

Corso di Laurea in LOGOPEDIA

# FISICA ACUSTICA

# VOCE

**Fabio Romanelli**

Department of Mathematics & Geosciences

University of Trieste

Email: [romanel@units.it](mailto:romanel@units.it)

Le **corde vocali**, situate nella laringe producono vibrazioni nel tratto vocale.

Il **tratto vocale** è una colonna d'aria semichiusa lunga circa 17 cm, che risuona ad una frequenza fondamentale di circa 500 Hz. La sua forma costituisce un **filtro acustico per le armoniche prodotte dalle corde vocali**.

Le cavità della bocca e nasale irradiano le onde sonore.

# Anatomia e funzionamento

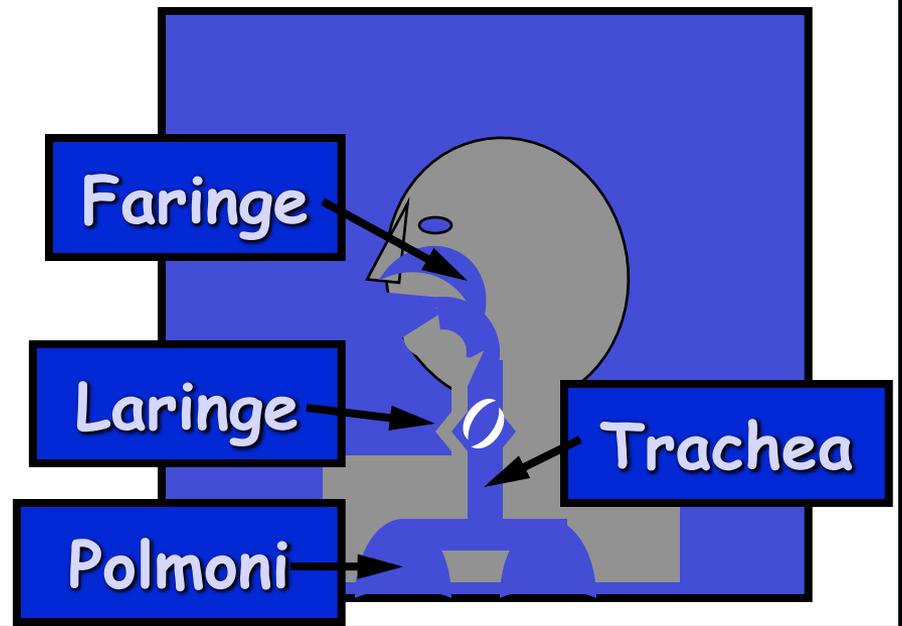
## Tratto Vocale:

