

Psicologia dei processi Cognitivi – Modulo Linguaggio

Fonetica e fonologia

Francesca Franzon – francesca.franzon@unipd.it

I suoni delle lingue

- Il significante linguistico è fisicamente costituito da un segnale acustico che si presenta come continuo e dotato di una sua estensione nel tempo (Proprietà del segno: linearità, slide lezione 2)
- Tale sequenza di suoni, che non ha una forma del tutto invariante nelle sue realizzazioni particolari, è decodificata come un insieme di unità discrete e distinte, che permettono di riconoscere i diversi segni
- Il livello fonetico/fonologico di analisi indaga questo rapporto

I suoni delle lingue

- Il livello linguistico più 'obiettivo' da misurare: i suoni sono un set finito, le loro proprietà fisiche sono misurabili
- Suoni non dotati di significato si mettono insieme per formare sequenze dotate di significato

1 come sono fatti i suoni.

- Segnali acustici: l'onda sonora e come viene modulata dall'apparato fonatorio
- Vocali e consonanti
- Linearità del segnale → discretezza degli elementi che lo compongono

2 non tutte le differenze vengono percepite:

- La percezione delle vocali
- Le opposizioni di significato: distintività e discretezza

I suoni delle lingue

- Come vengono prodotti i suoni linguistici?
(codifica)
- Quali caratteristiche hanno dal punto di vista acustico?
(segnale)
- Come vengono decodificati dal punto di vista percettivo?
(decodifica)
- Che cosa può dirci questo rapporto sul modo in cui la lingua è costituita e gestita a livello di processi?

I suoni delle lingue: fonetica

Livelli di analisi del linguaggio

Da un **numero limitato di unità discrete e prive di significato** proprio (i fonemi) → serie di unità dotate di significato → messaggi potenzialmente infiniti.

Gli elementi base sono un set finito e contenuto, sono brevi e sono discreti. Questi elementi sono realizzati acusticamente, come suoni.

Esiste una rappresentazione di questi elementi a livello psicologico?

Fonetica:

- studio delle **proprietà' fisiche dei suoni** (proprietà' articolatorie, acustiche, fisiologiche e aerodinamiche che determinano la produzione, percezione e la co-occorrenza dei suoni).

Fonologia:

- Studio del **sistema linguistico** di una lingua:
 - **Fonemi** linguistici (vocali e consonanti con funzione distintiva nella lingua)
 - **Fonotassi** della lingua (quali suoni possono combinarsi in sequenze linguistiche)

Fono: entità fisica, la cui realizzazione e percezione sono spiegabili studiando le caratteristiche del sistema fonatorio ed uditivo.

- Se un fono ha valore distintivo (ovvero, permette di distinguere due segni diversi vedi proprietà del segno), allora è un **fonema**: unità che non ha significato di per sé, ma contribuisce a differenziare dei significati.

I suoni delle lingue

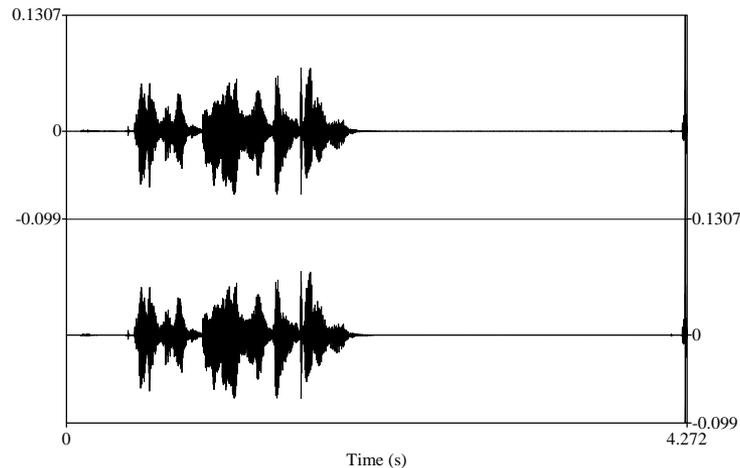
- Il significante linguistico è fisicamente costituito da un segnale acustico che si presenta come continuo e dotato di una sua estensione nel tempo (Proprietà del segno: linearità, slide lezione 2)
- Tale sequenza di suoni, che non ha una forma del tutto invariante nelle sue realizzazioni particolari, è decodificata come un insieme di unità discrete e distinte, che permettono di riconoscere i diversi segni
- Il livello fonetico/fonologico di analisi indaga questo rapporto

Il segno linguistico è lineare

- **Linearità** = estensione nel tempo: in un segno linguistico i suoni vengono emessi uno di seguito all'altro

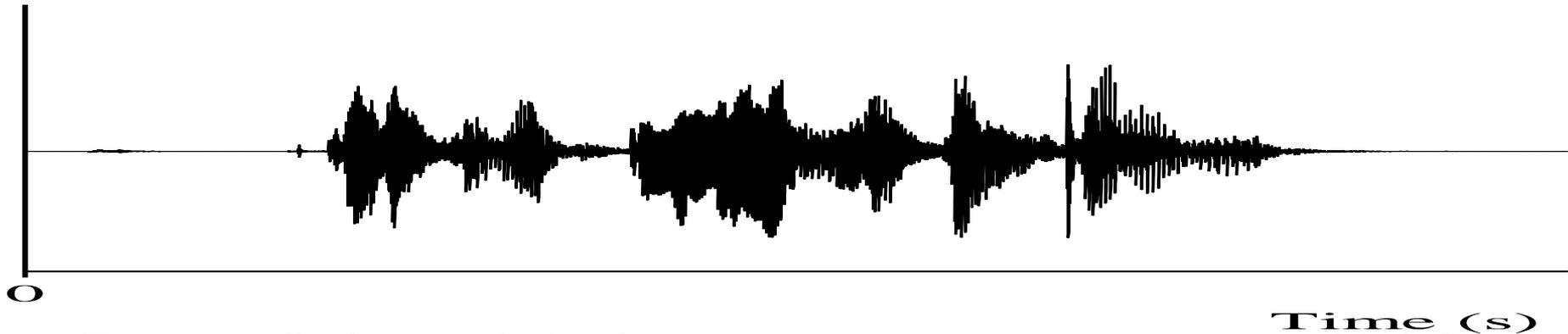
c a n e
→
[ˈka:ne]

- Il suono è continuo
- 'Questa mattina ho visto un cane' →



Il segno linguistico è continuo

- Non ci sono delle interruzioni tra i vari elementi fonici che costituiscono una parola, e nemmeno tra parola e parola.



- Eppure gli elementi che lo compongono vengono percepiti dal parlante come discreti e distinti
- Questa possibilità è dovuta a una proprietà acustica dei suoni linguistici o a una particolare abilità umana che permette questa scomposizione?

L'acustica dei segnali vocali

- I segnali acustici del linguaggio umano hanno caratteristiche particolari?
- Le caratteristiche **fisiche** dei suoni linguistici sono sufficienti a spiegare il modo in cui formano dei sistemi e la diversa diffusione di questi ultimi?

L'acustica dei segnali vocali

- Per definire le proprietà acustiche dei suoni linguistici è necessario sapere cosa sono le onde sonore:
 - Le onde sono causate dalle **vibrazioni** di una sorgente sonora, che **si propagano tramite un mezzo** da un punto ad un altro, trasportando energia
 - Il mezzo è la sostanza su cui si muove l'oscillazione (o vibrazione). E' costituito da una serie di particelle interagenti.
 - Nella maggior parte dei segnali linguistici, il suono è dato dalle **variazioni della pressione dell'aria** (ma potrebbe essere qualsiasi altro materiale) percepibili dall'orecchio umano.

L'acustica dei segnali vocali

- La vibrazione della sorgente acustica mette in movimento le molecole dell'aria.
- Le molecole si spostano nell'aria causando un'onda sonora.
- Se una fonte esterna causa lo spostamento di una particella, questa si sposta e va a colpire un'altra particella, poi torna nella sua posizione di equilibrio. E così via...

L'acustica dei segnali vocali

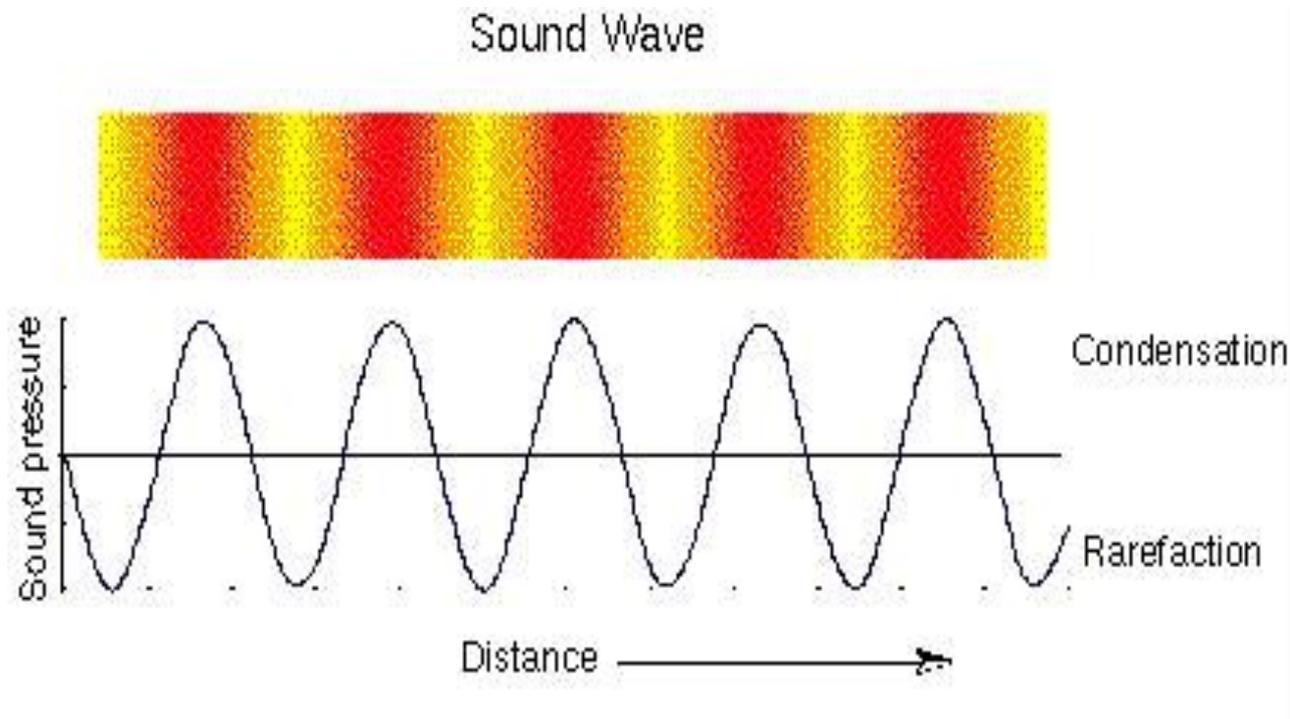
- Per il movimento longitudinale delle particelle d'aria, vi sono regioni in cui le particelle sono compresse ed altre in cui sono distanziate. Queste regioni sono dette rispettivamente **compressioni e rarefazioni**.
- L'orecchio umano è sensibile all'alternanza di fasi di alta e bassa pressione, in corrispondenza delle regioni di compressione e rarefazione dell'aria.

L'acustica dei segnali vocali

- Poiche' le oscillazioni di pressione rilevate avvengono ad **intervalli di tempo periodici e regolari**, possono essere rappresentate graficamente come una **curva sinusoidale** (vedi slide seguente).
- Nota: I **massimi** della curva corrispondono alle compressioni; I **minimi** corrispondono a rarefazioni; allo "zero" corrisponde la pressione dell'aria in stato di "quiete".

L'acustica dei segnali vocali

Rappresentazione grafica di un'onda sonora

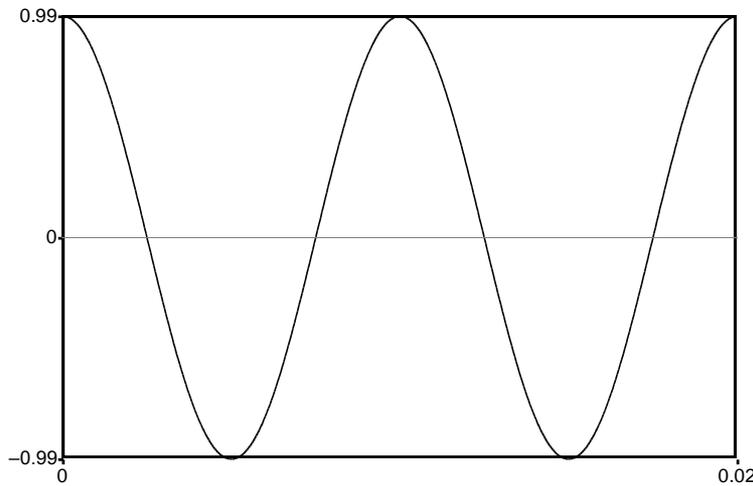


Fonte: <http://www.phon.ox.ac.uk/~jcoleman/intro2acoustics1.htm>

- Le particelle d'aria attraverso cui il suono si muove vibrano avanti e indietro ad una certa frequenza.
- La frequenza di un'onda e' la misura del numero di vibrazioni complete avanti e indietro di una particella per unita' di tempo.
 - Se una particella d'aria e' sottoposta a 1000 vibrazioni ogni 2 secondi, la frequenza dell'onda sara' di 500 vibrazioni al secondo.
- L'unita' di misura usata per la frequenza e' l' Hertz (Hz), in cui
 - 1 Hertz = 1 vibrazione/secondo

