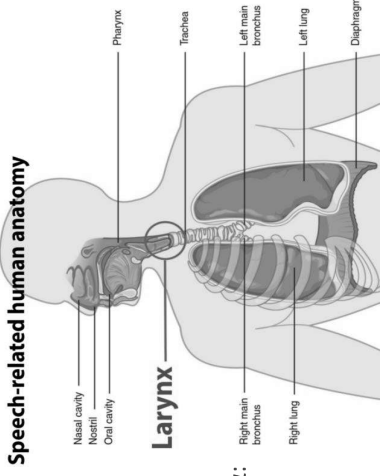


## Ανατομία Οργάνων Παραγωγής Ομιλίας

### Μηχανισμός Παραγωγής Ομιλίας

- Θωρακική κοιλότητα (Lungs)
- Πνεύμονες
- Τραχεία
- Λαρυγγική κοιλότητα (Larynx)
- Τραχεία
- Φωνητικές χορδές (Γλωττίδα)
- Φαρυγγική κοιλότητα (Pharynx)
- Μυώδης σωλήνας (~15cm), με 2 ανοίγματα:
  - Στοματική κοιλότητα (Oral cavity)
  - Ρινική κοιλότητα (Nasal cavity)



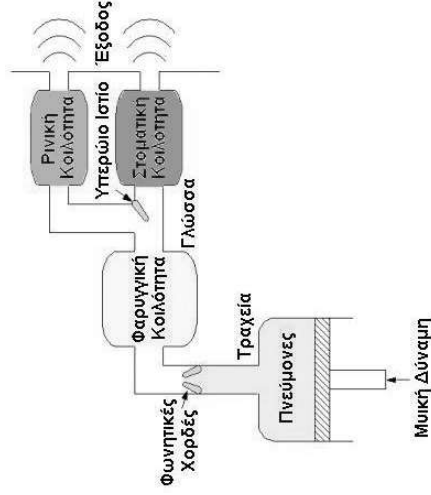
Speech-related human anatomy

► 3

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Ηλεκτρικό Ισοδύναμο

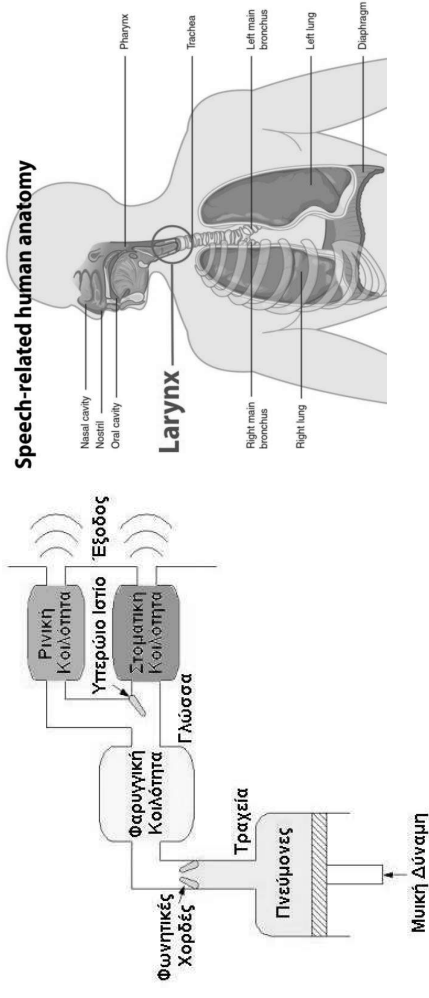


► 5

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Μηχανικό Ισοδύναμο



Speech-related human anatomy

Larynx

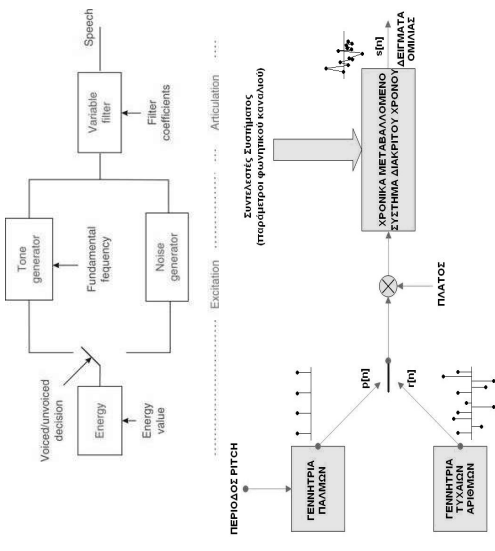
► 4

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Ηλεκτρικό Ισοδύναμο

- Διέγερση (Excitation)
- Άρθρωση (Articulation)



► 6

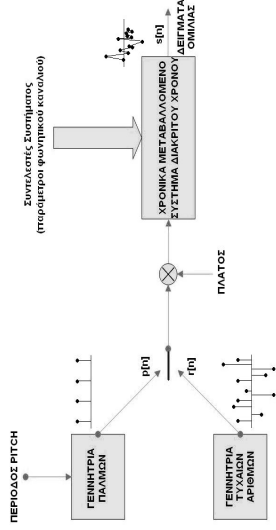
Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Ηλεκτρικό Ισοδύναμο