Polmoni—sorgente dell'aria

Trachea—canna

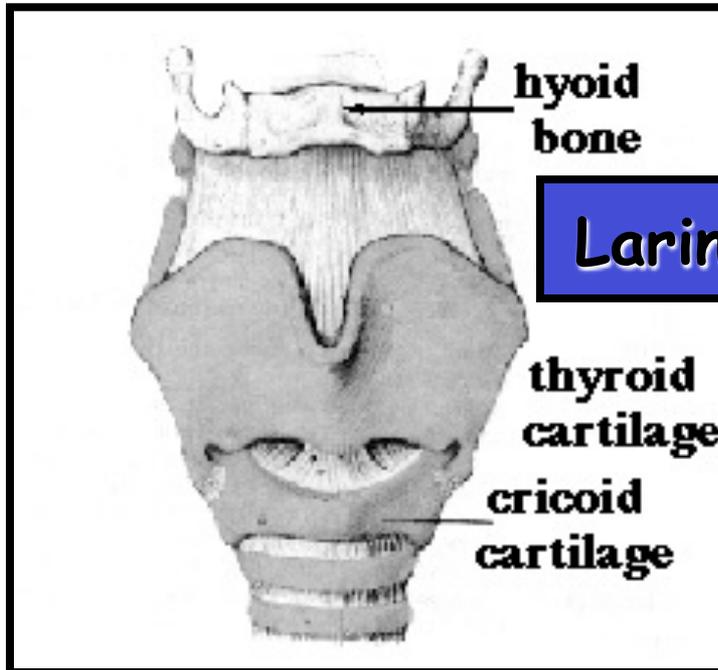
Laringe—cassa vocale

Faringe—bocca e naso

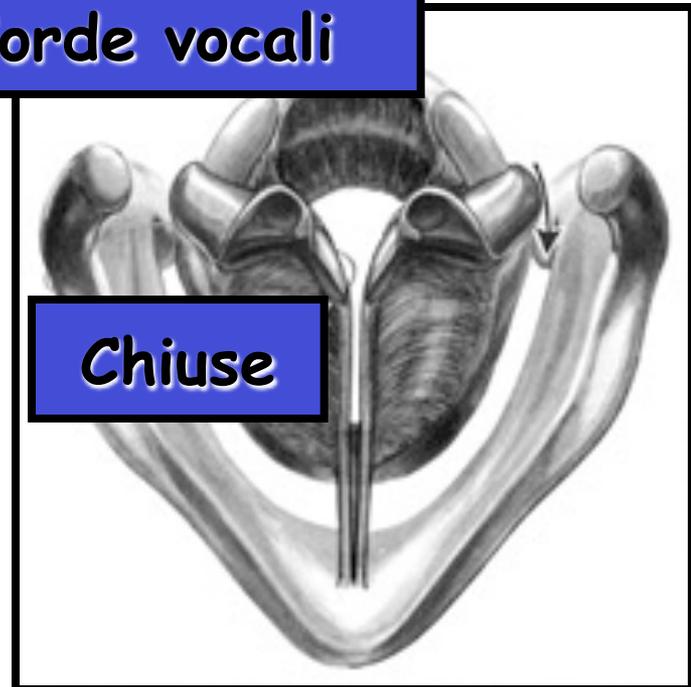


# Corde vocali

Le corde vocali si aprono e chiudono rapidamente, introducendo pulsazioni d'aria nel tratto vocale