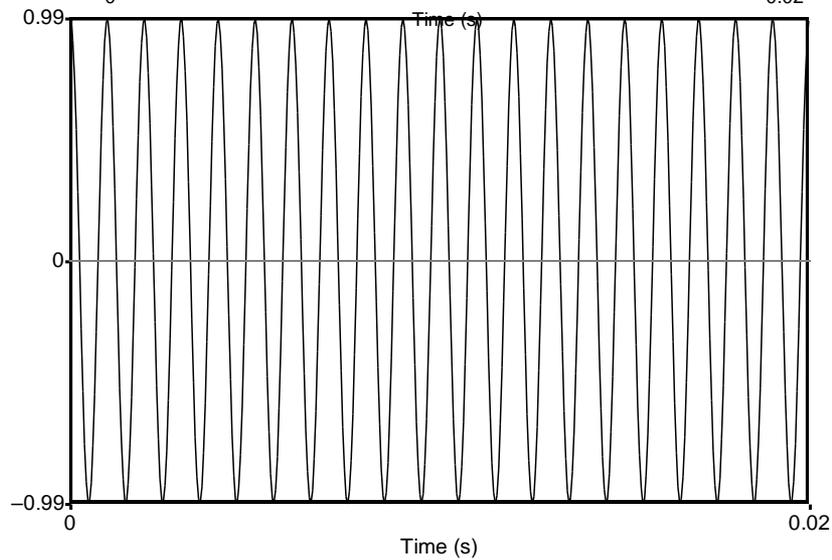
Frequenza

Bassa
frequenza



100 Hz

Alta
frequenza



1000 Hz

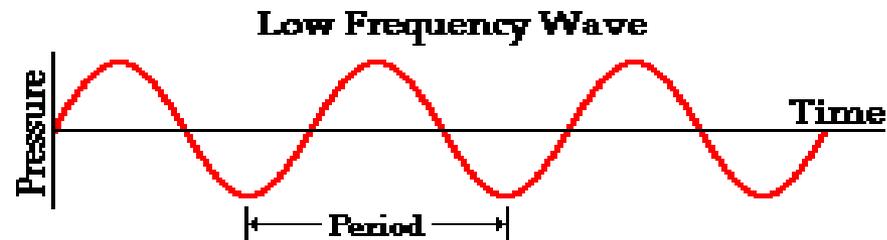
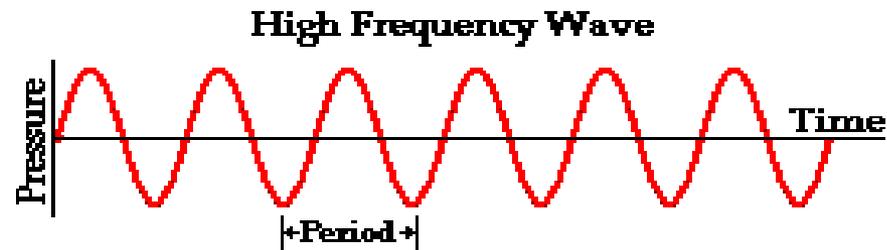
Frequenza e Altezza

- L'altezza (pitch) e' la proprieta' dell'onda sonora di essere percepita dall'orecchio umano.
- La percezione del suono e' collegata alla frequenza dell'onda sonora:
 - Un tono alto corrisponde ad un suono ad alta frequenza ed un tono basso ad una bassa frequenza

- Il periodo (T) dell'onda sonora e' il tempo impiegato per compiere un'oscillazione completa
- Il periodo e' l'inverso della frequenza $\longrightarrow T=1/f$
 - Se un corpo vibra con la frequenza di 10 cicli al secondo impieghera' 1/10 di secondo per compiere una singola oscillazione
- Il periodo di un'onda si trova misurando il tempo tra due punti di alta pressione o due punti di bassa pressione.

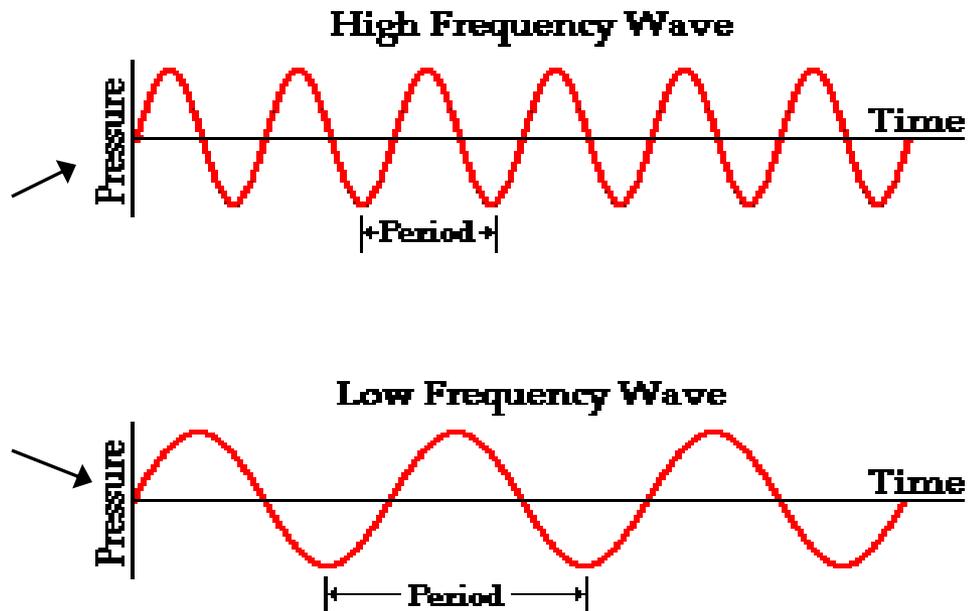
Frequenza e periodo

- Poiche' la frequenza e' il reciproco del periodo, a un'onda ad alta frequenza corrisponde ad un periodo breve; a un'onda a bassa frequenza corrisponde un periodo lungo.
- Esempio:



- L'**ampiezza** di un onda si riferisce allo spostamento massimo della particella d'aria dalla sua posizione di riposo.

Onde di uguale ampiezza
ma di frequenza diversa



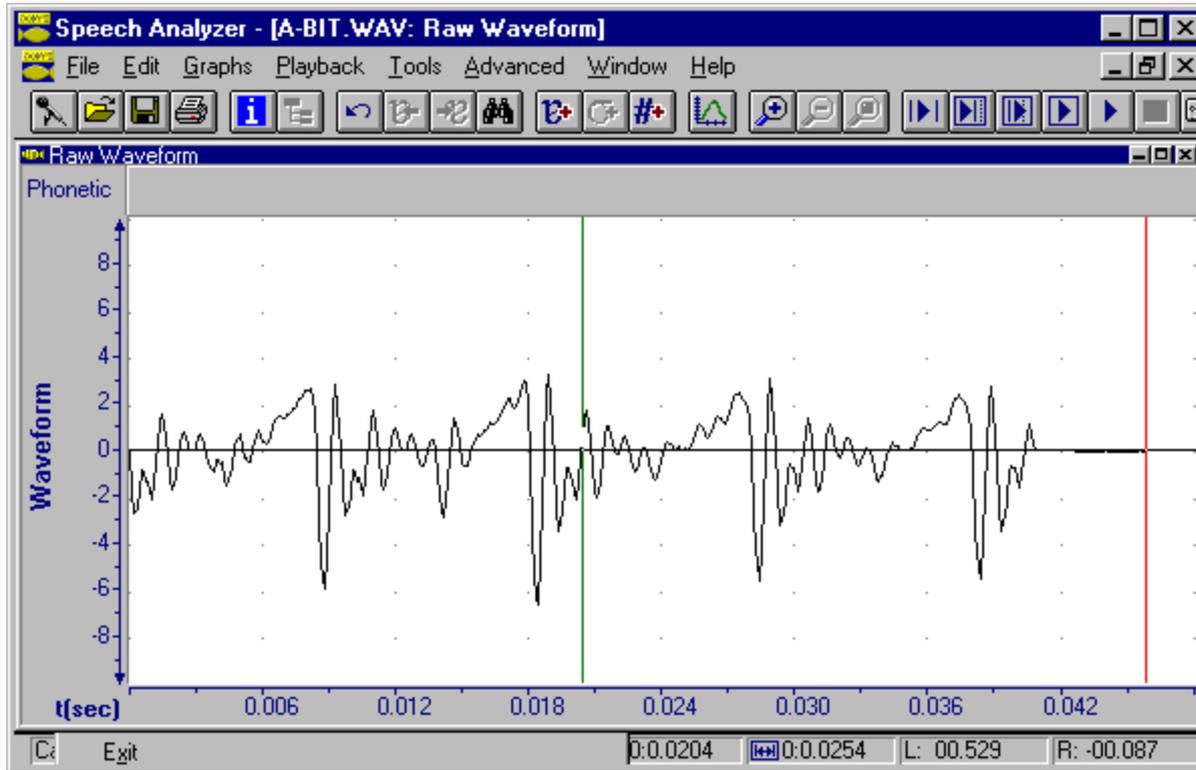
L'onda complessa

- Fino ad ora abbiamo considerato i suoni che provengono da una sola fonte
- Poniamo ora il caso che vi siano **più fonti sonore**, per esempio due diapason, che mettano in vibrazione **contemporaneamente** ma **con frequenze diverse** le particelle d'aria
- Che cosa sentiremo?

L'onda complessa

- Nel caso vi siano più onde sonore contemporaneamente, queste interferiscono tra loro **sommandosi**
- L'onda complessa ha:
 - Frequenza
 - Ampiezza
 - Fase (compressione o rarefazione)
 - delle onde che la compongono

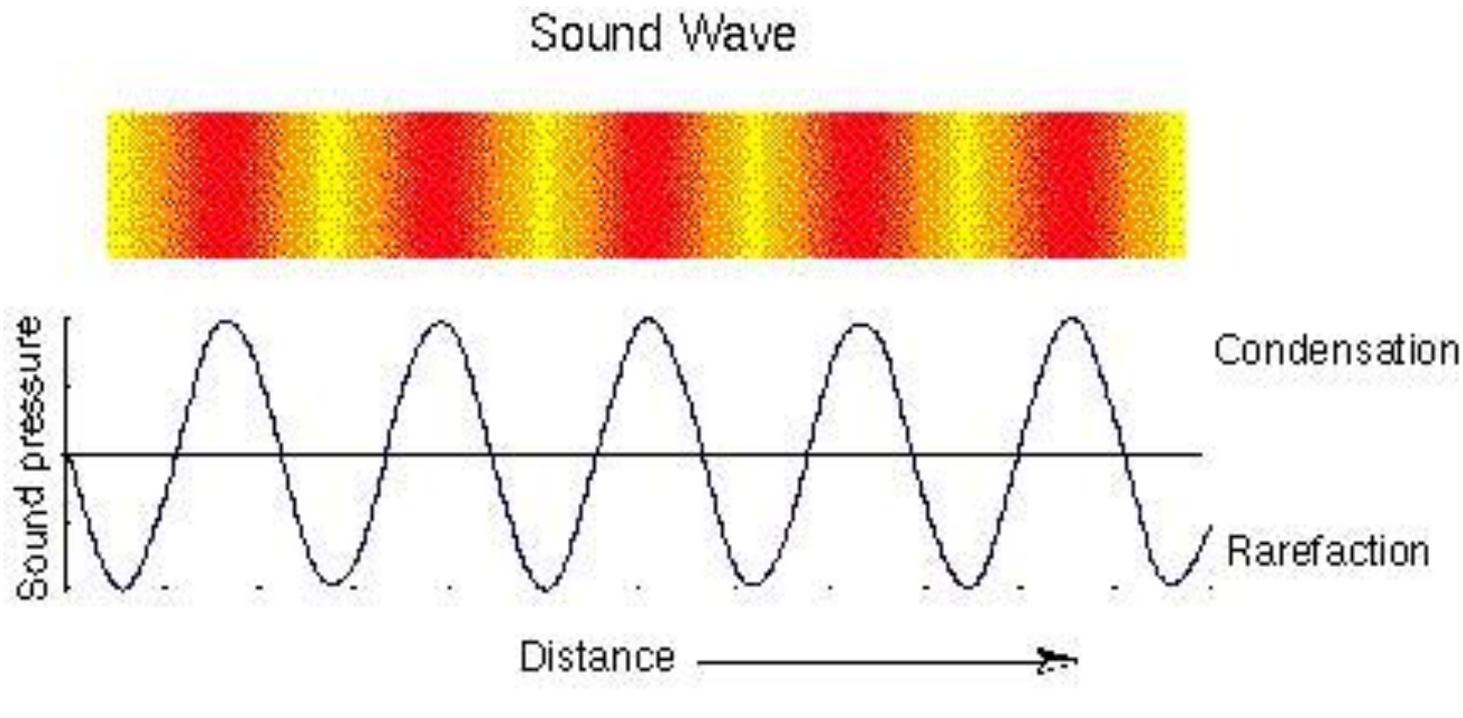
Un'onda complessa



L'onda complessa

- In ogni momento la pressione dell'onda sarà data dalla somma delle fasi di pressione di ogni singola onda. Quindi...
 - Le fasi di compressione (alta pressione) di un'onda cancelleranno le fasi di rarefazione (bassa pressione) dell'altra onda
 - Le fasi di compressione di un'onda rafforzeranno quelle dell'altra
 - Le fasi di rarefazione di un'onda rafforzeranno quelle dell'altra

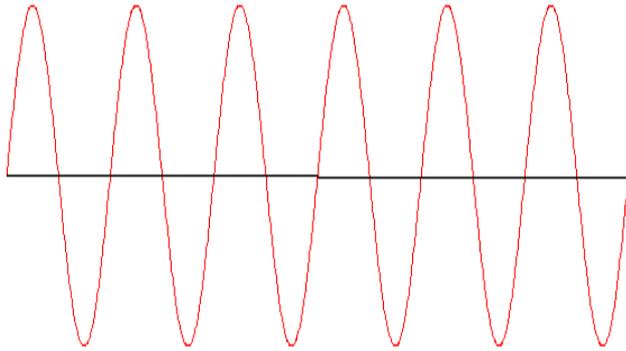
Onda sonora semplice



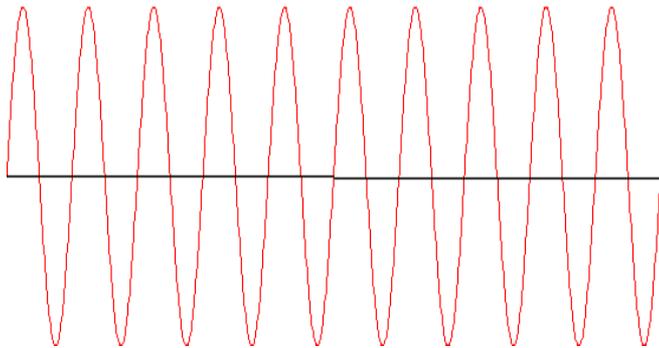
Fonte: <http://www.phon.ox.ac.uk/~jcoleman/intro2acoustics1.htm>

