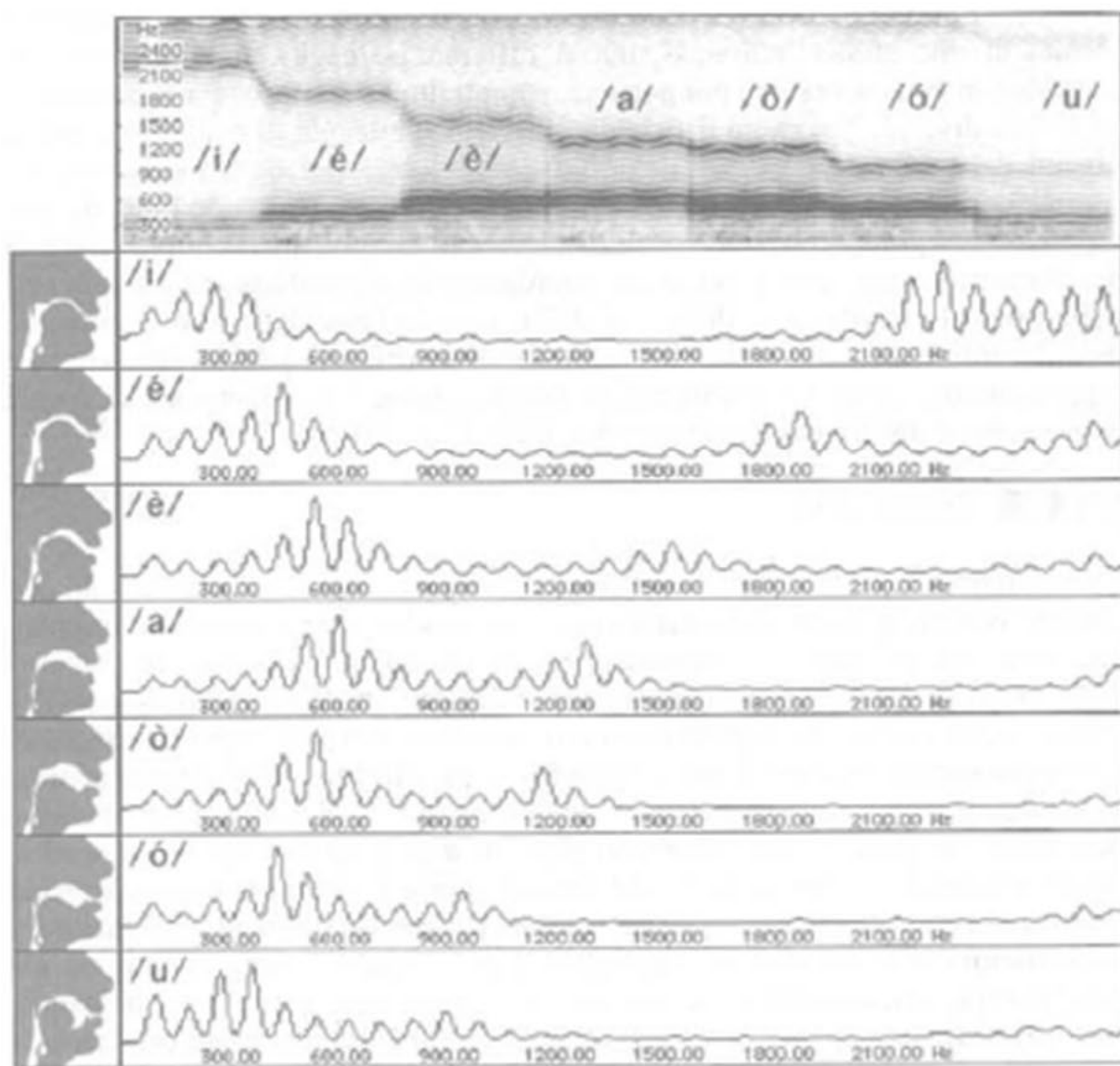
## 7.4 – Fonetica - vocali

- **Vocali nasali**

- Se il velo palatino non occlude completamente l'accesso alle fosse nasali, parte della colonna d'aria in vibrazione percorre queste ultime, creando **formanti nasali** e **antirisonanze** (→ attenuazione di gruppi di armonici)
- In francese sono quattro, che corrispondono ad es. alle parole
  - Fin
  - Brun
  - Blanc
  - Bon

## 7.4 – Fonetica - vocali

- Nel canto il sistema fonatorio si atteggia in modi più o meno diversi da quelli impiegati nell'eloquio, dando luogo per ogni individuo a vocali dalla struttura acustica diversa



Le sette vocali della lingua italiana sintetizzate per chiarezza di esposizione come se fossero cantate da un basso sulla stessa nota  $Fa_1$  (= 87,30 Hz): in alto lo spettrogramma dell'esempio vocale; nella colonna sinistra gli schemi degli atteggiamenti articolatori, ricavati da radiografie; nella colonna destra gli spettri delle sette vocali. Nello spettro di ogni vocale si riconoscono facilmente i gruppi di armonici, chiamati «formanti». Nello spettrogramma le stesse formanti appaiono come annerimento degli stessi gruppi di armonici.