- Διέγερση (Είσοδος):
  - $p(n)$ : Ηχηρή (voiced): Ψευδοπεριοδική ακολουθία κρουστικών, (με ΦΧ),
  - $r(n)$ : Άηχη (unvoiced): τυχαίος θόρυβος, Στένωση του ΦΚ, (χωρίς ΦΧ),
  - Πλάτος: Ένταση σήματος διέγερσης.
- Φωνητική Κουλόττητα -ΦΚ (Άρθρωση)
  - Χρόνο-Μεταβαλλόμενο φίλτρο

## ► Έξοδος:

- $s(n)$ , Σήμα ομιλίας



## Υπόθεση:

- Διέγερση και ΦΚ, Ανεξάρτητα.
- Σταθερές ιδιότητες για  $<10\text{msec}$ ,

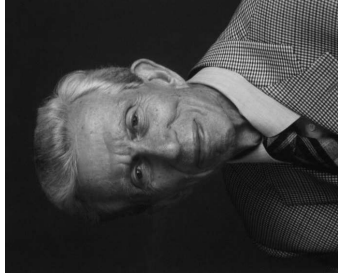
## Μοντέλο της Συνάρτησης του ΦΚ

$$V(z) = \frac{A z^{-K_o} \prod_{k=1}^{K_i} (1 - \alpha_k z^{-1}) \prod_{k=1}^{K_o} (1 - \beta_k z)}{\prod_{k=1}^{[P/2]} (1 - r_k e^{j\theta_k} z^{-1}) (1 - r_k e^{-j\theta_k} z^{-1})}$$

- Μηδενικά:
  - Γλωττίδα,
  - Στενώσεις του ΦΚ (Ένρινος και Τυρβώδης ήχος).
  - Ζεύξη με ρινική κοιλότητα,
- Πόλοι:
  - Συχνότητες Συντονισμού της ΦΚ,
  - Μιγαδικές φυσικές συχνότητες:  $r_k e^{j\theta_k}$

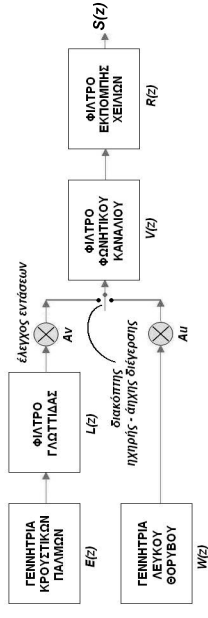
## Γραμμικό Μοντέλο Παραγωγής Ομιλίας

...ίσως το πιο επιτυχημένο μοντέλο είναι το γραμμικό, που αρχικά ανέπτυξε ο FANT



## Φίλτρο μόνο πόλων

- Είσοδος:
  - $E(z)$  (Ηχηρή διέγερση),  $W(z)$  (Άηχη διέγερση),
    - $A_v, A_u$ ,
- Φίλτρο Φωνητικού Καναλιού,
- Έξοδος:
  - $S(z)$  (Σήμα Ομιλίας).

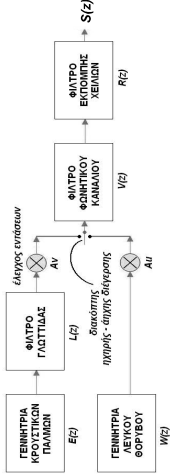


- Δεν καλύπτει περιπτώσεις:
  - Μικτής διέγερσης (ηχηρή και άηχη, Ένρινη ομιλία),
  - Σύνδεση με τη ρινική κοιλότητα.

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Φίλτρο μόνο πόλων

- **Γεννήτρια Κρουστικών Παλμών**,  
 $E(z) = \frac{1}{1 - z^{-T_0/T}}$ 
  - $T_0$ : περίοδος ύψους φωνής (pitch),
  - $f_0 = 1/T_0$ , θεμελιώδης συχνότητα.
  - $T$ : περίοδος δειματοληψίας



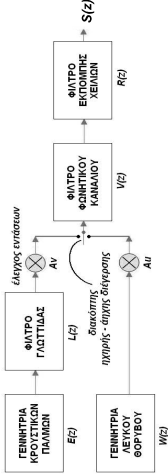
► 11

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Φίλτρο μόνο πόλων

- **Γεννήτρια Κρουστικών Παλμών**,  
 $E(z) = \frac{1}{1 - z^{-T_0/T}}$
- **Φίλτρο Γλωττίδας**,  
 $L(z) = \frac{1}{(1 - e^{-cT} z^{-1})^2}$
- **Φίλτρο Φωνητικού Καναλιού**,  
 $V(z) = \frac{1}{\prod_{i=1}^k [1 - 2e^{-c_i T} \cdot \cos(b_i T) \cdot z^{-1} + e^{-2c_i T} z^{-2}]}$ 
  - $k$  (>6) πόλοι: Συντονισμοί ΦΚ,
  - $f_i = b_i/2\pi$  συχνότητες
  - $b_i = c_i/2\pi$  εύρη ζωνών



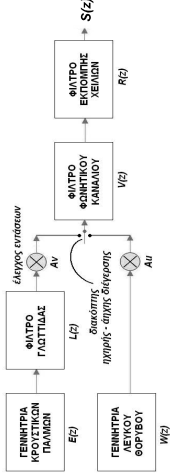
► 13

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Φίλτρο μόνο πόλων

- **Γεννήτρια Κρουστικών Παλμών**,  
 $E(z) = \frac{1}{1 - z^{-T_0/T}}$
- **Φίλτρο Γλωττίδας**,  
 $L(z) = \frac{1}{(1 - e^{-cT} z^{-1})^2}$ 
  - Συχνότητα αποκοπής (~100 Hz)