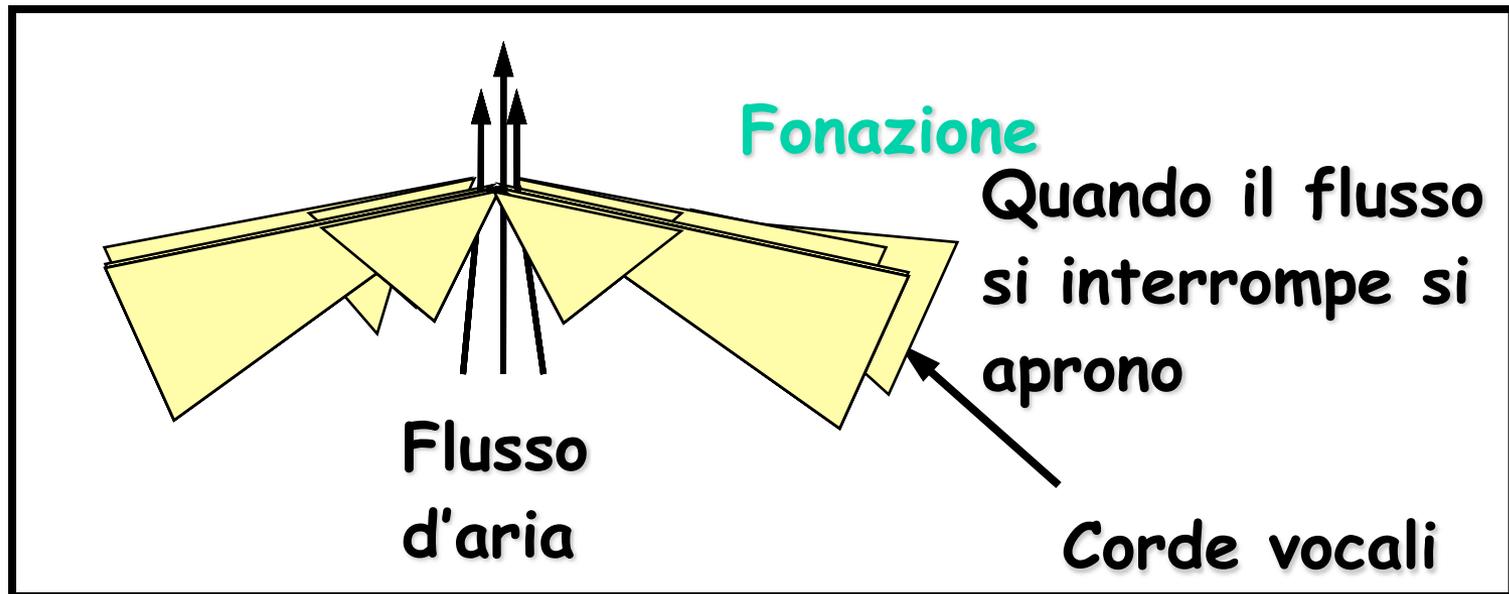


Corde vocali



# Bernoulli

Le corde vocali sono controllate da muscoli e attivate dall'aria che fluisce: si chiudono per l'effetto di Bernoulli e si aprono per tensione.

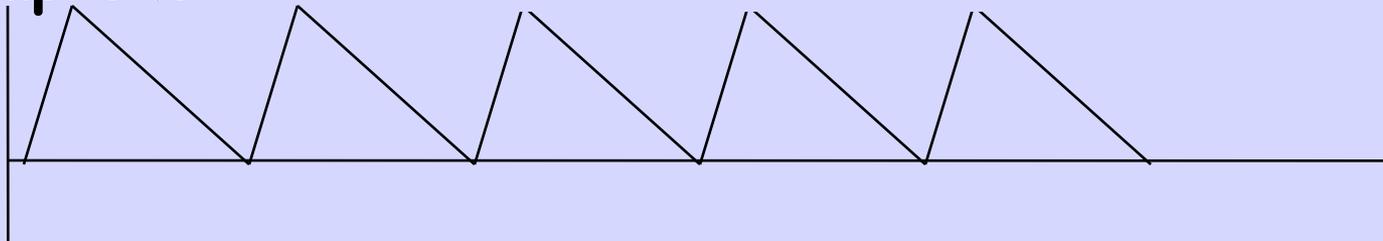


$$p + \frac{1}{2}(\rho v^2) + \rho gh = \text{costante}$$

La forma d'onda di pressione prodotta è un dente di sega asimmetrico, ricco di armoniche.