## 7.5 - Consonanti

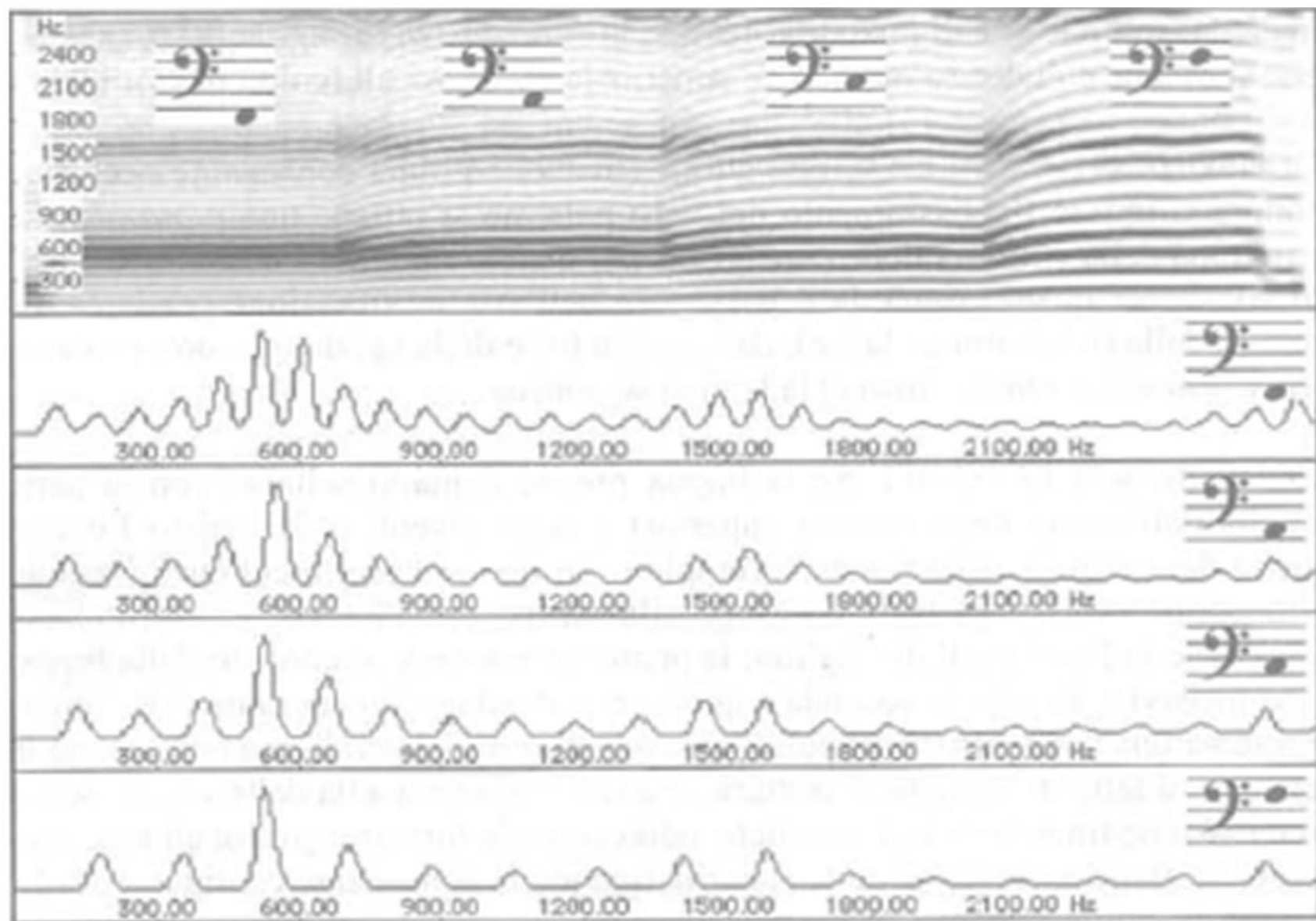
- L'emissione dei suoni vocalici può essere preceduta, interrotta o seguita da **occlusioni o restringimenti del canale vocale, determinati dai movimenti articolatori che fanno variare i volumi delle cavità di risonanza e di conseguenza della struttura formantica (del timbro) delle vocali che li precedono o seguono**
- → le “**consonanti**”

## 7.5 - Consonanti

- Le consonanti possibili sono **teoricamente infinite** in quanto i luoghi e i gradi di occlusione possono variare con continuità
  - Ogni lingua ne usa un numero limitato
  - **Due serie** di consonanti:
    - **Sorde**: durante la loro pronunzia non si ha emissione di voce
    - **Sonore**: durante la loro pronunzia si ha emissione di voce

## 7.5 - Consonanti

- Se l'occlusione è completa e seguita da un'apertura brusca:
  - Consonanti **momentanee**
- Se il canale vocale subisce solo una restrizione e l'emissione d'aria può essere prolungata:
  - Consonanti **continue**



La vocale [é] sintetizzata per chiarezza di esposizione come se fosse cantata da un basso su un accordo di fa maggiore ( $Fa_1$ ,  $La_1$ ,  $Do_2$ ,  $Fa_2$  = 87,30; 110; 130,8; 174,7 Hz). Si osservi come i picchi delle formanti cadano sempre nella stessa banda di frequenza. Nella colonna a destra della nota cambia la loro corrispondenza con il numero d'ordine degli armonici.