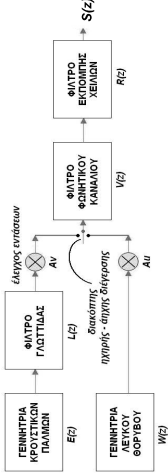
► 12

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Φίλτρο μόνο πόλων

- **Γεννήτρια Κρουστικών Παλμών**,  
 $E(z) = \frac{1}{1 - z^{-T_0/T}}$
- **Φίλτρο Γλωττίδας**,  
 $L(z) = \frac{1}{(1 - e^{-cT} z^{-1})^2}$
- **Φίλτρο Φωνητικού Καναλιού**,  
 $V(z) = \frac{1}{\prod_{i=1}^k [1 - 2e^{-c_i T} \cdot \cos(b_i T) \cdot z^{-1} + e^{-2c_i T} z^{-2}]}$
- **Φίλτρο Εκπομπής Χελιών**,  
 $R(z) = 1 - z^{-1}$ 
  - Εμφανίζει τις υψηλότερες συχνότητες,



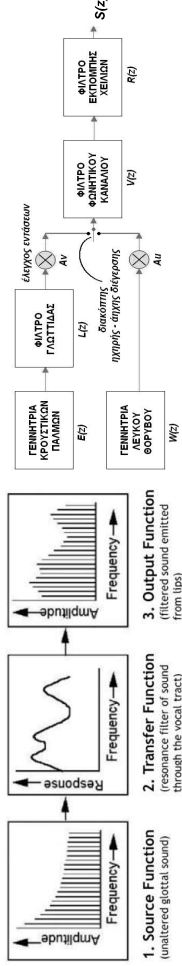
► 14

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Φίλτρο μόνο πόλων

- Γεννήτρια Κρουστικών Παλμών,  
 $E(z) = \frac{1}{1 - z^{-T_0} T}$
- Φίλτρο Γλωττίδας,  
 $L(z) = \frac{1}{(1 - e^{-cT} z^{-1})^2}$
- Φίλτρο Φωνητικού Καναλιού,  
 $V(z) = \frac{1}{\prod_{i=1}^k [1 - 2e^{-c_i T} \cdot \cos(b_i T) \cdot z^{-1} + e^{-2c_i T} z^{-2}]}$
- Φίλτρο Εκπομπής Χειλιών,  
 $R(z) = 1 - z^{-1}$
- Εντάσεις ήχων,  
 $A_v \text{ (ηχηρών)} = A_u \text{ (άηχων)} = 1$



► 15

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

### Φίλτρο μόνο πόλων:

$$H(z) = \frac{X(z)}{E(z)} = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^p a_k z^{-k}} = \frac{1}{A(z)}$$

1/(πολύωνυμο A) = Περιβάλλουσα Φάσματος

► 17

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

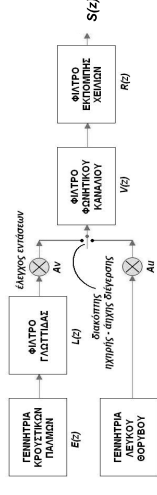
### Φίλτρο μόνο πόλων

$$S(z) = E(z) \cdot L(z) \cdot V(z) \cdot R(z)$$

$$H(z) = S(z) / E(z) = L(z) \cdot V(z) \cdot R(z)$$

$$H(z) = L(z) = \frac{1}{(1 - e^{-cT} z^{-1})^2} \times V(z) = \frac{1}{\prod_{i=1}^k [1 - 2e^{-c_i T} \cdot \cos(b_i T) \cdot z^{-1} + e^{-2c_i T} z^{-2}]} \times R(z) = 1 - z^{-1}$$