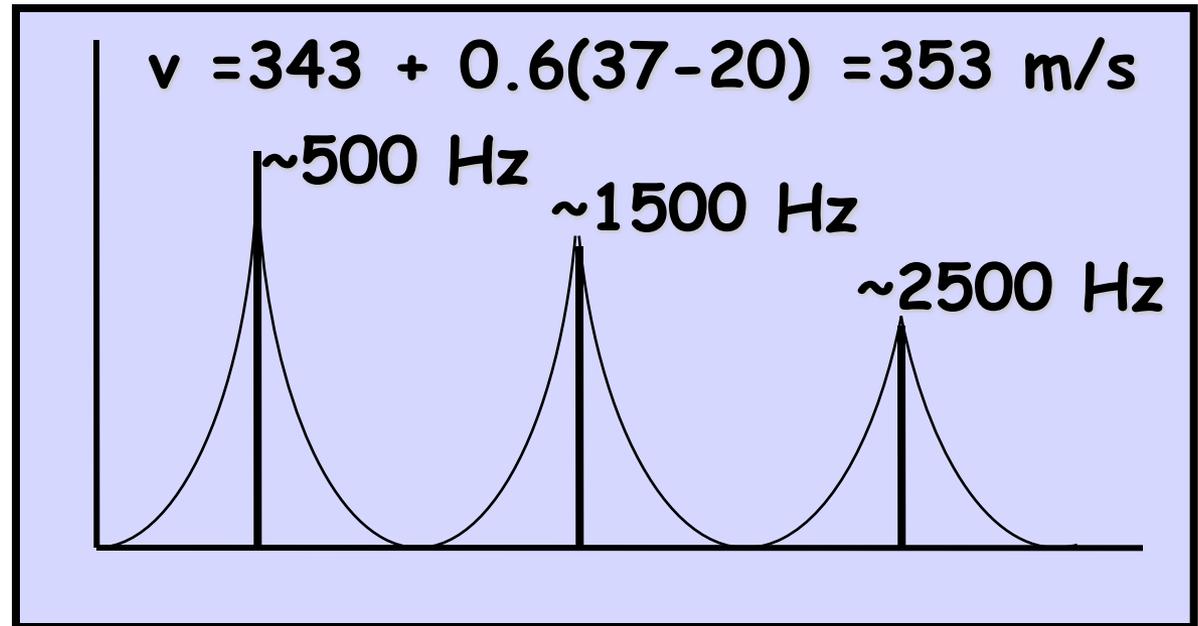
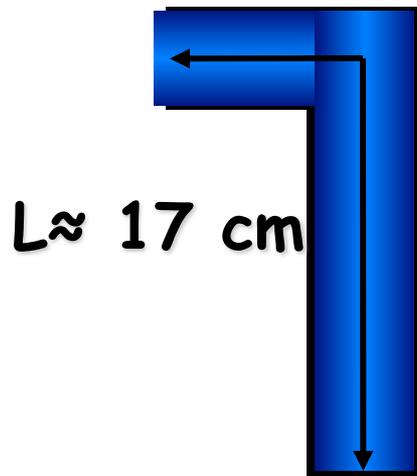
La frequenza fondamentale è determinata dalle proprietà delle corde vocali e non dal tratto vocale.

Corde vocali si aprono  
sono richiuse dal flusso  
d'aria



# Risonanza

## Risonanze del tratto vocale

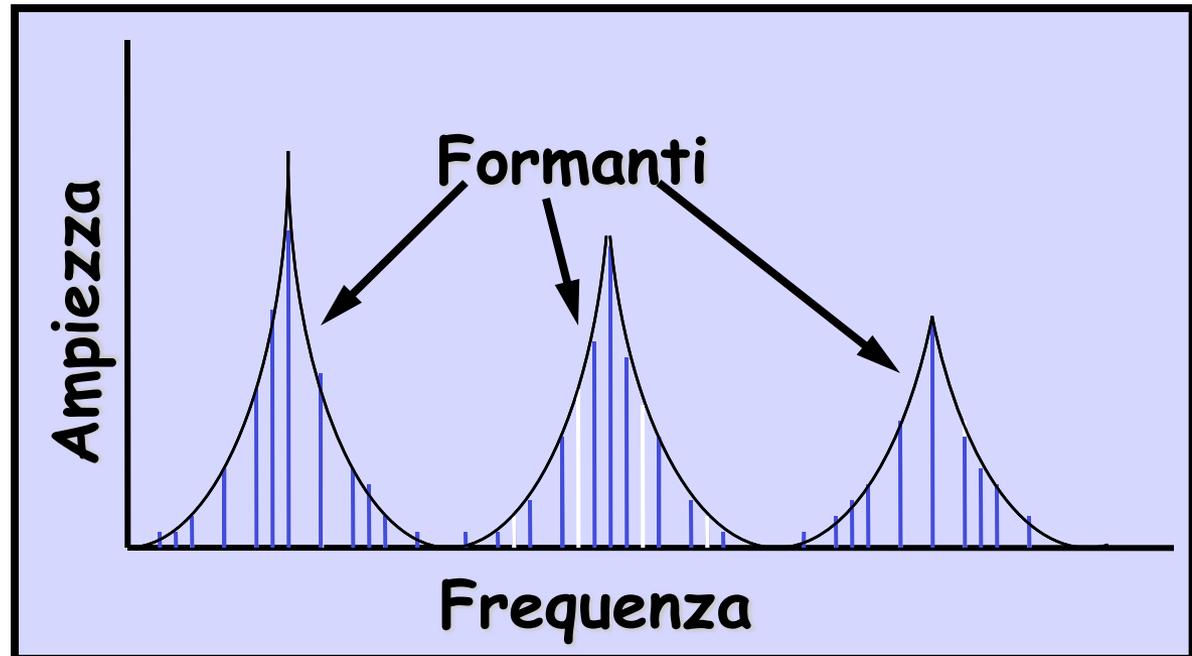
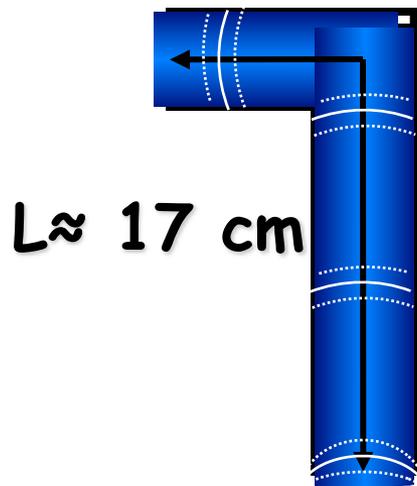