Onda sonora complessa

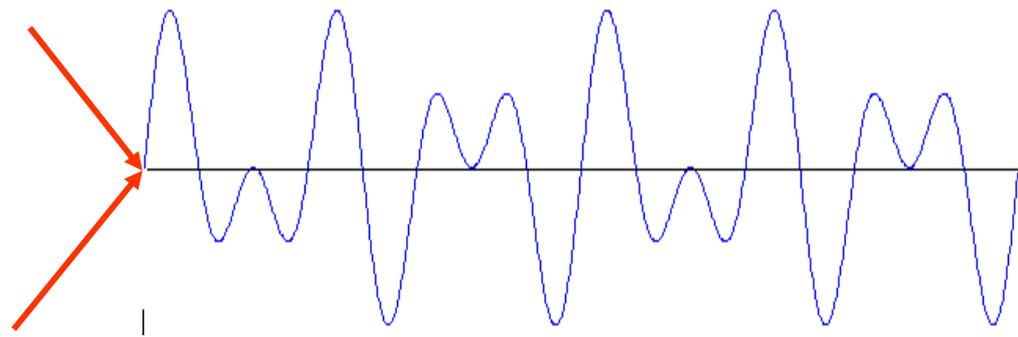
Un Esempio



Onda a 300 Hz



Onda a 500 Hz



Onda risultante

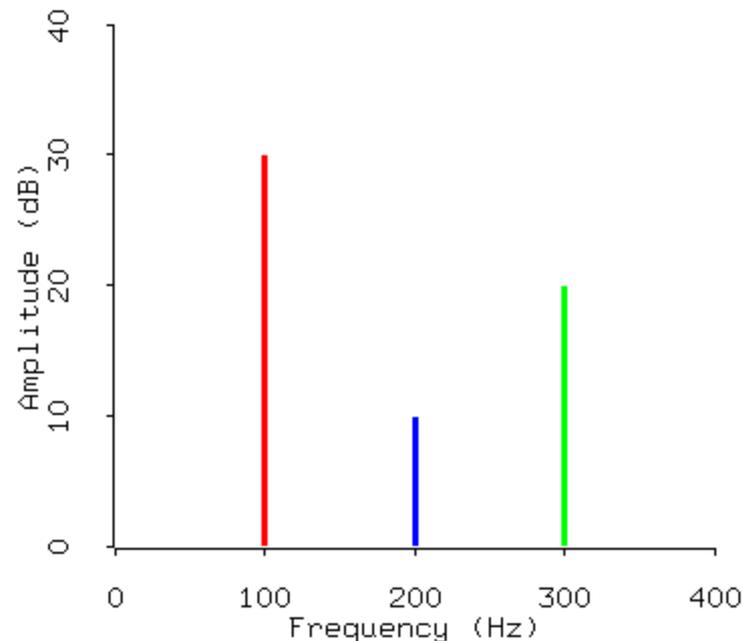
Onda sonora complessa

- Ogni onda complessa può essere scomposta nelle sue onde componenti tramite l'analisi di Fourier (in caso di segnali FFT)

Onda sonora complessa

- L'informazione sulla frequenza ed ampiezza dell'onda può essere visualizzata con un digramma a spettro.

- Ogni onda semplice viene rappresentata con una linea verticale.
- La posizione orizzontale della linea indica la frequenza dell'onda
- L'altezza della linea rappresenta la sua ampiezza.

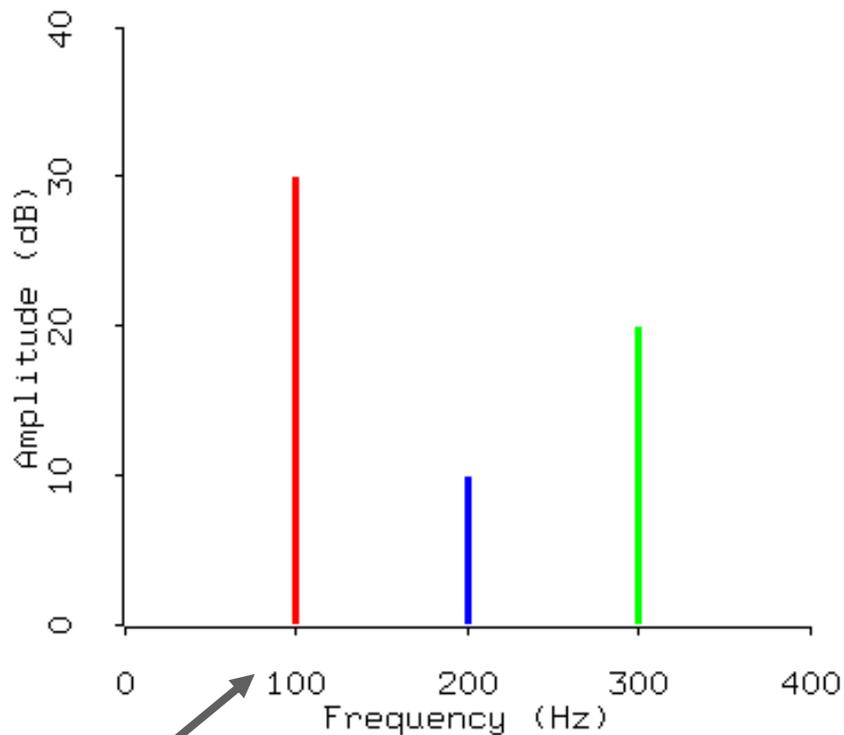


Onda sonora complessa

Frequenza fondamentale e armoniche

- Ogni onda componente l'onda complessa e' caratterizzabile da una certa frequenza e ampiezza.
- La frequenza dell'onda componente che ha la frequenza piu' bassa e' detta **frequenza fondamentale** (F_0) o prima armonica.
- Le altre onde componenti hanno frequenza multipla della frequenza fondamentale e vengono definite **seconda armonica, terza armonica, ecc.**

Frequenza fondamentale e armoniche

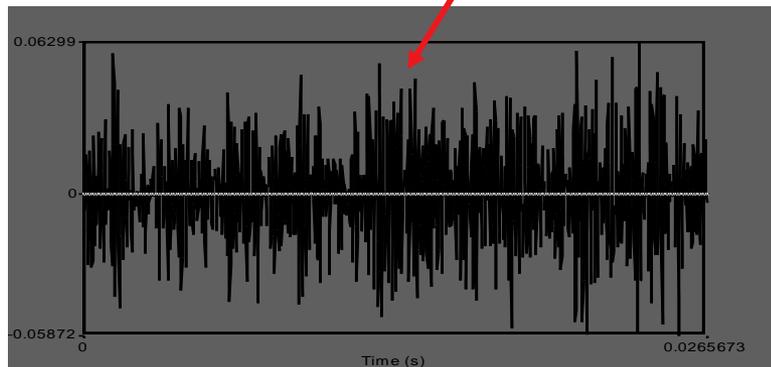
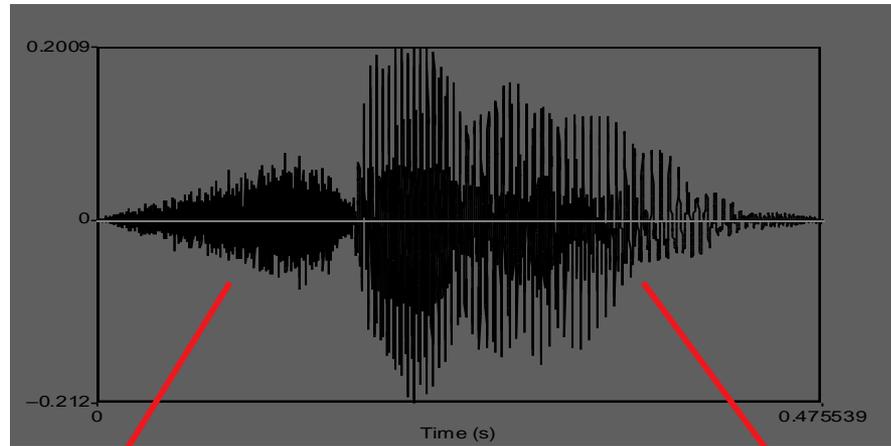


frequenza
fondamentale (F_0)
(prima armonica)

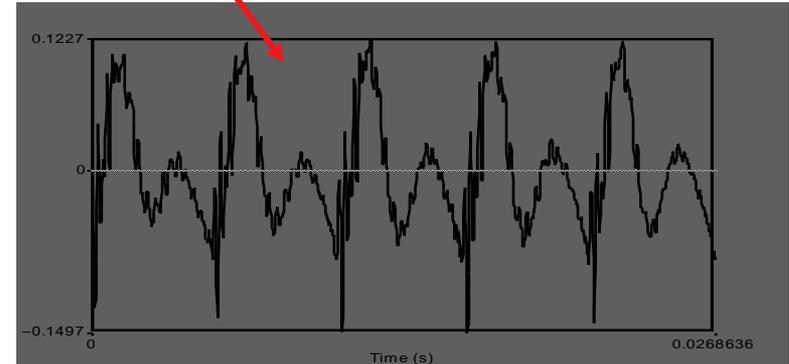
2a e 3a
armonica

Onda sonora complessa

Per l'analisi linguistica ci interessa scomporre le onde complesse...



Onda complessa aperiodica
(= che non si ripete)



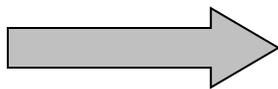
Onda complessa periodica
(= che si ripete)

L'onda del segnale vocale

- L'onda sonora relativa ai segnali linguistici comprende una parte aperiodica e una parte periodica.
- La parte periodica corrisponde all'onda prodotta dalle vibrazioni delle corde vocali
- La frequenza fondamentale (F_0) dell'onda vocale corrisponde al numero di oscillazioni della corde vocaliche nell'unita' di tempo.
- L'onda prodotta dalle corde vocali, prima di venir modificata dal tratto vocalico, viene chiamata anche onda glottidale.

La frequenza fondamentale

- La frequenza fondamentale viene percepita come tono della voce (timbro vocalico)
- Il valore di F_0 dipende dalle caratteristiche anatomiche del parlante (es. spessore e lunghezza delle corde vocaliche) e dalla pressione ipoglottidale.
 - Piu' spesse e lunghe sono le pliche, piu' bassa e' la frequenza di vibrazione



Il tono della voce di un bambino e' piu' alto di quello di una donna

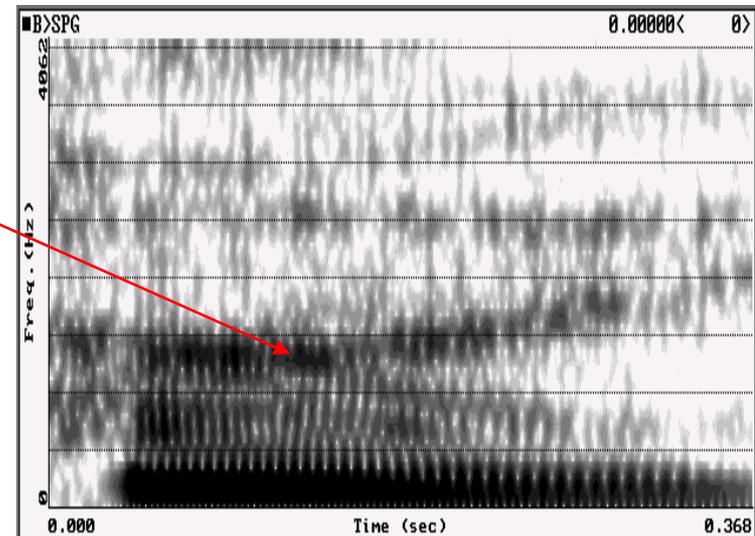
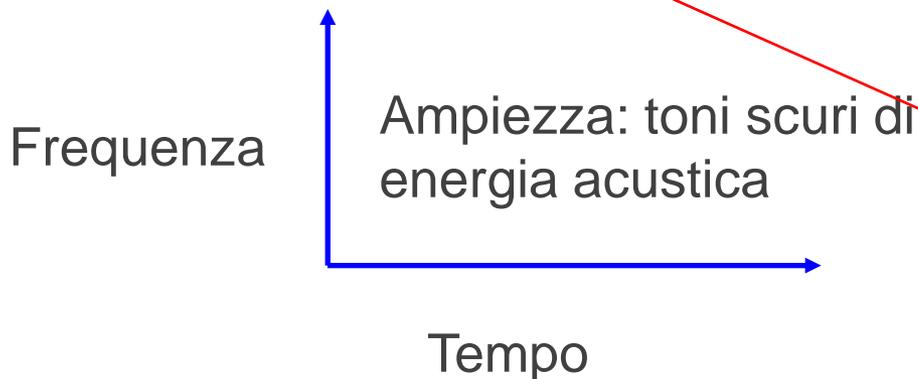
Quella di una donna e' piu' alto di quella di un uomo

Rappresentazione grafica dei segnali vocali

- Nel parlato lo spettro cambia continuamente. I cambiamenti dello spettro devono essere visualizzati nel tempo
- A questo scopo si usano **gli spettrogrammi**.
 - Negli spettrogrammi, la linea orizzontale rappresenta il tempo da sinistra a destra e la linea verticale rappresenta gli aumenti di frequenza (dal basso verso l'alto)
- L'ampiezza e' una terza dimensione. Dovrebbe essere rappresentata su un piano perpendicolare al piano dell'asse del tempo delle frequenze sull'asse delle x. Per semplificare, gli spettrogrammi hanno adottato la convenzione di rappresentare l'ampiezza con scale di grigio (o di colore) (piu' scuro = piu' ampio).