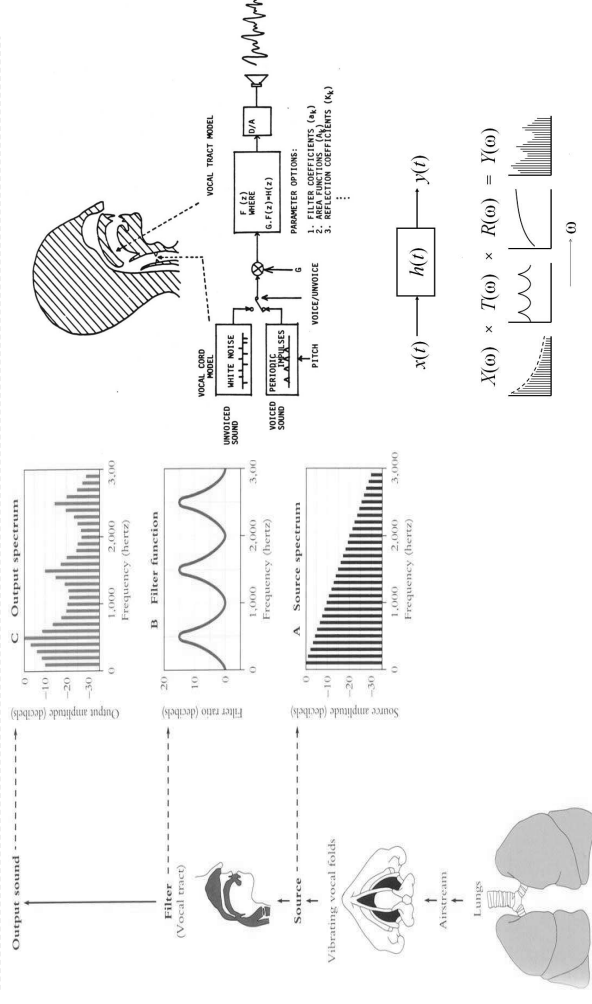
...cT >> 1



► 16

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

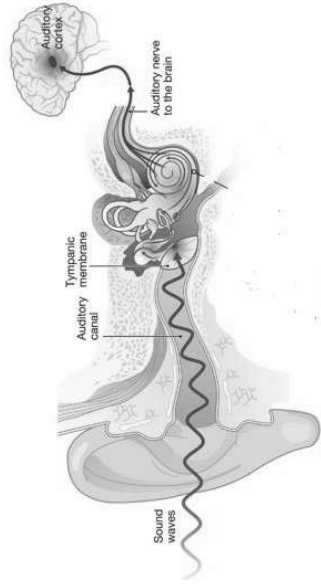
## Γραμμικό Μοντέλο παραγωγής ομιλίας



## Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

### Διαδικασία Ακοής:

1. **Αυτί:** Λήψη ακουστικού μηνύματος,
2. **Ακουστικό Νεύρο:** Μετατροπή σε ηλεκτρικό σήμα,
3. **Εγκέφαλος:** Αναγνώριση μηνύματος, σαν ένα δομικό στοιχείο ενός γλωσσικού συστήματος,



▶ 19

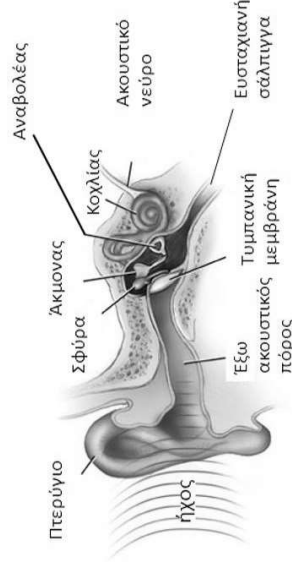
Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

### Το Αυτί:

- ▶ **Εξωτερικό αυτί:** Προστατευτικό κάλυμμα,
- ▶ **Μεσαίο αυτί:** Προσαρμόζει εξωτερικές - εσωτερικές πιέσεις,
- ▶ Μέσω **3 Οστών**, μεταφέρει ταλαντώσεις στο έσω αυτί:

1. **Σφύρα->Άκμονα,**
2. **Άκμονας->Αναβολέα,**
3. **Αναβολέας** διεγείρει **Κοχλία**



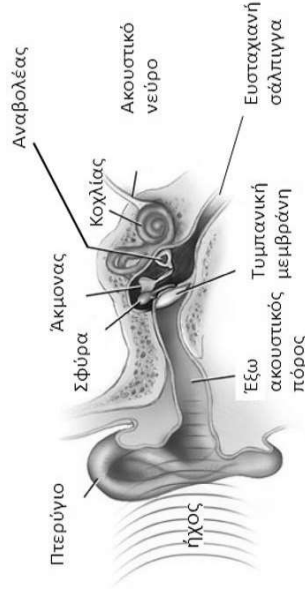
▶ 21

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

### Το Αυτί:

- ▶ **Εξωτερικό αυτί:** Προστατευτικό κάλυμμα,
- ▶ **Λοβός:** Συγκεντρώνει τα κύματα ήχου, Εντοπίζει την πηγή του ήχου.
- ▶ **Ακουστικό Κανάλι:** (~ 2,7cm) από Λοβό έως τυμπανική μεμβράνη.
- ▶ **Τυμπανική Μεμβράνη:** Τίθεται σε ταλάντωση από τον ήχο.



▶ 20

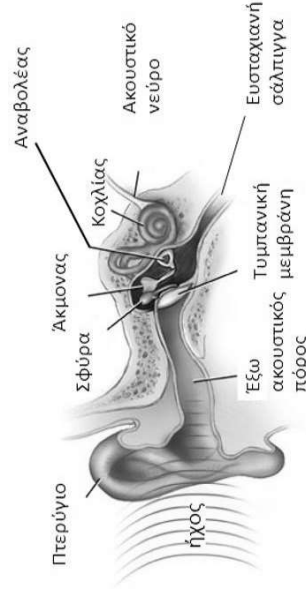
Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

### Το Αυτί:

- ▶ **Εξωτερικό αυτί:** Προστατευτικό κάλυμμα,
- ▶ **Μεσαίο αυτί:** Προσαρμόζει εξωτερικές - εσωτερικές πιέσεις,
- ▶ **Εσωτερικό αυτί:** Μετατρέπει την ήχου σε ηλεκτρικό σήμα.
- ▶ **(3) Ημικυκλικοί σωλήνες** με υγρό:

- ▶ Μεταφέρουν ταλαντώσεις στις απολήξεις των νευρικών ινών του **Ακουστικού Νεύρου**