$$f_1 = v/4L = 353/(4 \cdot 0.17) = 519 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 3f_1, \quad f_5 = 5f_1 \dots$$

# Formanti

## Formanti del Tratto Vocale



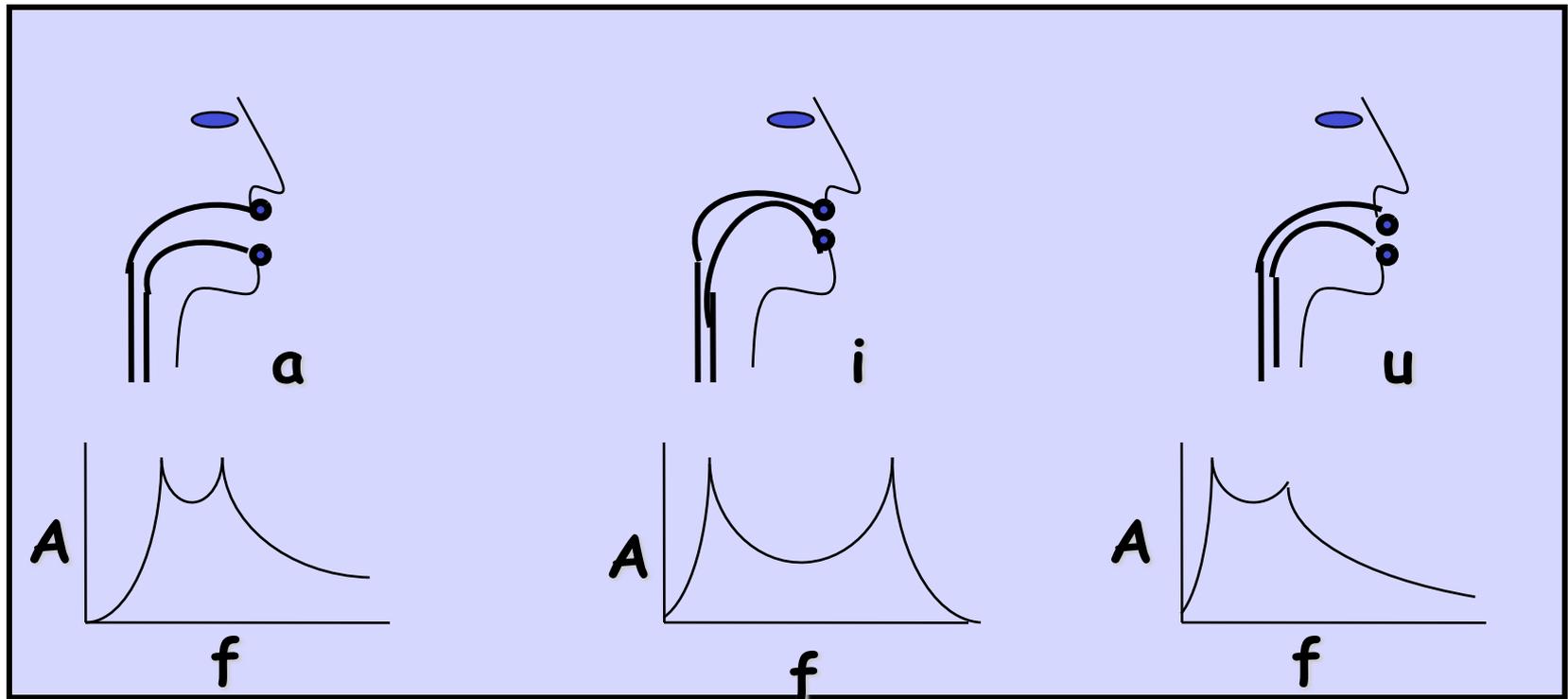
$$f_1 = v/4L = 353/(4 \cdot 0.17) = 519 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 3f_1, \quad f_5 = 5f_1 \dots$$