Lo spettrogramma

- Gli spettrogrammi forniscono una rappresentazione del segnale vocale in cui la frequenza viene plottata sull'asse delle y ed il tempo sull'asse delle x
- L'ampiezza viene indicata con toni di colore piu' scuro
 - Le formanti sono evidenti sullo spettro come bande piu' scure (indicanti l'ampiezza)



L'acustica dei segnali vocali

- Come sono prodotte le differenze acustiche dei vari suoni linguistici? In che modo i segnali vocali sono prodotti dall'apparato fonatorio?
- Gli organi per la produzione del linguaggio sono gli organi dell'apparato articolatorio, o fonatorio, che vengono usati anche per la respirazione e la masticazione: nella fonazione si sfruttano l'emissione dell'aria polmonare e i movimenti di restringimento/apertura delle cavità orali e nasali

L'acustica dei segnali vocali

- L'aria che passa attraverso l'apparato fonatorio entra in vibrazione per effetto delle corde vocali e viene filtrata dagli altri organi articolatori

L'apparato fonatorio

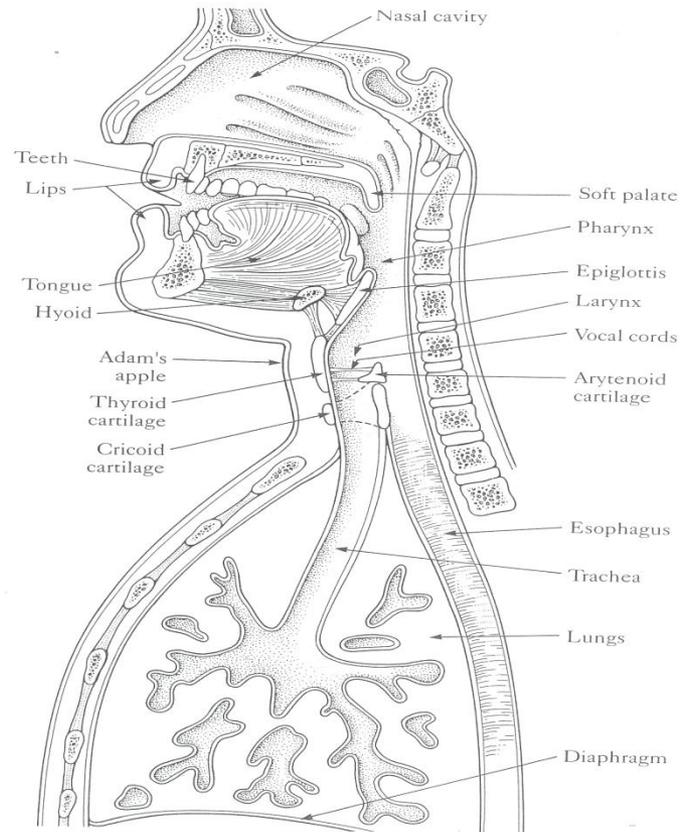


FIGURE 4.1 The human vocal organs.

La produzione di suoni linguistici

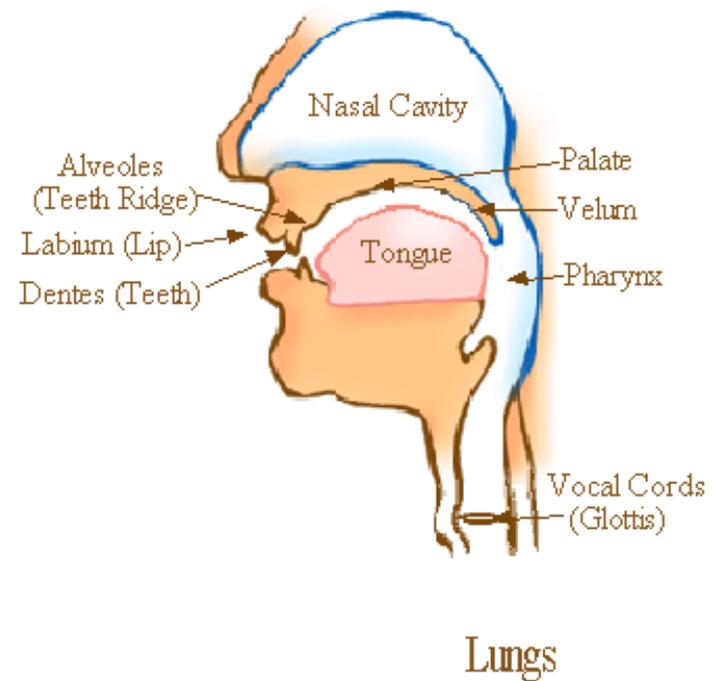
- I suoni linguistici sono prodotti dall'aria che esce dai polmoni e attraversa la gola, il naso e la bocca. Il flusso d'aria in uscita dai polmoni viene modificata dalla diversa conformazione della bocca, dovuta ai diversi movimenti articolatori.
- Le modificazioni del tratto vocale agiscono da filtro e fanno risuonare l'aria in modi diversi.
- L'apparato fonatorio produce onde complesse:
 - La frequenza delle onde componenti e' determinata dalla sorgente
 - L'ampiezza delle componenti e' determinata dal filtro

La produzione di suoni linguistici

- Direzione del flusso d'aria
 - egressiva o ingressiva
- Produttore della spinta iniziale dell'aria
 - polmoni, laringe, lingua
- Posizione della glottide
 - sonorita', respirazione, bisbiglio, etc.
- Posizione del velo pendulo
 - determina suoni orali o nasali
- Modo e luogo di articolazione
 - determina modificazioni dell'aria nella cavita' orofaringea

La produzione di suoni linguistici

- La cavità' orale si estende dalla faringe alla bocca, e comprende:
 - Labbra
 - Denti
 - Alveoli
 - Palato duro
 - Palato molle o velo pendulo
 - Ugola o uvola
 - Punta (apice o lamina) della lingua
 - Dorso della lingua
 - Post dorso della lingua
 - Radice della lingua.



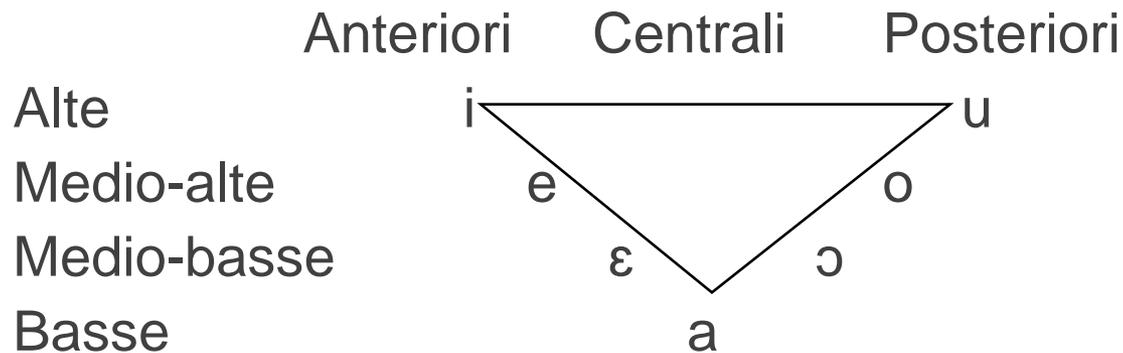
Diversi tipi di fono: vocali e consonanti

- **Vocale:** l'aria esce liberamente dal tratto vocalico senza incontrare ostacoli.
- **Consonante:** l'aria in uscita incontra un restringimento o una chiusura parziale o totale del tratto vocalico.

Articolazione delle vocali

- Libera fuoriuscita dell'aria
 - La lingua non oltrepassa una linea immaginaria ad una certa distanza dal palato (oltre tale limite il restringimento provocherebbe un suono consonantico)
- Una maggiore vicinanza o distanza della lingua dal palato determina vocali **'alte'** o **'basse'**.
- Posizioni avanzate o arretrate della lingua determinano vocali **'anteriori'** o **'posteriori'**.
- Le **labbra** possono essere **arrotondate** o **non arrotondate**

Le vocali dell'italiano



Per indicare i foni in maniera non equivoca, si usano i simboli dell'alfabeto fonetico internazionale (IPA).

- Parametri:
 - Posizione orizzontale della lingua: anteriore – centrale – posteriore
 - Posizione verticale della lingua: alta – medio alta – medio bassa – bassa
 - Posizione delle labbra: arrotondate – non arrotondate

Le vocali dell'italiano

[a] centrale, bassa, non arrotondata albero

[ɛ] anteriore, medio bassa, non arrotondata merce

[e] anteriore, medio alta, non arrotondata seta

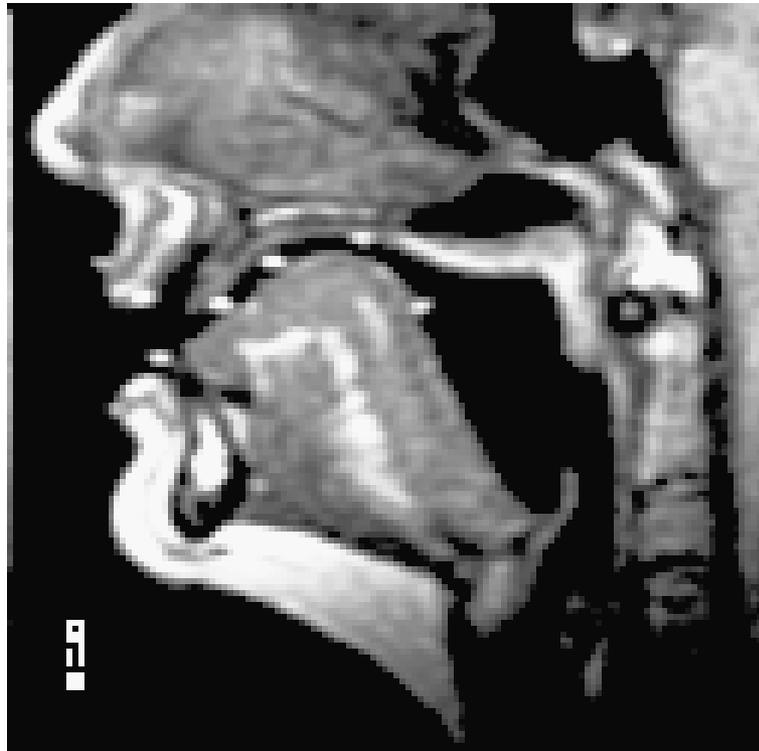
[i] anteriore, alta, non arrotondata zitto

[u] posteriore, alta, arrotondata stufa

[o] posteriore, medio alta, arrotondata ponte

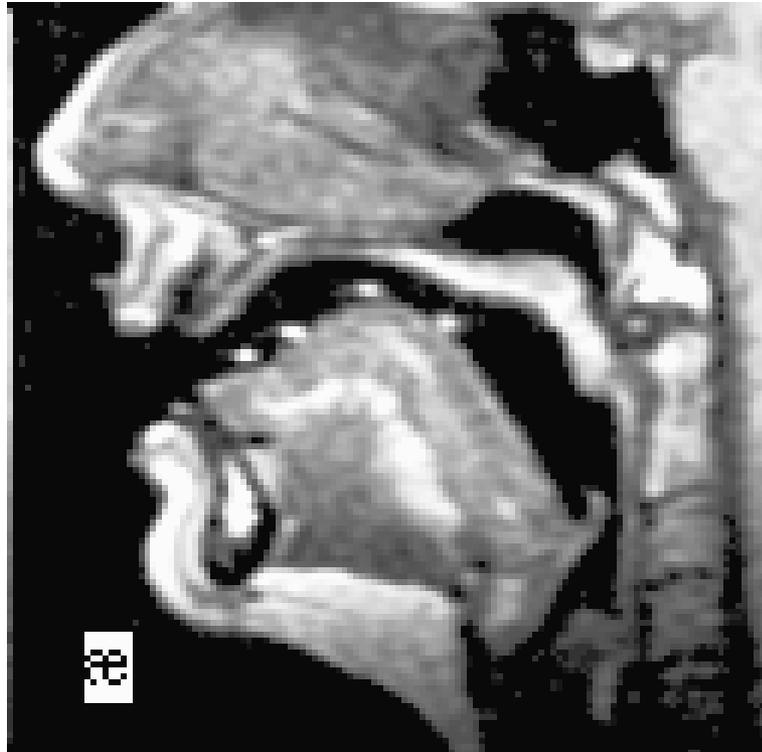
[ɔ] posteriore, medio bassa, arrotondata cosa

[i] anteriore, alta, non arrotondata: zitto

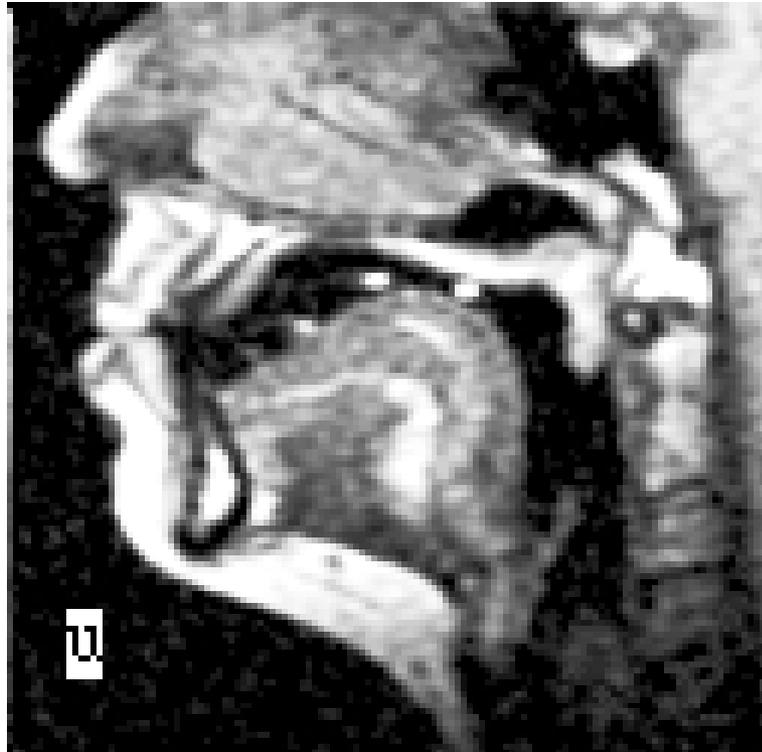


[æ]