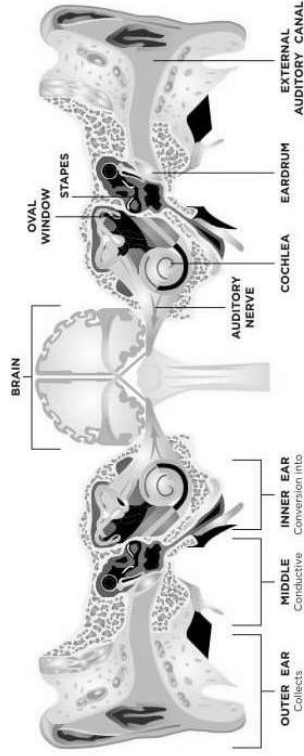
▶ 22

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

# Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

## Το Αυτί:

- ▶ **Εξωτερικό αυτί:** Προστατευτικό κάλυμμα,
- ▶ **Μεσαίο αυτί:** Προσαρμόζει εξωτερικές - εσωτερικές πιέσεις,
- ▶ **Εσωτερικό αυτί:** Μετατρέπει την ήχου σε ηλεκτρικό σήμα.  
...από Κοχλία, μέσω ακουστικού νεύρου, στον Εγκέφαλο!



# Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

## μη-Γραμμική Ακουστική Αντίληψη

- ▶ **μη-Γραμμικός δέκτης το αυτί**
  - ▶ μη-γραμμική αντίληψη στην ένταση (πλάτος).
  - ▶ μη-γραμμική αντίληψη στις συχνότητες,

# Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

## Το Ακουστικό Σήμα

- ▶ **Περιοχή Ακουστότητας (Συχνότητα):**

- ▶ ~16Hz-18KHz (~20Hz-20KHz)
- ▶ 1KHz - 4KHz, μεγάλη ευαισθησία

## Ένταση:

- ▶ **"The Speech Banana"**

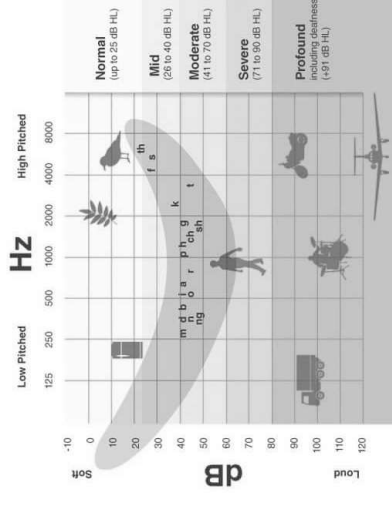
- ▶ dB = 10log(W<sub>1</sub>/W<sub>0</sub>), (Decibel)

## Φάσμα:

- ▶ Χροΐδα: για σύνθετους ήχους

## Ακουστική ολοκλήρωση:

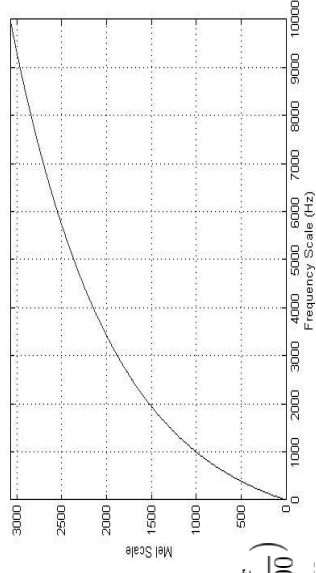
- ▶ ~ 60msec



# Αντίληψη Ήχων Ομιλίας

## μη-Γραμμική Ακουστική Αντίληψη

- ▶ **μη-Γραμμικός δέκτης το αυτί**
- ▶ **Κλίμακα -Mel:**
  - ▶ Μέτρηση της αντιλαμβανόμενης συχνότητας του τόνου (pitch).
    - ▶ Το κρίσιμο εύρος ζώνης γύρω από μια κεντρική συχνότητα,
  - ▶ Αντιστοιχία κλίμακας συχνότητας **f(Hz)** και συχνότητων **Mel(f)** είναι:



$$Mel(f) = 2595 \log_{10} \left( 1 + \frac{f}{700} \right)$$

## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

- ▶ **Ποιότητα / ένταση φωνής:**
  - ▶ Φωνητικές χορδές
  - ▶ Φωνητική οδός
  - ▶ Πηγή Καλά ανεπτυγμένο μηχανισμό.

### ▶ Θεμελιώδης συχνότητα ( $f_0$ ):

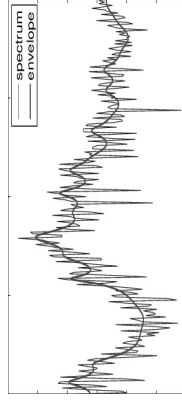
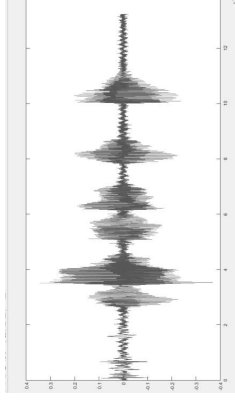
- ▶ Συχνότητα ταλάντωσης φωνητικών χορδών,  $f_0 = 60 - 350\text{Hz}$ .
  - ▶ Άντρες:  $\sim 125\text{Hz}$ , Γυναίκες:  $\sim 200\text{Hz}$ , Παιδιά:  $\sim 300\text{Hz}$
- ▶ Περίοδος Ταλάντωσης φωνητικών χορδών ( $T_0 = 1/f_0$ ), Pitch.
- ▶ Φάσμα: αρμονικές, στο πολλαπλάσιο της  $f_0$ .