Il tratto vocale filtra lo spettro generato dalle corde vocali, creando le **formanti**

## Controllo delle Formanti:

La posizione della lingua e delle labbra e la forma della faringe determinano la formazione delle vocali.

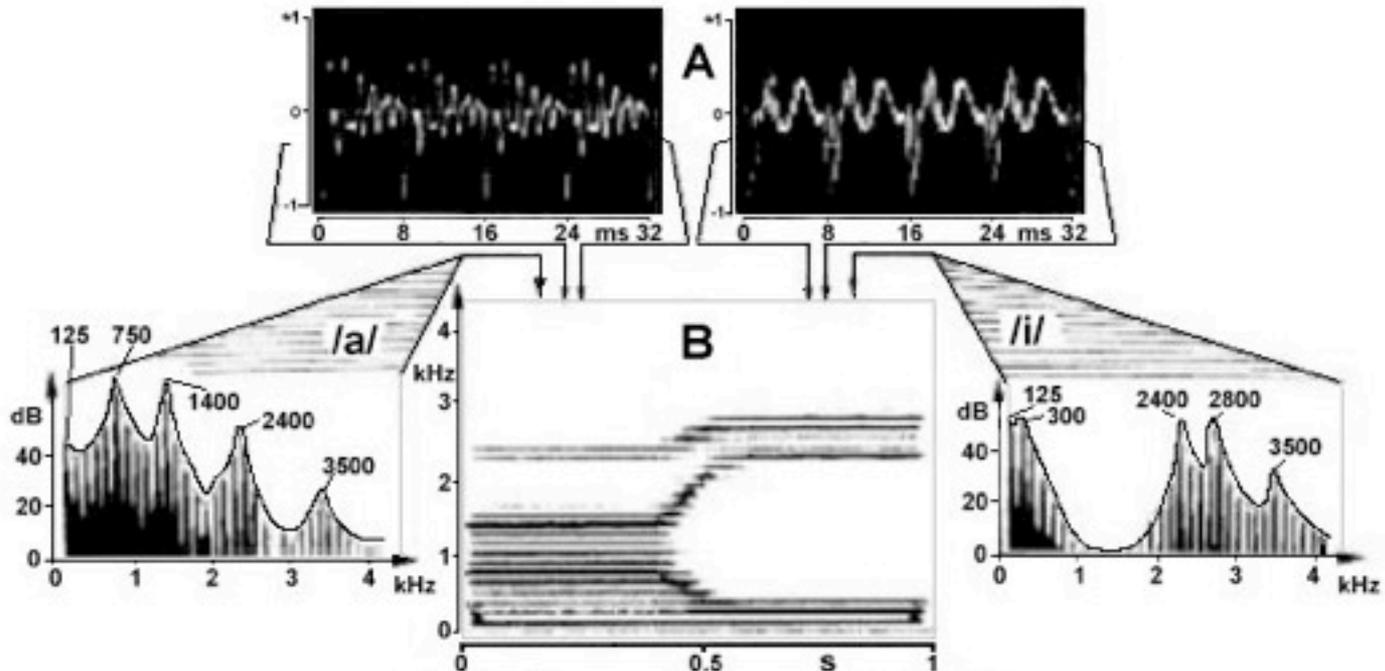


# Parlato

Le unità individuali del parlato sono chiamate **FONEMI**.