Marco Marinoni - Conservatorio  
"L. Marenzio" di Brescia

## 7.5 - Consonanti

- **Consonanti occlusive:** occlusione completa del canale vocale
  - **Bilabiali:** sorda [p], sonora [b]
  - **Dentali:** sorda [t], sonora [d]
  - **Palatali:** sorda [k], sonora [g] di “gatto”
    - Nelle sorde si ha l'interruzione della voce al momento dell'occlusione
    - Sia nelle sorde che nelle sonore all'atto del rilascio si manifesta un'**esplosione** dallo spettro molto esteso in frequenza, del quale però si tende a percepire solo la zona di massima intensità
      - [p], [b] = 1000Hz (B4, C5)
      - [t], [d] = 4000 Hz (B6, C7)
      - [k], [g] = formante buccale della vocale che segue

## 7.5 - Consonanti

- **Consonanti nasali:** ottenuta attraverso l'abbassamento del velo palatino nell'articolazione di una consonante occlusiva sonora
  - Dalla **[b]** si ottiene la **[m]**
  - Dalla **[d]** si ottiene la **[n]**
  - Dalla **[g]** di “giorno”, semiocclusiva, si ottiene la **[gn]** di “gnocco”

## 7.5 - Consonanti

- **Consonanti laterali:** occlusione incompleta del canale vocale, la colonna d'aria in vibrazione sfugge ai lati
  - [l] e [gl] di “figlio”
  - In tutte le lingue hanno in comune il fatto di presentare una **struttura acustica simile a quella delle vocali**, senza interruzione tra le formanti vocaliche adiacenti e le formanti consonantiche

## 7.5 - Consonanti

- **Consonanti vibranti:** la vibrazione della lingua e dell'ugola determina brevissime occlusioni separate da momenti vocalici
  - [r] apicale, anche se un numero limitato di italiani parla con la [r] “francese”
- In genere: una singola interruzione
  - La [r] “germinata” o “doppia” corrisponde a più interruzioni (“rr”)
- Struttura formantica simile a quella delle vocali con aggiunta di lievi rumori esplosivi corrispondenti al rilascio delle occlusioni

## 7.5 - Consonanti

- **Consonanti costrittive o fricative:**  
numerosissime, si ottengono restringendo il canale vocale in luoghi e modi diversi per produrre un rumore fricativo
  - **[f], [v]**
  - **[s]** sorda, **[s]** sonora
  - Prepalatali **[sc]**, **[j]** di “jour” o di “gente” in toscano

## 7.5 - Consonanti

- **Consonanti semicostrittive o affricate:**  
ottenute dalla combinazione delle manovre articolatorie di un'occlusiva e di una fricativa
  - **[tʃ]** sorda e **[dʒ]** sonora {[t] + [ʃ]}
  - **[k]** sorda di “cena” e **[g]** sonora di “gelo” {[t] + [sc] di “scena”}

## 7.6 – Il canto

- **Eloquio:** l'intonazione della voce varia senza stabilizzarsi su una frequenza particolare
- **Canto:** la voce si stabilizza su una frequenza determinata, con intensità e ambito tonale maggiori

## 7.6 – Il canto

- **Estensione vocale:** necessario distinguere tra *possibilità di emissione della voce* [due ottave e una quinta] e *voce musicalmente utile* [due ottave]

## 7.6 – Il canto

- **Classi vocali:** la voce
  - È un carattere antropometrico variabile che permette l'identificazione dell'individuo
  - È un carattere sessuale secondario e come tale presenta un dimorfismo
    - Voci femminili
    - Voci maschili (un'ottava sotto)
  - Ha uno sviluppo legato all'età
    - Fino alla pubertà l'ambito di variabilità rientra in quello femminile adulto, quindi la voce maschile "entra in muta"

# 7.6 – Il canto

- **Classi vocali:**
  - Maschili
    - Basso [D1-F#3]
    - Baritono [Ab1-A3]
    - Tenore [C2-C#4]
  - Femminili
    - Contralto [F2-G4]
    - Mezzosoprano [Ab2-Bb4]
    - Soprano [B2-C5]

## 7.6 – Il canto

- **Registri:** caratteri timbrici e dinamici assunti dalla voce in relazione al comportamento fonatorio nelle diverse regioni tonali
  - Tre per convenzione
    - Di **petto**, o **inferiore**, o **primo**
    - Di **gola**, o **medio**, o **secondo**
    - Di **testa**, o **superiore**, o **acuto**, o **terzo**

## 7.6 – Il canto

- **Primo registro**

- Corrisponde al primo meccanismo laringeo. E' il meccanismo del grido, in cui le corde vocali sono contratte e producono un suono che ha in sé l'espressione dello sforzo
  - I muscoli estrinseci della laringe trasmettono le vibrazioni di questa al petto che entra in vibrazione forzata e le sensazioni di vibrazione delle ossa vengono in genere scambiate per risonanze
    - voce di petto

## 7.6 – Il canto

- **Secondo registro**

- Corrisponde al secondo meccanismo laringeo. Timbro riconducibile, nelle voci non educate, a quello dell'eloquio.