Anteriore,
bassa, non
arrotondata.
Non presente in
italiano, ma per
esempio
ingl: 'cat'

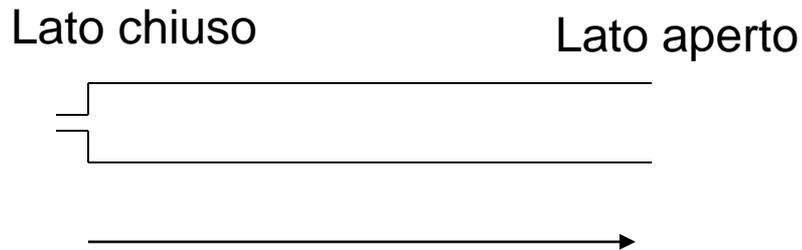


[u] [u] posteriore, alta, arrotondata stufa



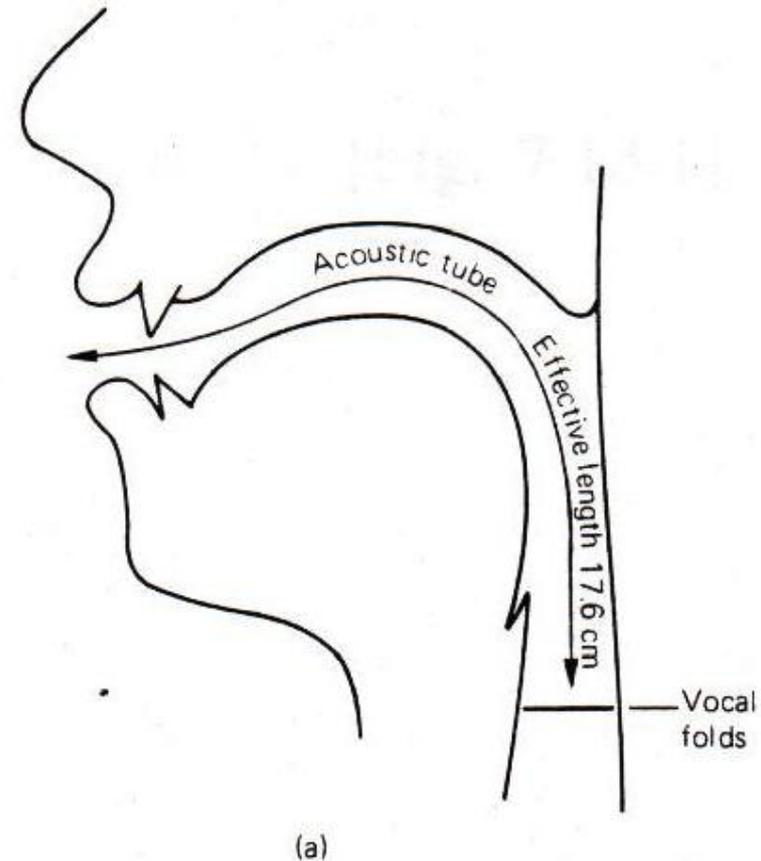
Acustica delle vocali

- Il tratto vocalico assomiglia ad un tubo aperto



Lunghezza 17.5 cm.

- In un tubo di una data lunghezza, l'aria tenderà a vibrare alla frequenza della risonanza del tubo.



Acustica delle vocali

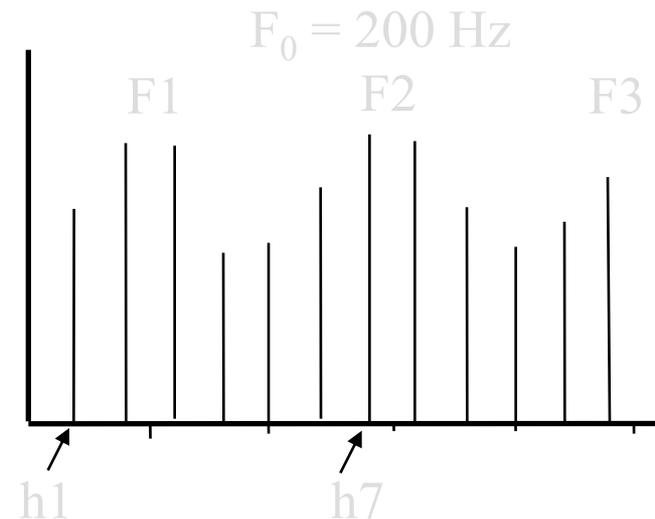
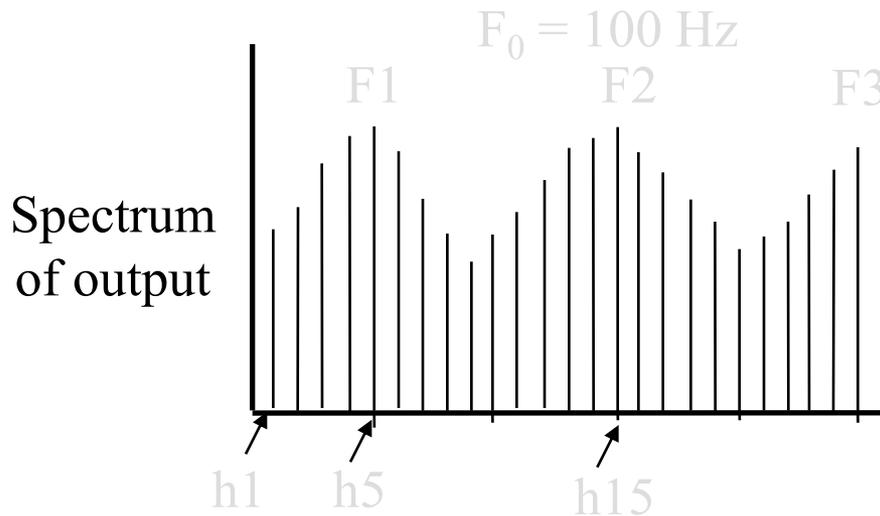
- Frequenze in posizione 'neutra'
- Per un tubo aperto da un lato della lunghezza di circa 17 cm, le Le frequenze naturali sono 500 Hz, 1500 Hz, 2500 Hz, 3500 Hz (corrispondono al suono di una [ə]).

Le formanti vocaliche

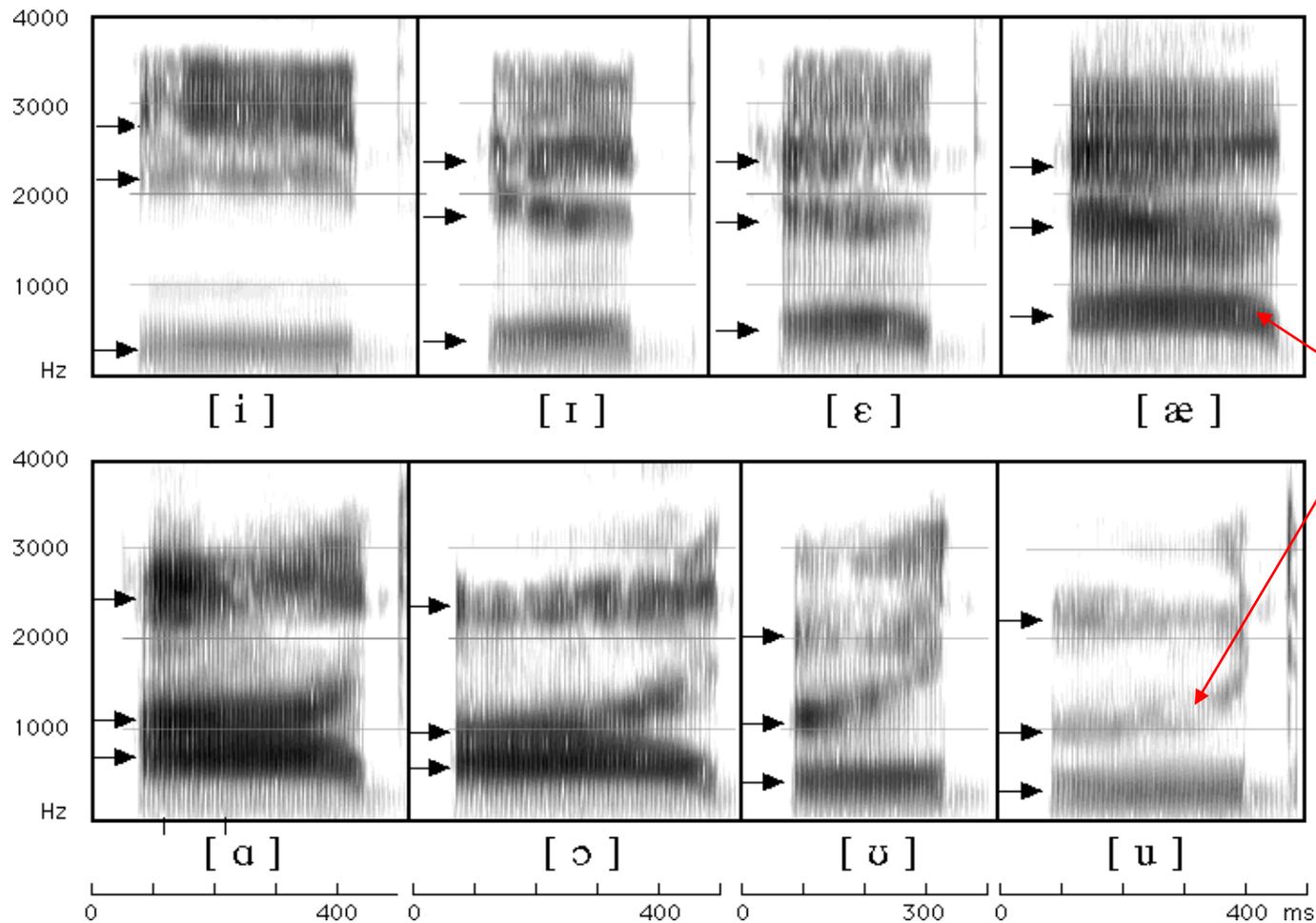
- Le frequenze naturali di risonanza del tratto vocalico sono dette **formanti** (anche dette frequenze formantiche)
- Le formanti caratterizzano acusticamente le diverse vocali
- Per ogni vocale si individuano delle frequenze di risonanza tipiche, denominate **prima formante (o F1)**, **seconda formante (o F2)**, **terza formante (o F3)**, ecc.
- Le formanti sono **determinate dalla configurazione del tratto vocalico**.
 - A diverse posizioni della lingua, delle labbra e del velo nella produzione delle vocali corrispondono diverse frequenze formantiche

Le formanti vocaliche

- Precisamente:
 - Le **vibrazioni delle corde vocali determinano la frequenza fondamentale (F0)**
 - **F0** determina la **frequenza delle formanti** (le armoniche sono multipli di F0)
 - La **configurazione del tratto vocalico determina l'ampiezza delle armoniche**



Le formanti vocaliche



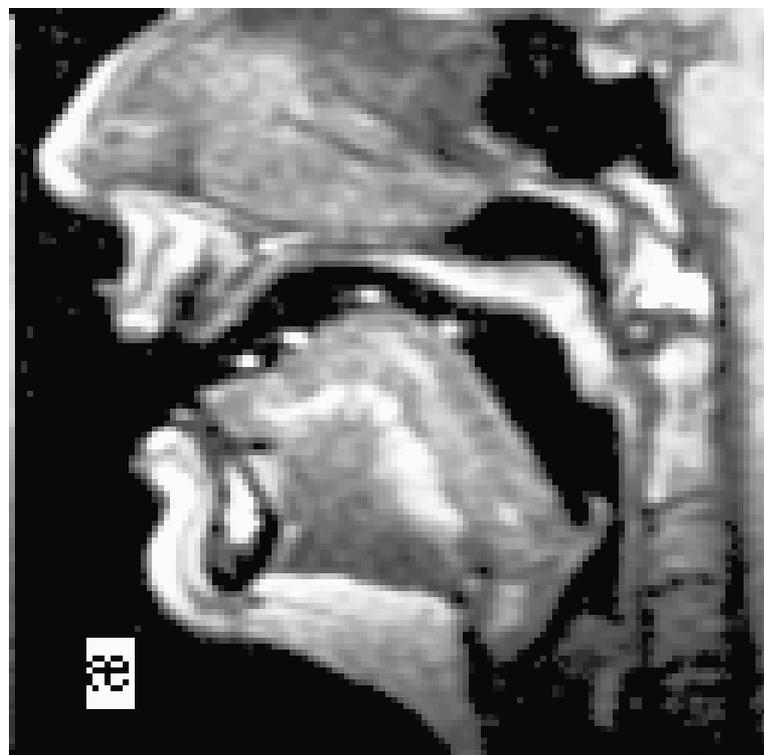
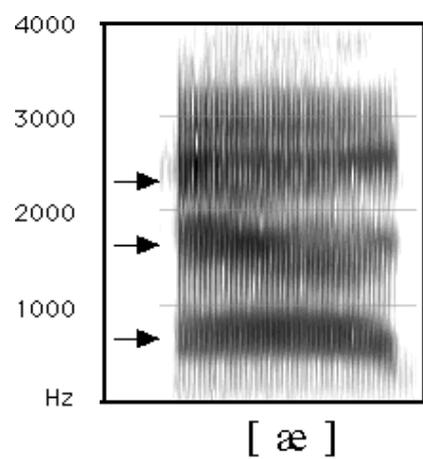
Le 'bande formantiche delle diverse vocali sono chiaramente visibili