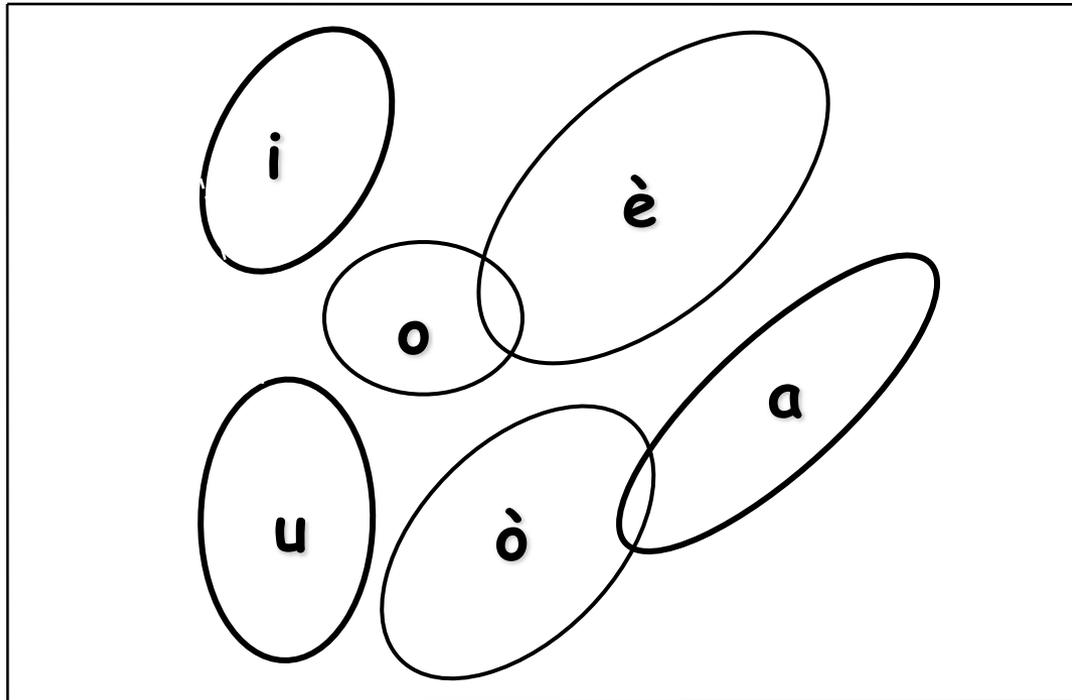
Emissione sintetica [ai] con frequenza fondamentale costante (di 125 Hz). A: oscillogramma di 30 ms di [a], a sinistra, e di [i] a destra.

B: al centro, spettrogramma a banda stretta dell'emissione; a sinistra, spettrogramma a banda stretta di [a]; a destra, spettrogramma a banda stretta di [i].