- Al limite superiore, posto una decima sopra la prima nota musicalmente utile, ricompare il meccanismo del grido come mezzo per raggiungere l'acuto

- **Voce mista o di gola**

## 7.6 – Il canto

- **Terzo registro**
  - Corrisponde al terzo meccanismo laringeo descritto
    - Proprio delle voci dotate naturalmente o educate attraverso lo studio del canto
      - **Voce di testa** o (ant.) **di falsetto**

## 7.6 – Il canto

- **Tecniche vocali:** sono un carattere culturale che identifica l'ambito geografico, socioculturale, ecc.
  - Cultura occidentale: tre coordinate
    - 1. espressività
      - Comprensibilità e attitudine a comunicare le emozioni
    - 2. agilità
      - Attitudine ad emettere molte note brevi in poco tempo
    - 3. potenza
      - Attitudine a generare suoni di grande intensità su tutta l'estensione

## 7.6 – Il canto

- **Tecniche vocali:** sono modi di usare la voce, intesi ad ottenere determinati risultati musicali
  - Le **tecniche vocali naturali** corrispondono al comportamento fonatorio delle voci “natural” o “impostate per natura”, dotate di
    - Grande estensione
    - Timbro tendenzialmente uniforme su tutta l'estensione

## 7.6 – Il canto

- La **tecnica vocale naturale** è la condotta vocale delle voci che per costituzione anatomico-fisiologica hanno un comportamento fonatorio ottimale.
  - Il **modello ottimale di espirazione** è quello che si pone spontaneamente in atto nell'emissione di una **[r] apicale** prolungata, mantenuta articolata agli incisivi superiori come nella pronuncia del gruppo consonantico **[tr]**

## 7.6 – Il canto

- La **tecnica vocale naturale** è la condotta vocale delle voci che per costituzione anatomico-fisiologica hanno un comportamento fonatorio ottimale.
  - L'**apertura della bocca** è realizzata con un'apertura della mandibola tendenzialmente avanzato, il cui modello è quello della pronuncia della **[b]**
  - La **differenziazione dei volumi delle cavità di risonanza**, necessaria alla produzione delle vocali, è ottenuta più con i movimenti verticali della lingua che con quelli della mandibola
    - Il volume della cavità faringea rimane invariato, quello della cavità orale si definisce di volta in volta
      - → buon compromesso tra omogeneità del timbro e comprensibilità della parola

## 7.6 – Il canto

- **Tecniche vocali popolari**
  - Canto popolare vero e proprio
    - Canti di montagna o delle mondine in Italia, gospels e spirituals in USA, ecc.
      - In genere **primo e secondo registro**, in quanto l'abitudine alla chiusura della laringe negli sforzi muscolari rende difficile il passaggio al terzo
      - Comportamenti fonatori del **terzo tipo**
  - Tecniche impiegate nella musica leggera

## 7.6 – Il canto

- **Tecniche vocali popolari**
  - Canto popolare vero e proprio
  - Tecniche impiegate nella musica leggera
    - Tendenza attuale a conservare nel canto le caratteristiche del parlato, con comportamenti fonatori che variano tra il primo e il terzo tipo
    - L'amplificazione elettrica risolve all'origine i problemi di volume → l'aumento dell'estensione è ottenuto spesso scendendo sotto i limiti musicalmente utili della voce non amplificata
    - L'uso del falsetto viene impiegato anche dalle voci femminili

## 7.6 – Il canto

- Le **tecniche vocali dotte** sono quasi sempre tributarie di quella inventata in Italia verso il 1830 dal tenore Domenico Donzelli per ovviare allo squilibrio tra la potenza acustica della grande orchestra nei teatri sempre più vasti e quella delle voci
  - Prima di allora si usava “incanalare” la lingua oppure aumentare l’energia delle manovre muscolari proprie del canto d’agilità
    - Tecniche pericolose per la salute vocale

## 7.6 – Il canto

- **Tecniche vocali dotte**

- Le tecniche che si svilupparono dopo differiscono anche macroscopicamente per quanto riguarda l'**articolazione della mandibola** (spinta in avanti come nella [b] oppure rotazione in basso come nello sbadiglio) e la **respirazione** (diversi comportamenti di contrazione degli addominali con riflessi sulla muscolatura della laringe e sulla lunghezza del canale vocale)

## 7.6 – Il canto

- **Falsetto:** voce emessa con tecnica artificiosa nella tessitura corrispondente al registro di testa (“voce falsa”) con (voce maschile) timbro simile a quello della voce infantile o femminile
  - In ambito colto fu coltivato particolarmente in ambiente francese
  - Ottenuto **chiudendo la parte posteriore delle corde vocali con una contrazione stabile, lasciandone vibrare quella anteriore e controllando l'intonazione con il secondo e terzo meccanismo**
    - La stabilizzazione dell'impedenza acustica del canale vocale è ottenuta con un comportamento fonatorio atto a indurne valori che favoriscano la vibrazione delle corde vocali un'ottava sopra a quella fisiologica