Parole: heed, hid, head, had, hod, hawed, hood, who'd

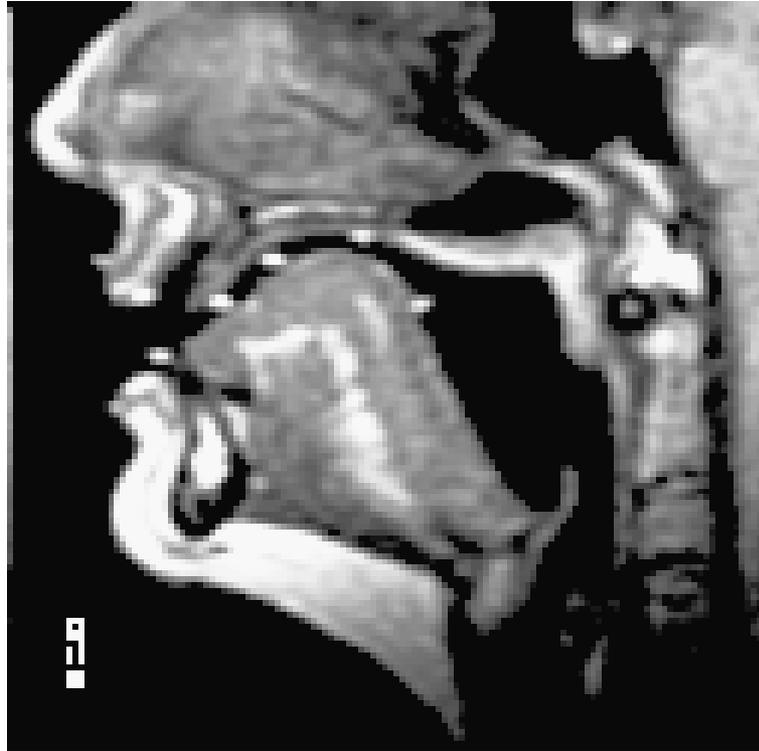
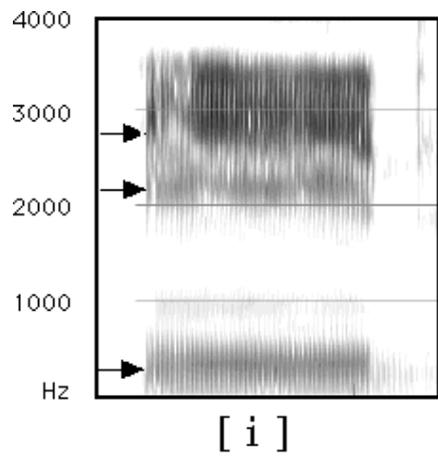
Relazione con l'articolazione

- La **prima formante (F1)** e' direttamente correlata all'**altezza vocalica**: maggiore e' l'altezza vocalica minore e' F1
 - [i], [u] hanno valori di F1 attorno ai 300 Hz
 - [a] ha valori di F1 attorno ai 700 Hz
- La **seconda formante (F2)** e' inversamente correlata all'**anteriorita' vocalica**: piu' anteriore e' la vocale maggiore e' F2
 - [i] ha valori di F2 attorno ai 2200 Hz
 - [u] ha valori di F2 attorno ai 850 Hz

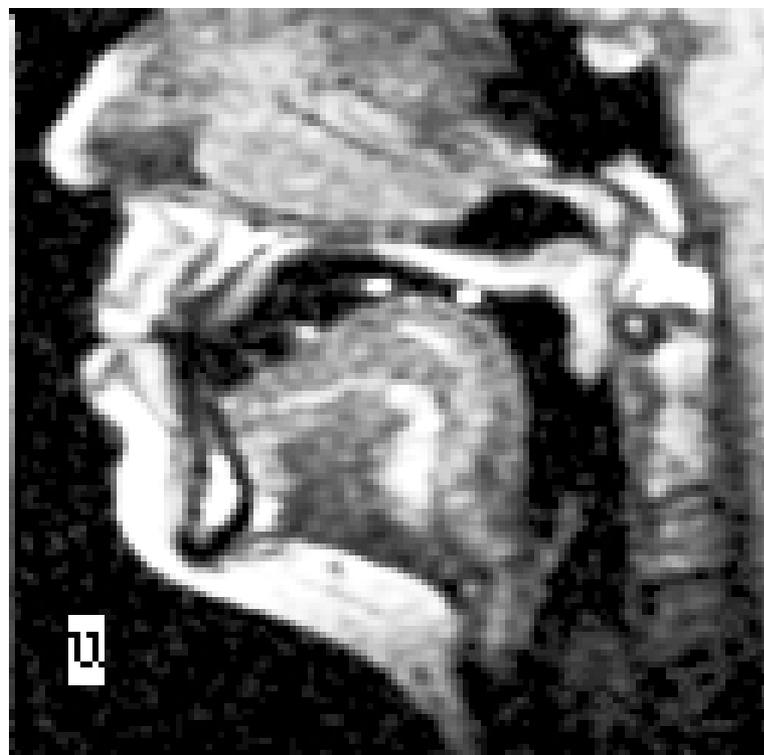
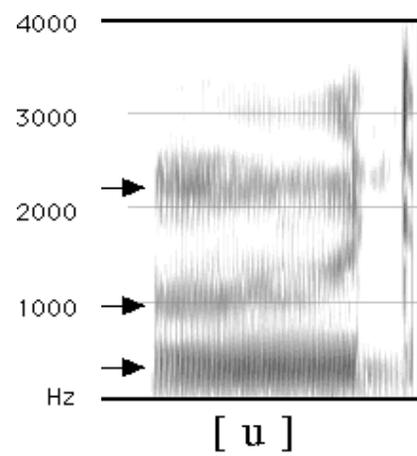
[æ]



[i]



[u]



Segnale acustico e percezione linguistica

- Le diverse posizioni degli articolatori nell'apparato fonatorio permettono di produrre suoni acusticamente differenti
- Nel caso delle vocali, queste differenze dipendono dall'ampiezza di alcune armoniche, dette formanti, precisamente F1 e F2
- Queste differenze acustiche sono sufficienti per discriminare i suoni?

Segnale acustico e percezione linguistica

- La percezione vocalica:
- Le bande formantiche riflettono le caratteristiche articolatorie delle vocali
- Acusticamente, le formanti contraddistinguono le vocali
- Il parlante/ascoltatore e' in grado di identificare le vocali sulla base delle loro caratteristiche acustiche.

Segnale acustico e percezione linguistica

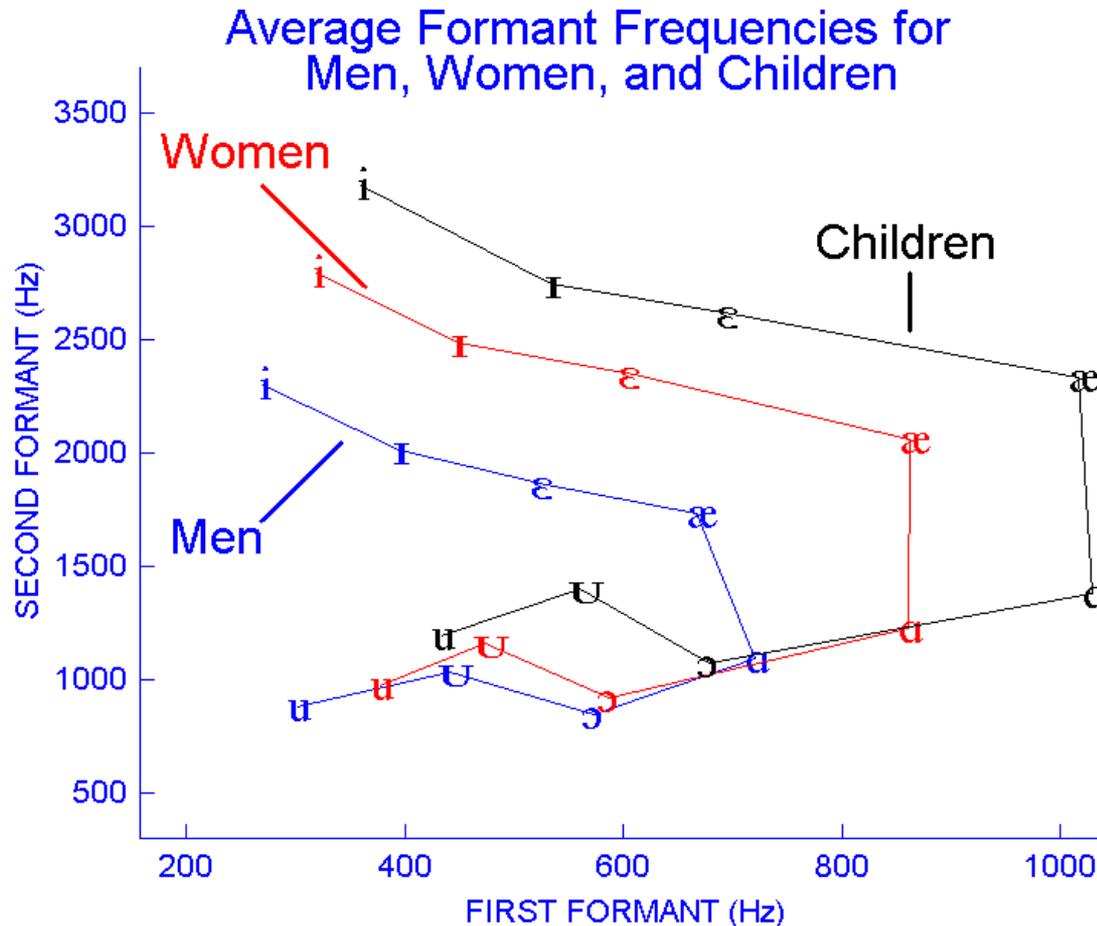
- Diversi parlanti, diverse frequenze
- Per ogni vocale, il valore delle frequenze formantiche e' un multiplo del valore della frequenza fondamentale.
- Poiché, ogni individuo ha una sua frequenza fondamentale, che gli deriva dalla propria conformazione anatomica della laringe e delle corde vocali, i valori delle frequenze formantiche delle vocali sono diversi da individuo a individuo.

Segnale acustico e percezione linguistica

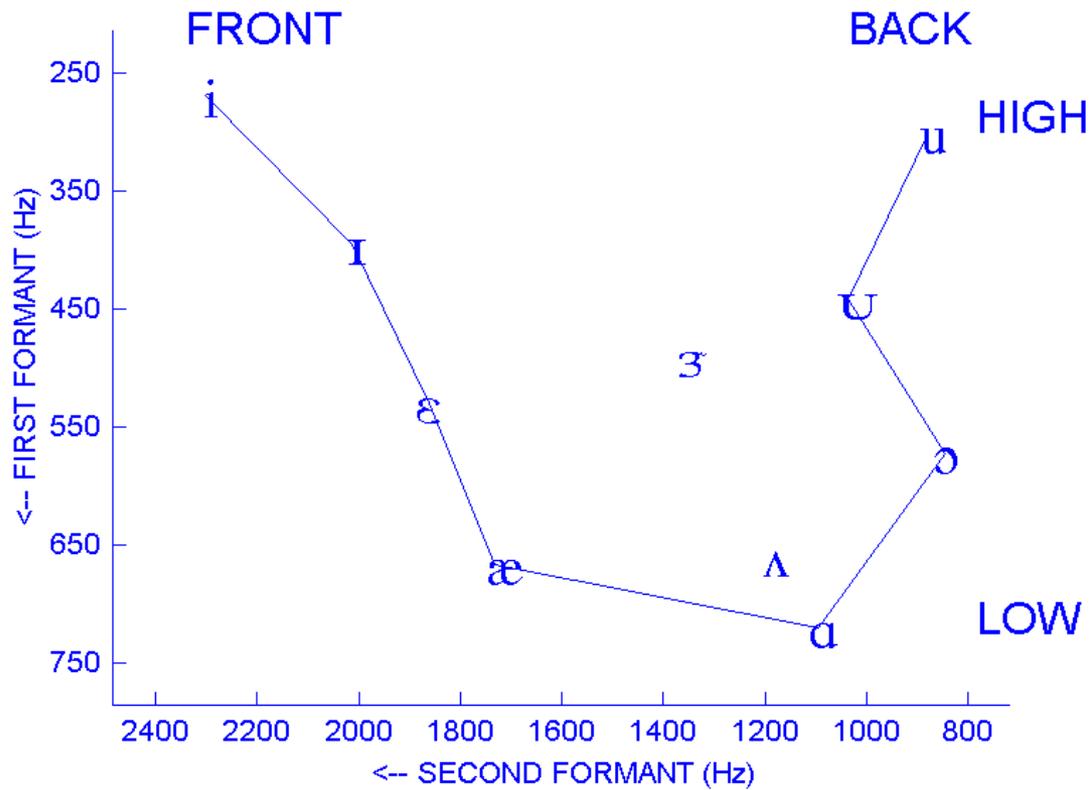
- Confrontando i valori di F1 ed F2 di uomini, donne e bambini, si vede che le donne hanno valori di F1 e F2 piu' alti rispetto agli uomini, e che I bambini hanno valori piu' alti delle donne
 - Cio' e' dovuto al fatto che in genere le donne hanno tratti vocalici meno lunghi di quelli degli uomini, e I bambini hanno tratti vocalici meno lunghi di quelli delle donne.