### ▶ Συντονισμοί (Formants):

- ▶ Συχνότητες συντονισμού του ΦΚ
  - ▶  $F_1 = 200 - 900\text{ Hz}$
  - ▶  $F_2 = 550 - 2700\text{ Hz}$
  - ▶  $F_3 = 1100 - 3000\text{ Hz}$ ,  $F_4, \dots$

▶ 27

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας



## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Ήχοι:

- ▶ **Ηχηροί ήχοι:**
  - ▶ Ταλάντωση φωνητικών χορδών.
  - ▶ Διέγερση με ψευδο-περιοδικούς παλμούς αέρα.

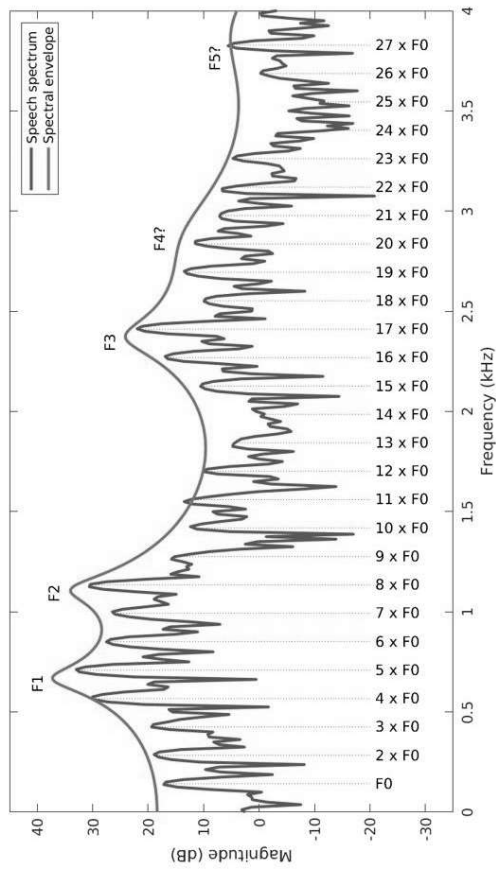


▶ 29

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Formants (Συντονισμοί), Θεμελιώδης συχνότητα ( $f_0$ )



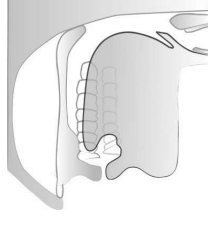
▶ 28

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Ήχοι:

- ▶ **Ηχηροί ήχοι:**
- ▶ **Τυρβώδεις (Τριβόμενοι) ήχοι:**
  - ▶ Θορυβώδους μορφής διέγερση.
  - ▶ Στένωση του ΦΚ.
  - ▶ Εξανανγκασμένη διέλευση αέρος από στενωπό.



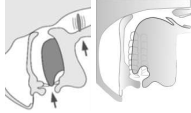
▶ 30

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Ήχοι:

- ▶ **Ηχηροί ήχοι:**
- ▶ **Τυρβώδεις (Τριβόμενοι) ήχοι:**
- ▶ **Εκρηκτικοί ήχοι:**
  - ▶ Στιγμαίο ολοκληρωτικό κλείσιμο του ΦΚ.
  - ▶ Αιφνίδια αποδέσμευση της πίεσης.



Κ

Τ

▶ 31

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Τα Φωνήματα της Ελληνική Γλώσσας

### Φώνημα: (Στοιχειώδης ήχος μιας γλώσσας)

- ▶ Το φωνολογικό σύστημα της Νεοελληνικής (37 φωνήματα):

	Ηχηρά	Άηχα
▶ <b>Φωνήεντα:</b>	/a/, /e/, /i/, /o/, /u/,	
▶ <b>Σύμφωνα:</b>		
▶ <b>Τυρβώδη</b>	/z/, /v/, /ð/, /v/	/s/, /f/, /θ/, /x/
□ Συριστικά	/z/	/s/
□ Χειλοδοντικά	/v/	/f/
□ Οδοντικά	/ð/	/θ/
□ Λαρυγγικά	/v/	/x/
□ Ουρανικά	/v/+i/, /v/+ε/	/x/+i/, /x/+ε/
▶ <b>Εκρηκτικά</b>	/g/, /b/, /d/	/k/, /p/, /t/,
▶ <b>Ένρινα</b>	---	/m/, /n/,
▶ <b>Ημίφωνα</b>	/l/, /r/,	---
▶ <b>Αλλόφωνα</b>	/l/, /m/, /n/ (+/i/) -> /L/, /M/, /N/	---

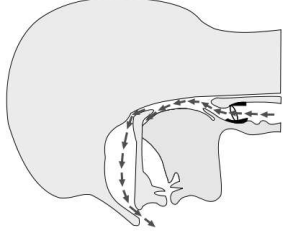
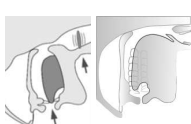
▶ 33

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Ήχοι:

- ▶ **Ηχηροί ήχοι:**
- ▶ **Τυρβώδεις (Τριβόμενοι) ήχοι:**
- ▶ **Εκρηκτικοί ήχοι:**
- ▶ **Ένρινοι ήχοι:**
  - ▶ Ηχηρά /m/, /n/,



Ν

Μ



Κ

Τ

▶ 32

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Άρθρωση:

- ▶ **Μέσα Άρθρωσης: Κινητά μέρη της ΣΚ.**
  - ▶ Γλώσσα,
  - ▶ Κάτω Χείλος
- ▶ **Σημεία Άρθρωσης: Ακίνητα μέρη ΣΚ:**
  - ▶ Άνω χείλος,
  - ▶ Άνω οδοντοστοιχία,
- ▶ **Τρόπος Άρθρωσης:**
  - ▶ Μέσο Άρθρωσης σε επαφή με Σημείο Άρθρωσης.
  - ▶ Σημείο με τη μικρότερη διατομή στη ΣΚ.