## 7.6 – Il canto

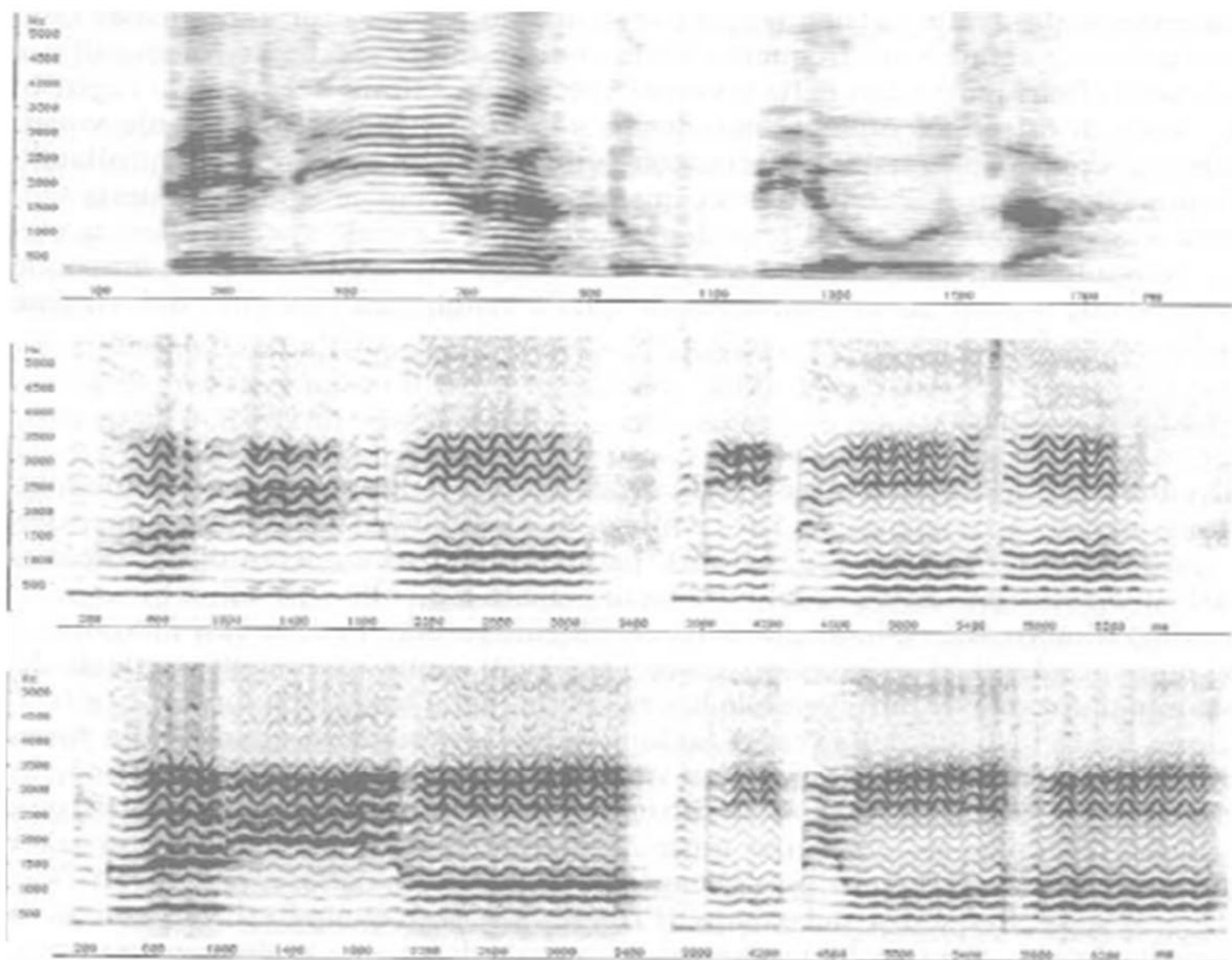
- **Vibrato**

- Caratteristica peculiare della voce che consiste nella **modulazione di bassa frequenza (4-6 oscillazioni al sec) dell'intonazione dell'intensità e del timbro**
  - L'ampiezza aumenta con l'intensità del suono emesso
  - Movimento periodico d'inclinazione in avanti della cartilagine tiroide
    - L'interazione tra l'elasticità della parete addominale e la resistenza opposta alla fuoriuscita dell'aria dalle corde vocali in vibrazione dà luogo a **variazioni periodiche di pressione che determinano lievi risalite e discese della laringe**

## 7.6 – Il canto

- **Vibrato**

- Le escursioni verticali della laringe determinano anche variazioni di forma e di lunghezza del canale vocale → **lievi modificazioni alla struttura formantica della voce**
- È riprodotto artificialmente dagli strumenti ad arco con l'oscillazione del dito sulla corda