Segnale acustico e percezione linguistica

Vocali di uomini, donne e bambini



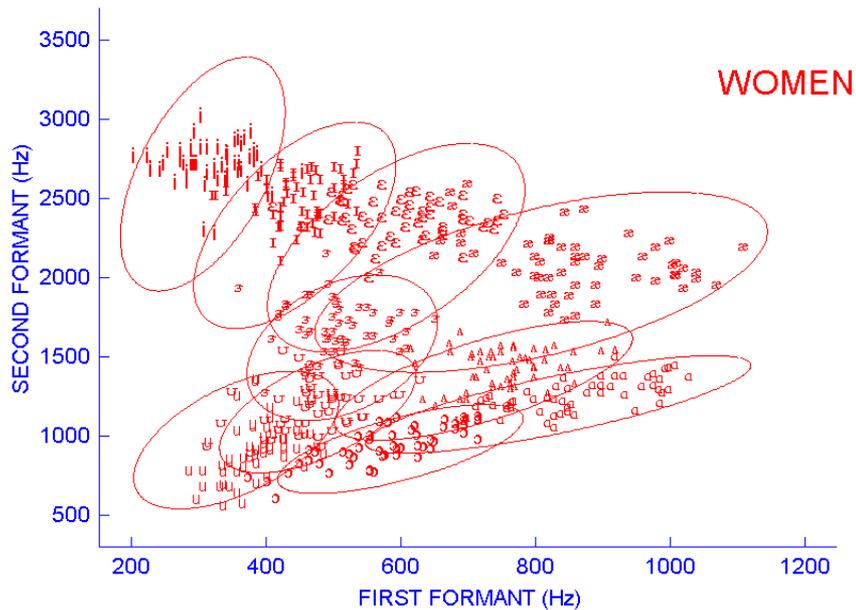
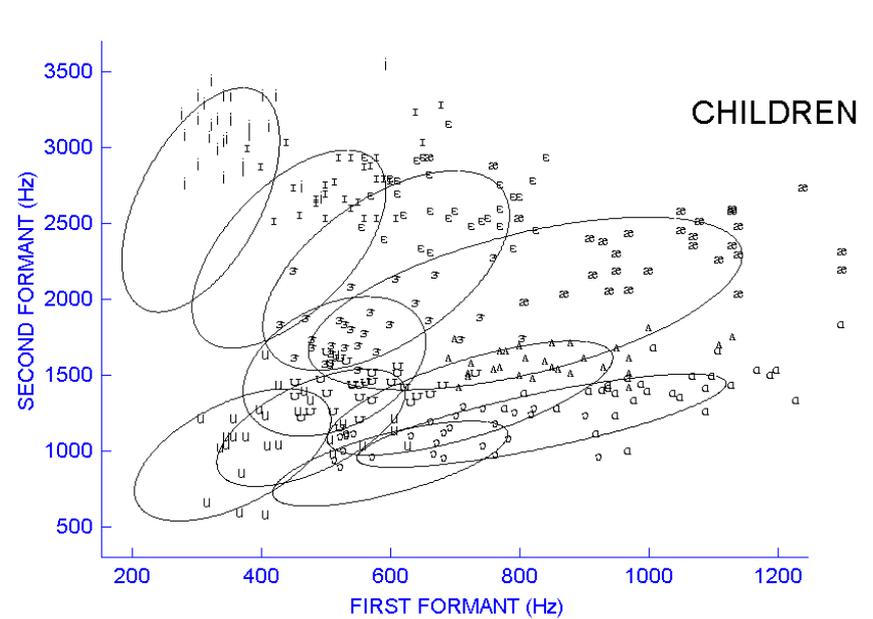
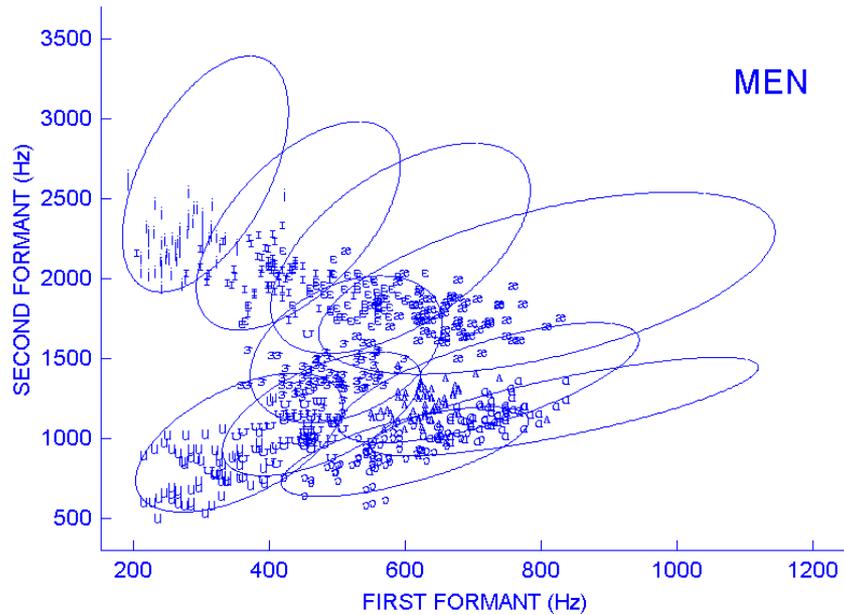
Rappresentazione F2 vs F1 dei dati medi vocalici per parlanti adulti maschi secondo Peterson & Barney, 1952



Fonte: <http://homepages.wmich.edu/~hillenbr/204.html>

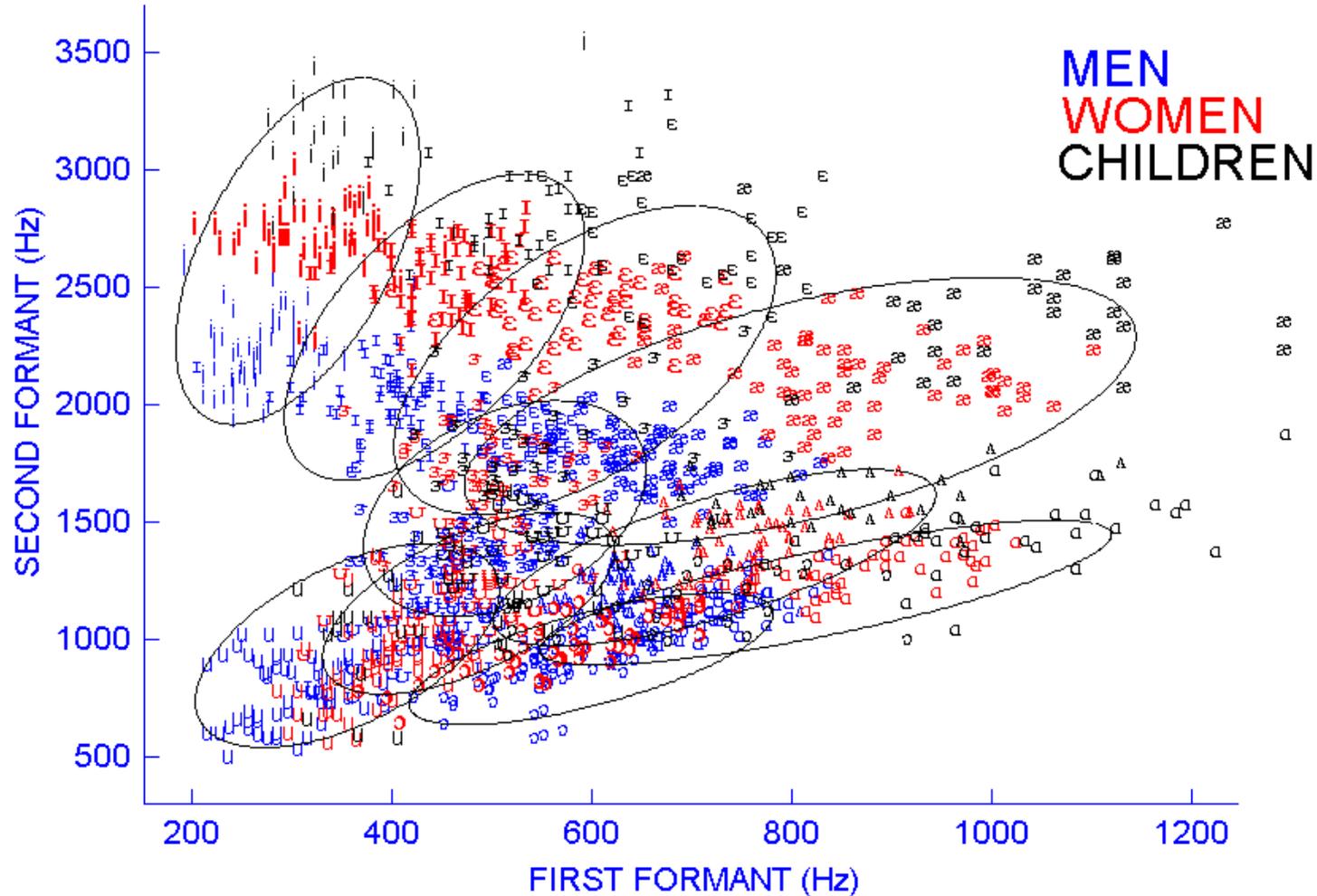
Segnale acustico e percezione linguistica

- Peterson e Barney (1952) studiarono le vocali dell'Inglese Americano prodotto da uomini, donne e bambini ed analizzarono la loro distribuzione nello spazio vocalico.
- Sebbene ciascuna vocale fosse concentrata in un'area specifica, c'era anche una discreta **sovrapposizione** delle vocali con valori formantici adiacenti.



Diagrammi delle aree vocaliche
in parlanti americani uomini,
donne e bambini secondo
Peterson and Barney, 1952

Dati del grafico precedente ma plottati su un unico diagramma



Segnale acustico e percezione linguistica

- Differenze tra parlanti diversi → variabilità nel segnale
- Il segnale acustico e' un segnale molto complesso, caratterizzato da una **grandissima variabilità intra e intersoggettiva** dovuta a:
 - Caratteristiche del parlante, coarticolazione, variazione allofonica, stile e velocità di eloquio, dialetto...
- Nonostante questa variabilità, la percezione linguistica avviene regolarmente
 - Alla base del processo di percezione linguistica c'è il riconoscimento di costanti a livello percettivo.

Segnale acustico e percezione linguistica

- Una teoria della percezione linguistica deve spiegare come:
 - i fonemi vengano percepiti come costanti a fronte dell'enorme variabilità acustica e
 - come vengano distinti anche quando a livello acustico possono occupare aree simili.

Percezione e variabilità

- Il fatto che percepiamo una costante a fronte della variabilità fenomenica è tipico solamente della percezione linguistica?
- **NO!** È un meccanismo che si applica anche ad altri ambiti della percezione e della cognizione umana

Percezione e variabilità

- Che cosa rappresentano tutte queste figure?



Percezione e variabilità

- Come riesce il parlante/uditore ad estrarre un messaggio linguistico da un segnale acustico variabile?
- Nonostante differenze particolari, ricondurre a un tratto generale



La mancanza di invarianza

- Non c'è un' unica rappresentazione acustica associata ad ogni fonema
- Lo stesso segnale acustico non viene percepito univocamente
- Segnali acustici diversi vengono percepiti in modo univoco

La necessità di un livello astratto

- Il segnale acustico e':
 - continuo: non presenta punti di discontinuità tra un fono e l'altro, se si tiene presente il livello acustico
 - Variabile: non sempre lo stesso fonema ha le stesse caratteristiche acustiche.
- Ma la percezione dei fonemi è **costante**

La necessità di un livello astratto

- Le caratteristiche acustiche dei suoni linguistici non sono sufficienti per spiegare come mai essi vengono percepiti in modo discreto e distinto
- È necessario ricondurre questa capacità a un'elaborazione 'astratta', che crei una rappresentazione generale delle varie istanze particolari: il livello del fonema e la fonologia

Sistemi di suoni: fonologia

1. Determinare **l'inventario fonologico** di una lingua
→ a una differenza di suono corrisponde una differenza di significato?
2. Determinare come i suoni si combinano insieme
(**combinazioni possibili, distribuzione**).
3. Determinare **come i suoni si modificano** in combinazione (s [s]+fortunato; s [z]+regolato).

- Inventario fonologico: **coppia minima**
- Combinazioni / cambiamenti: **regole fonologiche**
 - In quali contesti possono apparire i suoni, es:

Tra vocali	ora	V___V
Dopo consonanti	tra	t___
Inizio di parola	rana	#__V
Fine di parola	bar	___#

- Inventario fonologico: **coppia minima**

La coppia minima è una coppia di segni linguistici in cui le opposizioni di suono linguistico portano ad opposizioni di significato. (vedi: distintività). Le coppie minime sono distinte grazie all'opposizione di fonemi.