▶ 34

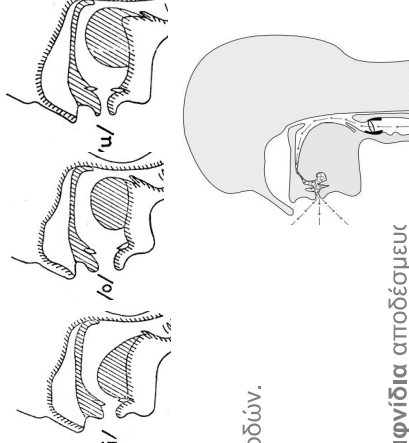
Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας



## Ιδιότητες & Χαρακτηριστικά Ήχων Ομιλίας

### Άρθρωση:

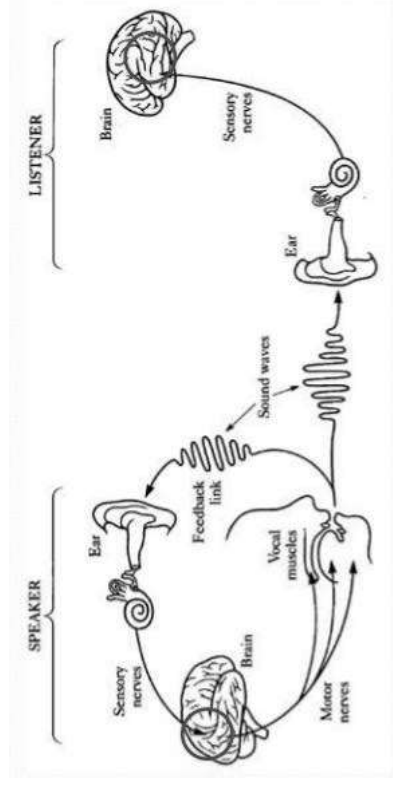
- Φωνηέντων**
  - ▶ Ηχηρά: ταλάντωση φωνητικών χορδών. /h/
  - ▶ Χείλη: ανοιχτά,
  - ▶ Γλώσσα: ποικίλια από θέσεις,
- Συμφώνων**
  - ▶ Ηχηρά και Άηχα: απουσία φωνητικών χορδών.
  - ▶ Στένωση ΦΚ: Βεβιασμένη έξοδος.
- Στιγμιαίων (εκρηκτικά)**
  - ▶ Ηχηρά και Άηχα
  - ▶ Κλειστεί έξοδος, στον τόπο άρθρωσης, Αιφνίδια αποδέσμευ



▶ 35

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Τέλος



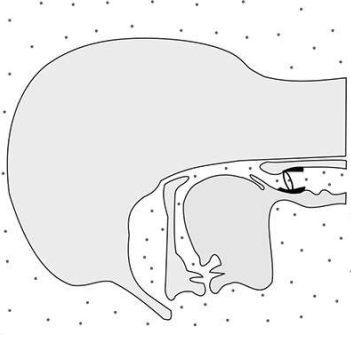
▶ 37

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Παραγωγή ήχων ομιλίας

### Συνάρθρωση (Συνεχή ομιλία):

- ▶ **Σύμφωνα:**
  - ▶ Γρήγορες κινήσεις των μέσω άρθρωσης.
  - ▶ Μέσα άρθρωσης πλησιάζουν την θέση-στόχο.
- ▶ **Φωνήεντα:**
  - ▶ Μεγάλη Διάρκεια, (20-400msec).
  - ▶ Μέσα άρθρωσης φθάνουν τον στόχο
- ▶ **Εισπνοή - Εκπνοή**
  - ▶ Κανονική αναπνοή:
    - ▶ 60% εκπνοή και 40% εισπνοή.
  - ▶ Ομιλία:
    - ▶ 90% εκπνοή και 10% εισπνοή.



▶ 36

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

## Χαρακτηριστικά Ελλ. Φωνημάτων: Φωνήεντα

- **Φωνήεντα:** /a/, /o/, /ε/, /υ/, /i/, /i/, /i/
- ▶ Πρόσθια φωνήεντα: (/ε/, /i/)
  - ▶ Η γλώσσα στο πρόσθιο μέρος του στόματος.
  - ▶ Στόμα σχετικά κλειστό για το /ε/, μισάνοιχτο για το /i/.
- ▶ Πίσω φωνήεντα: (/o/, /u/)
  - ▶ Η γλώσσα στο πίσω μέρος του στόματος
- ▶ Κεντρικά φωνήεντα: (/a/)
  - ▶ Η γλώσσα σε θέση ηρεμίας, (ουδέτερο).
- ▶ Δίφθογγοι
  - ▶ /φωνήεν/+ /φωνήεν/