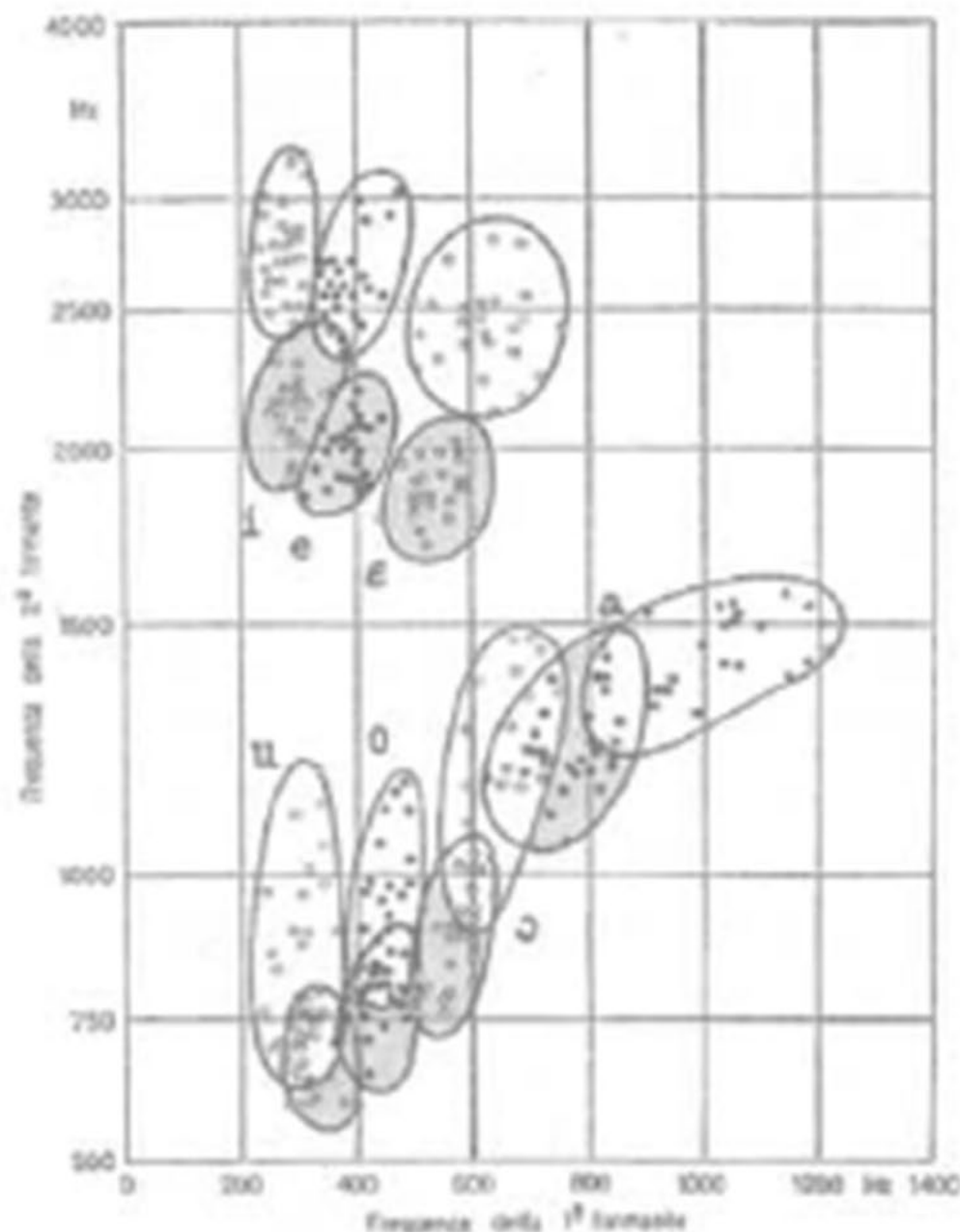


Spettrogrammi delle parole «delira dubbiosa» dall'omonima arietta (battute 9-11) del *Metodo pratico di Canto Italiano per Camera in 15 Lezioni* di Nicola Vaccaj, recitate (*esempio superiore*) e cantate dallo stesso tenore con tecnica da camera (*esempio medio*) e *esempio inferiore*. È evidente la modulazione di base frequenza dell'intonazione e dell'intensità, detta «vibrato»

## 7.6 – Il canto

- **Stonazione:** l'incapacità di dare alle note l'intonazione desiderata. Può dipendere
  - dall'incapacità di riconoscere l'altezza dei suoni
    - *Amusia* o sordità all'altezza dei suoni
      - congenita
  - Dall'incapacità fonatoria di emettere le note desiderate
    - Insufficiente coordinamento fonatorio: l'accordo tra i movimenti respiratori e quelli della laringe è inadeguato
      - L'organo si comporta come se non avesse la forza per intonare e si sforzasse di farlo per tentativi
        - » Rieducazione usando l'orecchio come guida

- Aree di esistenza delle vocali italiane.
- In grigio le vocali maschili, in bianco quelle femminili
  - X = frequenza della 1° formante
  - Y = frequenza della 2° formante