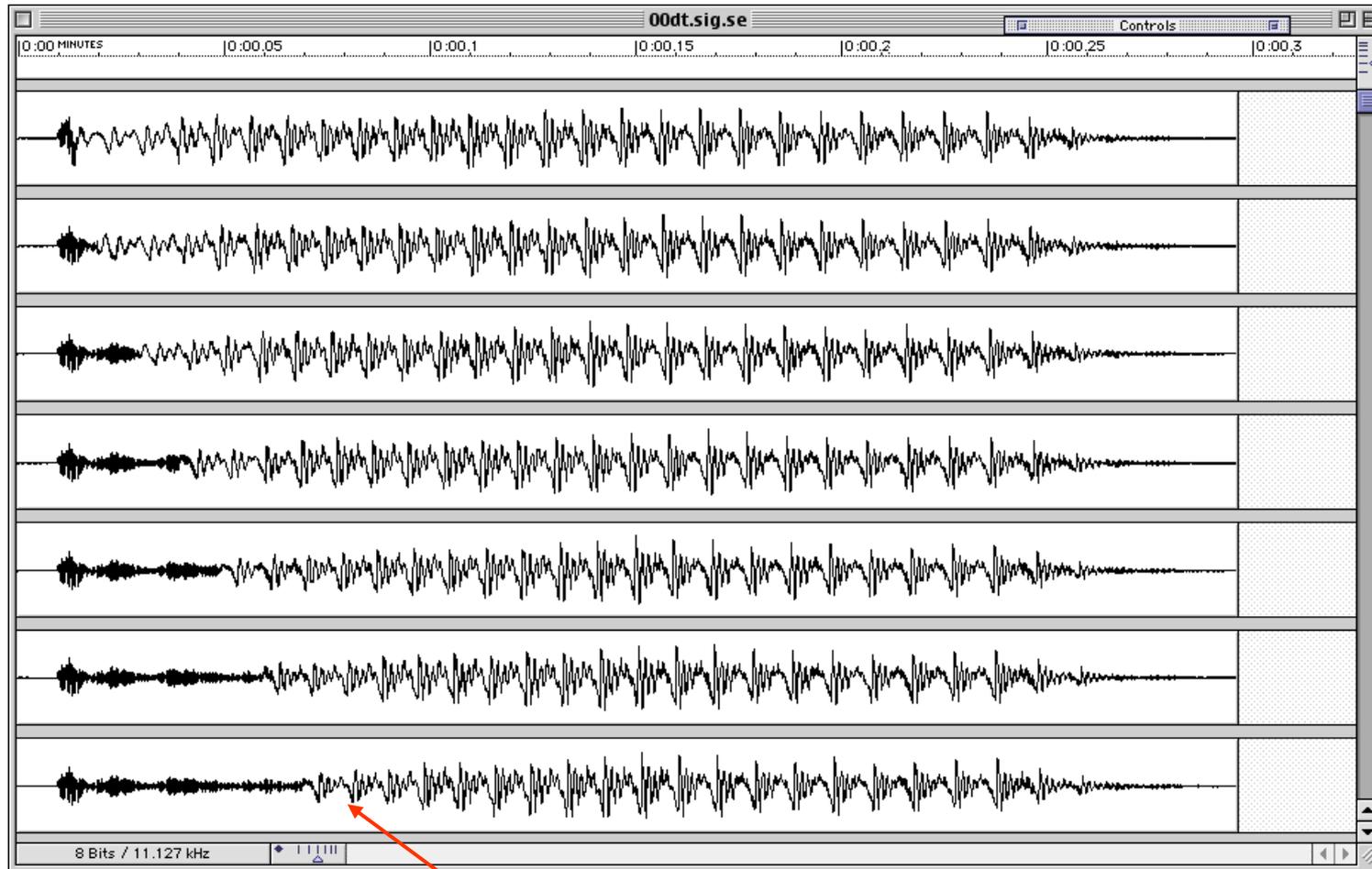
Percezione delle distinzioni tra fonemi: le consonanti

Percezione dei contrasti fonologici

La percezione delle consonanti

- *Voice Onset Timing = Inizio del Tempo della Sonorità
 - Indica l'intervallo di tempo tra lo scoppio di un'occlusiva e l'inizio delle vibrazioni glottidali della vocale che segue
 - Le occlusive sorde in inglese ed in italiano sono caratterizzate da un VOT positivo
 - Le occlusive sonore possono essere caratterizzate da un VOT negativo o appena positivo (le vibrazioni iniziano prima dell'inizio della vocale)

Voice Onset Time

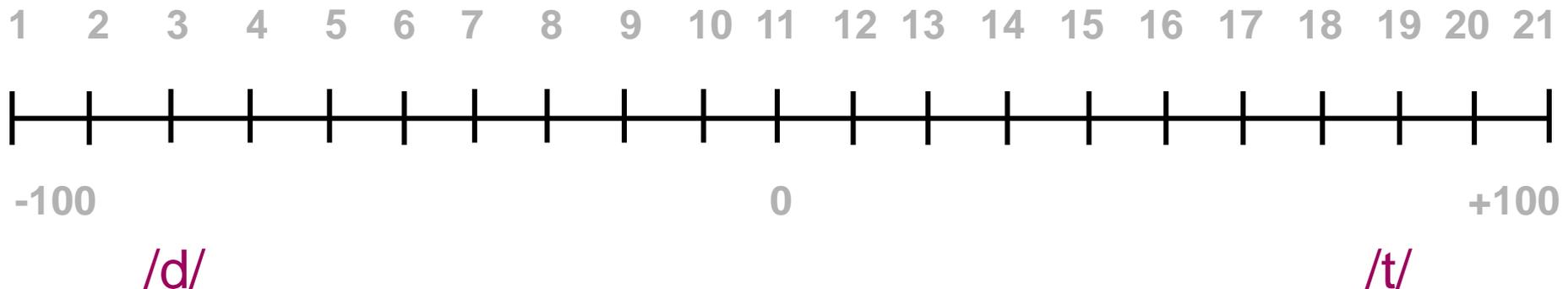


60 msec

Aumentando il VOT, si passa dalla percezione di [d] a [t]

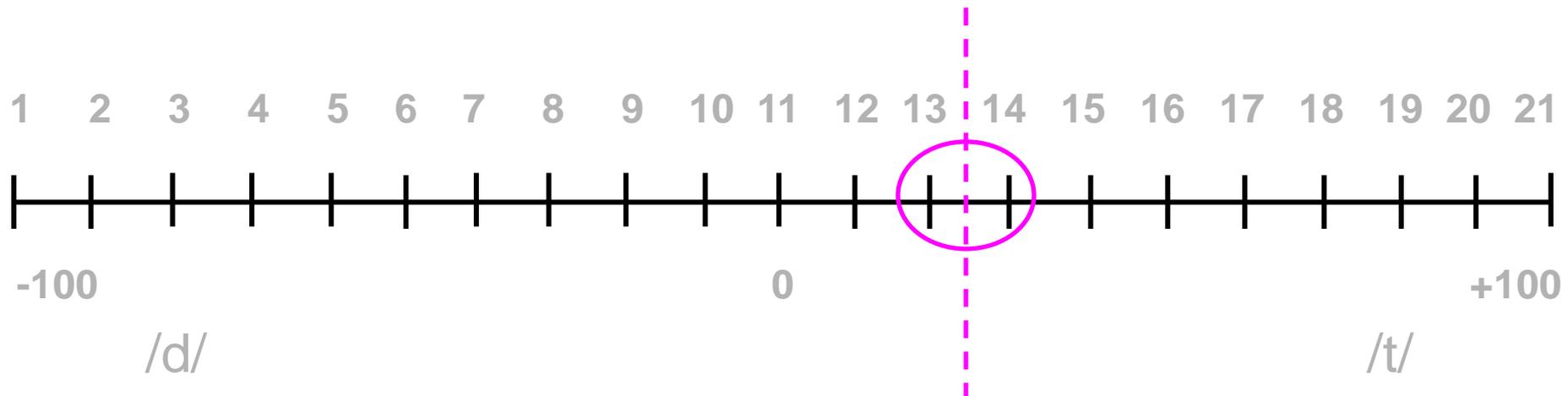
Esperimento

- Viene creato un continuum di stimoli con differenti durate di VOT, per esempio, con valori ai due estremi di -100 ms e $+100$ ms con incrementi di 10 ms l'uno (totale 21 stimoli).



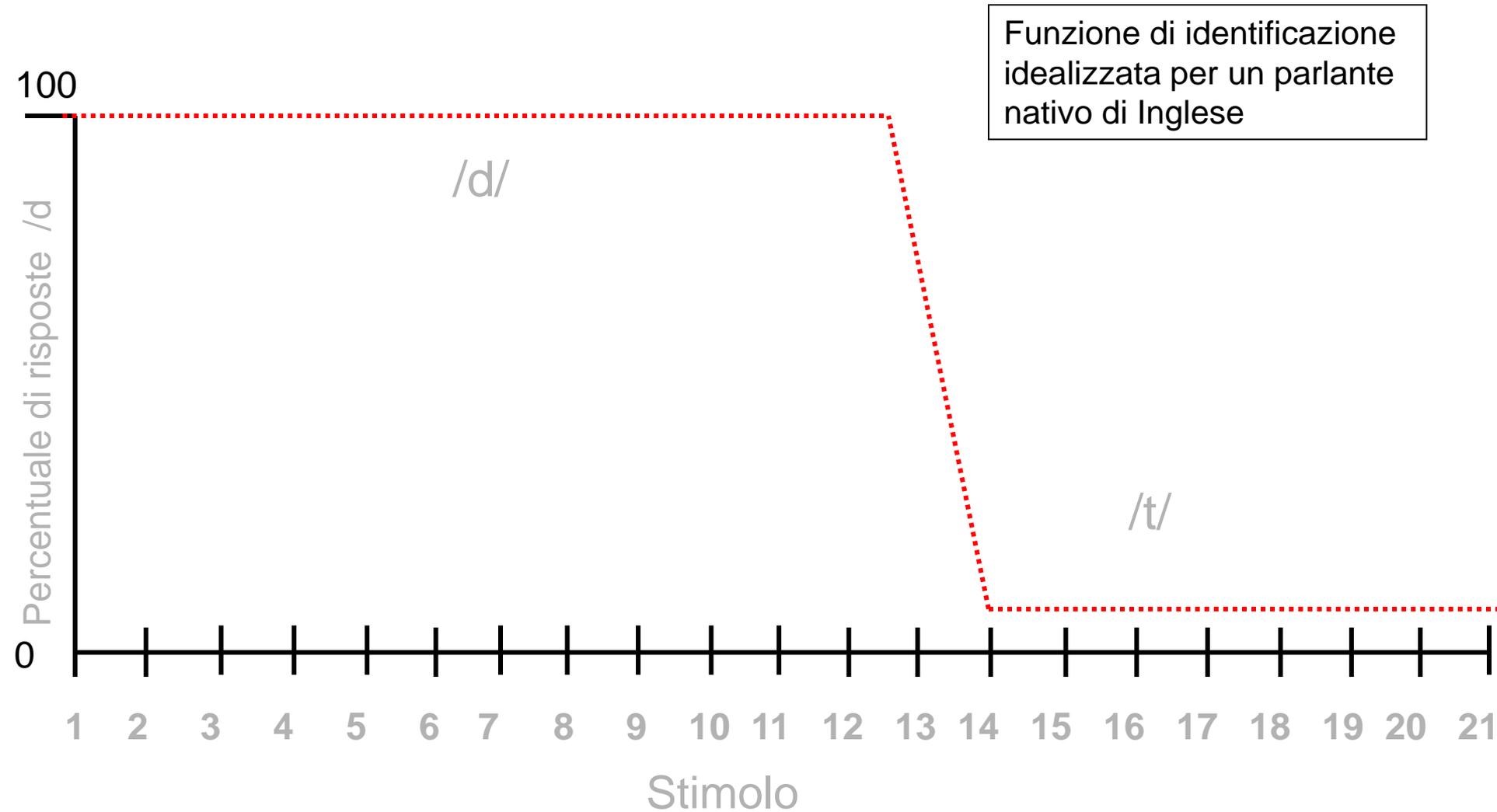
Identificazione

Ogni soggetto ascolta ogni stimolo 5 volte e deve indicare se sente /t/ o /d/. Si vuole vedere quale e' il punto lungo il continuum in cui cambia la percezione di un suono nell'altro e quanto e' netto il cambiamento di percezione.



Il punto di soglia percettiva (in cui avviene il cambio di percezione) tra /d/ e /t/ e' tra lo stimolo 13 e il 14, e cioe' attorno ai 20-30 ms VOT.

Identificazione del fono



La percezione delle consonanti

- Nel continuum creato sinteticamente la variabile VOT varia gradualmente.
 - Il giudizio percettivo non cambia gradualmente, ma bruscamente
- la percezione di questi suoni è **categorica**

La percezione delle consonanti

- Percezione categorica
- Entita' di un continuum fisico vengono percepite come appartenenti a categorie discrete.
- Nel caso del parlato, le categorie discrete sono categorie fonemiche

La percezione delle consonanti

- Un parlante percepisce le distinzioni fonemiche **della propria lingua**
- Possono anche essere categorie non binarie, ad esempio: il Thai ha un'opposizione a tre in VOT (/b p p^h/). I parlanti Thai mostrano due soglie percettive nel test di identificazione (/b-p/ e /p-p^h/) e due picchi nel test di discriminazione in corrispondenza alle soglie di identificazione.

La percezione delle consonanti

- Un parlante percepisce meno le distinzioni fonemiche della propria lingua meglio che distinzioni fonemiche di altre lingue
- Esempio R - L vengono discriminate da parlanti di madrelingua inglese ma non giapponese
- Questo effetto è misurato sia in comportamentali che tramite altre tecniche, come gli ERP (Sharma & Dorman, 2000; Winkler et al., 1999; Dehaene-Lambertz, 1997; Na"ä"ta"nen et al., 1997)

La percezione delle consonanti

- Un parlante percepisce meno le distinzioni fonemiche della propria lingua meglio che distinzioni fonemiche di altre lingue
- Esempio R - L vengono discriminate da parlanti di madrelingua inglese ma non giapponese
- Questo effetto è misurato sia in comportamentali che tramite altre tecniche, come gli ERP (Sharma & Dorman, 2000; Winkler et al., 1999; Dehaene-Lambertz, 1997; Na"ä"ta"nen et al., 1997)

I suoni delle lingue: riassunto /1

- I segnali linguistici appaiono come sequenze continue di suoni, ma vengono interpretati come sequenze di elementi discreti
- I suoni linguistici, nelle loro realizzazioni particolari mancano di invarianza, ma vengono riconosciuti come distinti
- Come vengono distinti i suoni? È sufficiente la loro diversità a livello articolatorio → acustico?

I suoni delle lingue: riassunto /2

- La necessità del livello fonologico:
- È necessario un livello 'superiore' che permetta un'operazione top-down di deduzione: i suoni vengono discriminati quando recano opposizioni di significato
- Due suoni linguistici distinti che portano opposizioni di significato → fonemi:
- Fonemi → elementi base che si combinano a formare unità di livello superiore, questa volta dotate di significato

I suoni delle lingue: riassunto /3

- I fonemi hanno un livello di rappresentazione particolare dal punto di vista cognitivo:
- Ci sono delle differenze nell'elaborazione di suoni linguistici appartenenti al sistema fonologico della lingua di un parlante rispetto a suoni non linguistici che non appartengono al suo sistema fonologico