**Vocali e formanti:** la comprensibilità delle parole è dovuta alla relazione fra le prime due formanti.

Frequenza della seconda formante



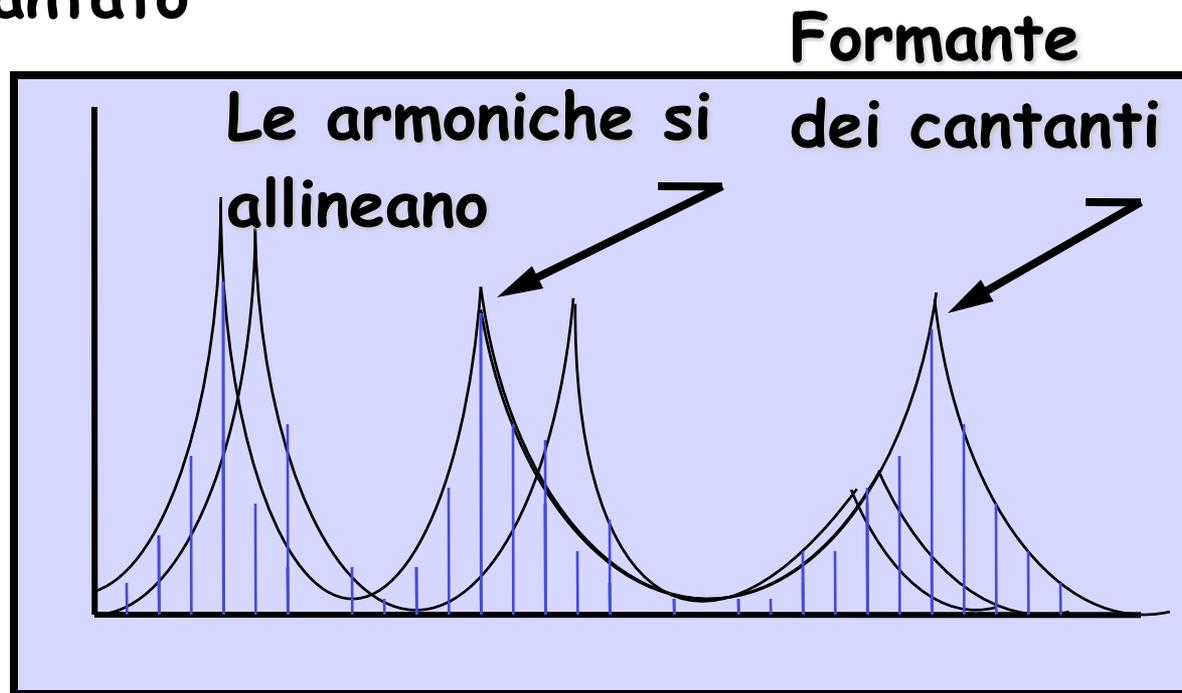
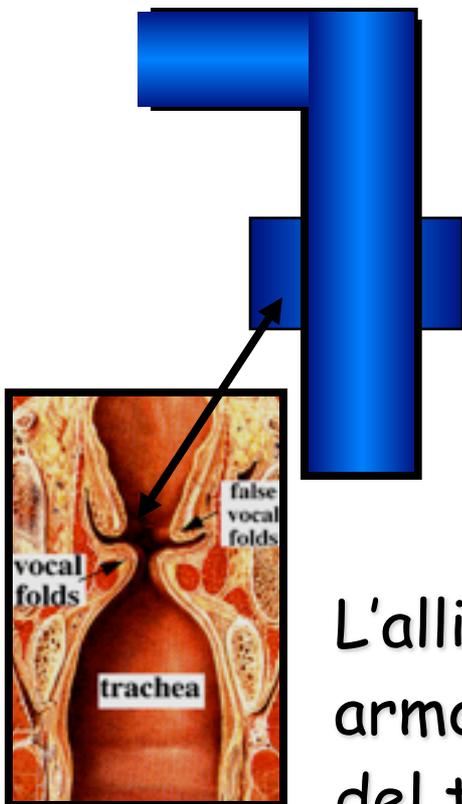
Frequenza della prima formante

L'insieme di frequenze della voce cantata è determinata dalle proprietà delle corde vocali.

L'altezza può essere aumentata aumentando la tensione sulle corde vocali, sia esternamente (Muscolo Cricotiroideo ) che internamente (Muscolo Tiroaritenoido).

La natura dello sforzo nelle corde vocali permette la fonazione in differenti registri

# Formanti ed il cantato



L'allineamento delle formanti con le armoniche intensifica l'altezza. La dilatazione del tratto vocale genera la formante dei cantanti