## 7.6 – Il canto

- **Mutazioni fonetiche nel canto**
  - Sia il lavoro dei muscoli che la respirazione nel canto è diversa che nell'eloquio:
    - nell'emissione di fonemi cantati la voce assume **strutture formantiche diverse**
    - al variare della tecnica vocale adottata si determinano **nuovi sistemi fonetici**
    - Appaiono rinforzati gli armonici di frequenza superiore a quella delle formanti vocaliche
      - Formante supplementare: la *formante del canto* [tra i 2.5 e i 3 kHz]
        - » In realtà vengono rinforzate e spostate le formanti già esistenti nella voce parlata

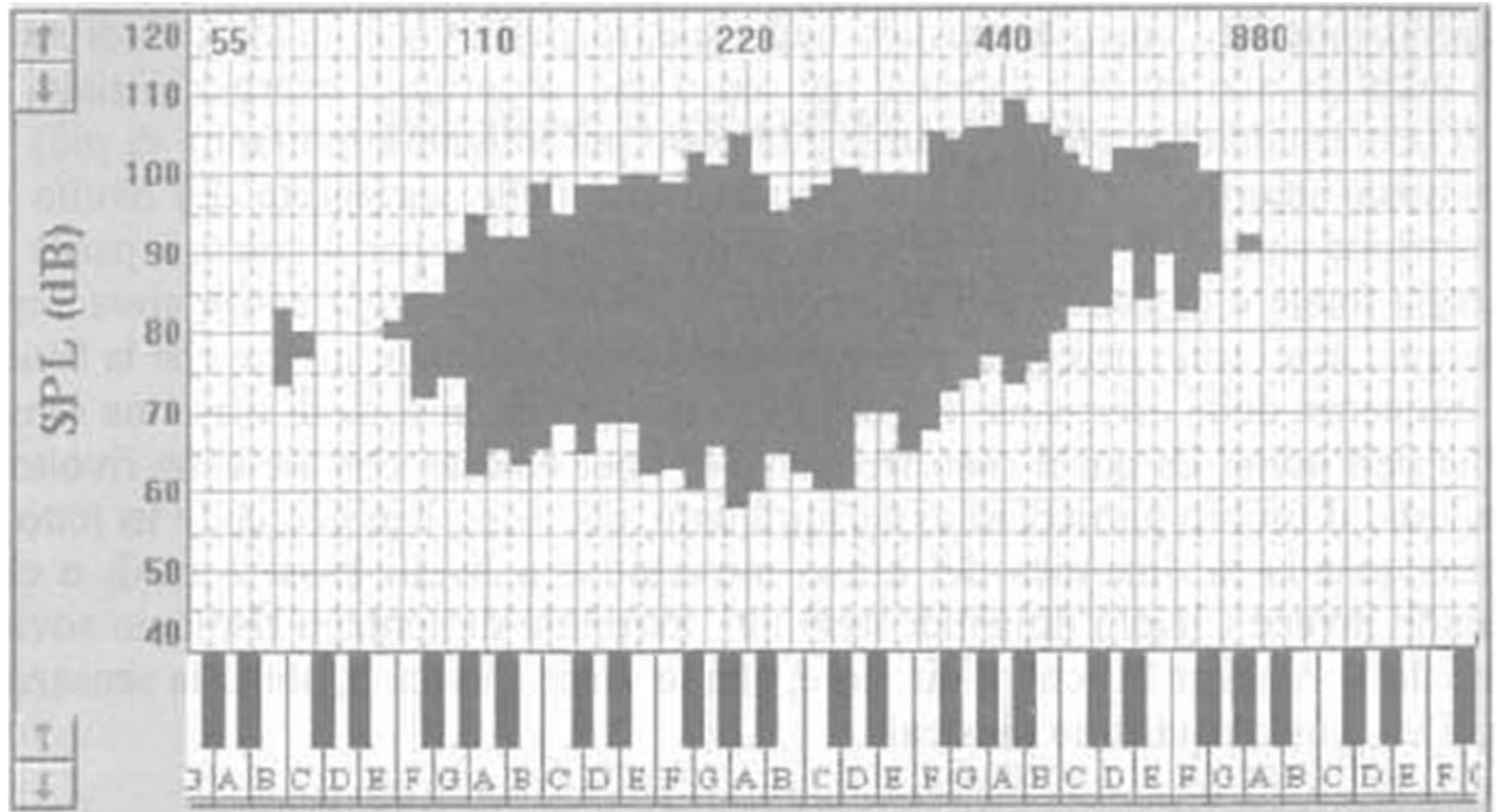
## 7.6 – Il canto

- **Mutazioni fonetiche nel canto**
  - Al variare della tecnica vocale varia
    - Il **dislocamento** dell'energia acustica fra le diverse zone dello spettro
    - L'**intensità** e la **larghezza di banda** della formante del canto
    - Anche l'emissione delle **consonanti**: la maggiore apertura della bocca nel canto
      - Allunga i tempi di articolazione
      - Altera i luoghi e l'ampiezza delle superfici di occlusione

## 7.6 – Il canto

- **Intensità della voce in funzione dell'altezza tonale**
  - L'attitudine della voce ad emettere suoni di intensità variabile sulla stessa nota cambia a seconda dell'altezza di questa
  - **Fonetogramma [slide 72]:** rappresentazione dei valori minimi e massimi dell'intensità in funzione della frequenza della fondamentale
    - L'attitudine a emettere suoni di intensità variabile è massima al centro dell'estensione vocale e minima ai due estremi