▶ 38

Νίκος Φακωτάκης Τεχνολογία Ομιλίας

Χαρακτηριστικά Ελλ. Φωνημάτων: **Σύμφωνα**

- ▶ **Σύμφωνα** (Μεγαλύτερη στένωση του ΦΚ)
  - ▶ Τυρβώδη
    - Ηχηρά: /z/
    - Συριστικά /s/
    - Χειλοδοντικά /v/
    - Οδοντικά /ð/
    - Λαρυγγικά /ɣ/
    - Ουρανικά (palatal) /ɲ/+i/, /ɲ/+ε/
  - ▶ Εγκρητινά (Κρουστικά):
    - Χελικά Labial /b/
    - Οδοντικά Dental /d/
    - Λαρυγγικά Velar /g/
    - Ουρανικά Palatal /g/+i/, /g/+ε/
  - ▶ Ένθινα
    - Χελικά /m/
    - Λαρυγγικά /n/, /ɲ/, /r/
  - ▶ Ημίφωνα (Υγρό): /N/+i/->/L/, /m/+i/->/M/, /n/+i/->/N/
  - ▶ Αλλόφωνα

Φωνήματα της Ελληνικής γλώσσας

Φώνημα		Τρόπος	Τόπος άρθρωσης	Παράδειγμα
/α/	[a]	φωνήεν	κεντρικό (ανοιχτό)	ανοίγω
/α/	[ˈa]	φωνήεν	κεντρικό (ανοιχτό)	γάτα
/ο/	[o]	φωνήεν	πίσω (μισάνοιχτο)	τομή
/ο/	[ˈo]	φωνήεν	πίσω (μισάνοιχτο)	όραμα
/ε/	[ɛ]	φωνήεν	πρόσθιο (μισάνοιχτο)	πέτω
/ε/	[ˈɛ]	φωνήεν	πρόσθιο (μισάνοιχτο)	πέραςμα
/ου/	[u]	φωνήεν	πίσω (κλειστό)	πουθενά
/ου/	[ˈu]	φωνήεν	πίσω (κλειστό)	ούτε
/ι/	[i]	φωνήεν	πρόσθιο (κλειστό)	μικρός
/ι/	[ˈi]	φωνήεν	πρόσθιο (κλειστό)	αμύδαλο

Φωνήματα της Ελληνικής γλώσσας...

/Λ/	[l]	υγρό	alveolar	λάθος
/Λ/	[lˈ]	υγρό	palatal	ελιά
/ρ/	[r]	υγρό	alveolar	νερό
/μ/	[m]	ένθινο	χειλικό	μαθαίνω
/ν/	[n]	ένθινο	alveolar	νόμισμα
/ν/	[nˈ]	ένθινο	palatal	εννιά
/ν/	[ɲ]	ένθινο	λαρυγγικό	σφιγγω
/π/	[p]	εκρηκτικό	χειλικό	πείθω
/μπ/	[b]	εκρηκτικό	χειλικό	μπάλα
/τ/	[t]	εκρηκτικό	οδοντικό	τραπέζι
/ντ/	[d]	εκρηκτικό	οδοντικό	ντομάτα
/κ/	[k]	εκρηκτικό	λαρυγγικό	ακόμη
/κ/	[kˈ]	εκρηκτικό	palatal	κέρασμα
/γκ/	[g]	εκρηκτικό	λαρυγγικό	αγκώνας
/γκ/	[gˈ]	εκρηκτικό	palatal	άγγελος

Φωνήματα της Ελληνικής γλώσσας...

/σ/	[s]	τυρβώδες	alveolar	σίδηρος
/ζ/	[z]	τυρβώδες	alveolar	ζωή
/φ/	[f]	τυρβώδες	χειλοοδοντικό	φανάρι
/β/	[v]	τυρβώδες	χειλοοδοντικό	βαφή
/θ/	[θ]	τυρβώδες	οδοντικό	θέρος
/δ/	[ð]	τυρβώδες	οδοντικό	δύναμη
/χ/	[x]	τυρβώδες	λαρυγγικό	νύχτα
/χ/	[xˈ]	τυρβώδες	palatal	τυχερός
/ψ/	[ψ]	τυρβώδες	λαρυγγικό	αγορά
/ψ/	[ψ]	τυρβώδες	palatal	γείτονας

# Μοντέλο παραγωγής ομιλίας

## ► Διέγερση

### ► 3 Κατηγορίες ήχων:

1. Ηχηροί ήχοι (voiced sounds):
  - Διέγερση με ψευδο-περιοδικούς παλμούς αέρα,
    - Ταλάντωση Φωνητικών Χορδών (ΦΧ), (Θεμελιώδης Συχνότητα)
2. Τυρβώδεις ήχοι (fricative sounds):
  - Θορυβώδους μορφής διέγερση
    - Χωρίς Ταλάντωση ΦΧ,
    - Στένωση του Φωνητικού Καναλιού (ΦΚ),
3. Εκρηκτικοί ήχοι (plosive sounds):
  - Ψευδο-περιοδική και Θορυβώδης Διέγερση
    - Ολοκληρωτικό κλείσιμο ΦΚ, ξαφνική αποδέσμευση (Βεβιασμένη έξοδος)

# Τα Φωνήματα της Ελληνικής Γλώσσας