## 7.6 – Il canto

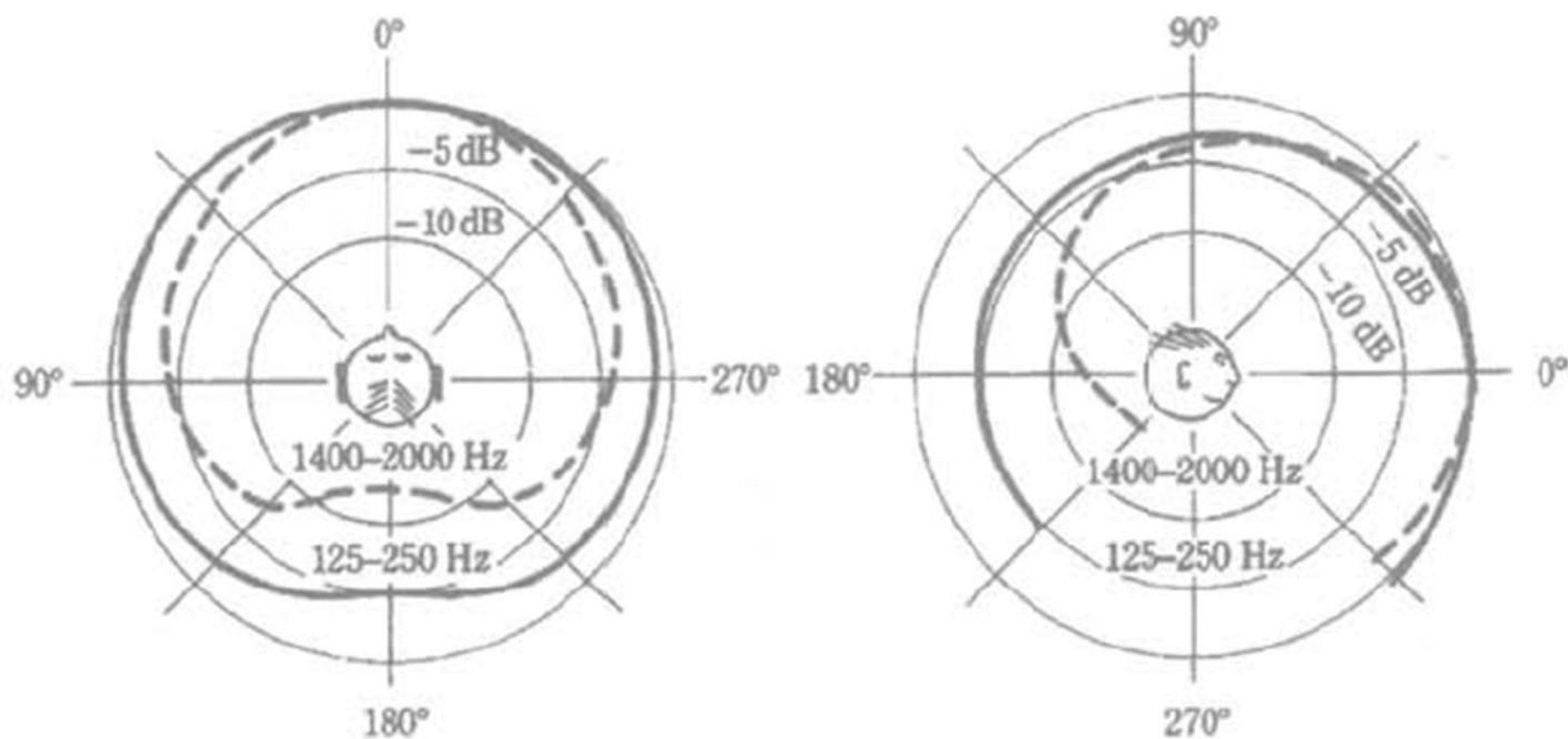


## 7.6 – Il canto

- **Direttività della voce**

- L'attitudine della voce umana a propagarsi in una direzione preferenziale (*direttività*) è funzione della sua struttura acustica
  - La direttività dei singoli armonici è tanto più alta quanto più alta è la loro frequenza
    - **La direttività della voce cambia a seconda della vocale emessa**
- La **direttività complessiva della voce** è data dalla media delle direttività delle vocali emesse
  - La **composizione spettrale delle vocali** è determinata da
    - Caratteristiche antropometriche del cantore
    - Tecnica adottata

## 7.6 – Il canto



Direttività della voce in funzione della frequenza

## 7.6 – Il canto

- **Portanza della voce:** l'attitudine della voce a propagarsi nello spazio
  - Gli armonici acuti si attenuano prima di quelli gravi → **la distribuzione dell'energia acustica nello spettro della voce incide sulla sua udibilità alle diverse distanze**
    - A parità di energia iniziale, le voci con armonici gravi più intensi “portano” di più
    - Questo fenomeno interferisce con quello psicoacustico per cui le voci con energia concentrata negli armonici acuti sono percepite come più forti
    - La banda di frequenza della formante del canto coincide con la **zona di massima sensibilità dell'udito**