

# ΗΛΕΚΤΡΟΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

## 11. ΗΧΗΤΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ & ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

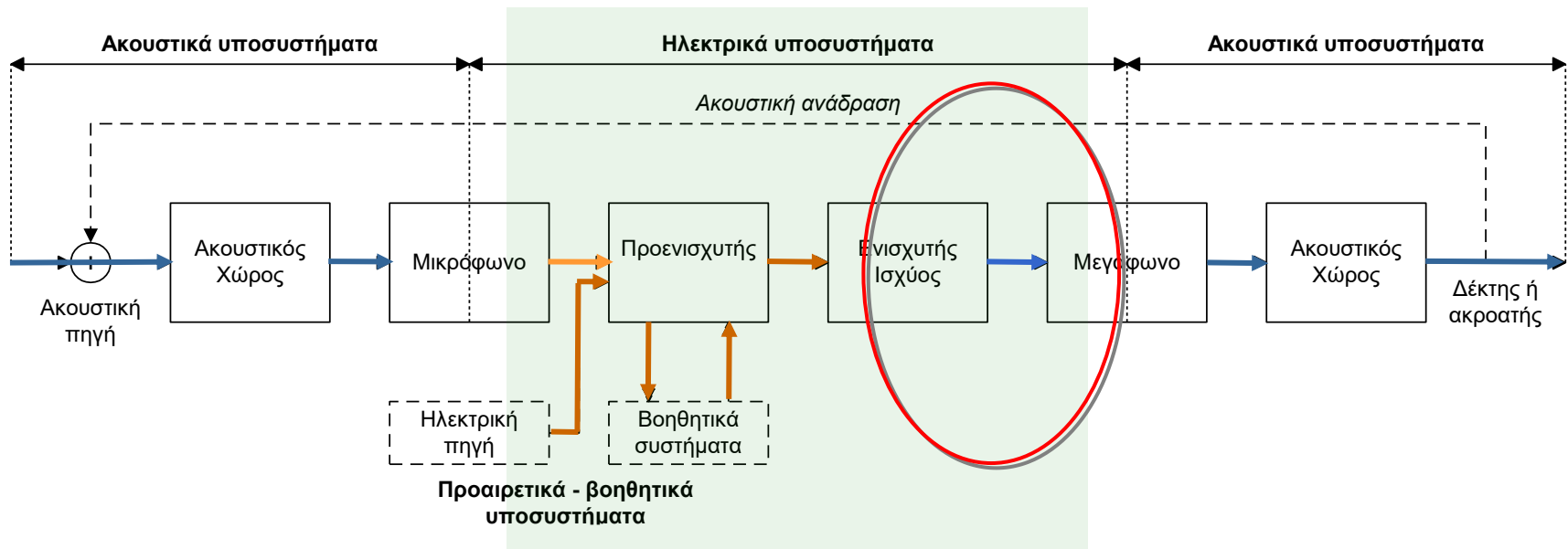
Γιάννης Μουρτζόπουλος



ΟΜΑΔΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

[www.wcl.ece.upatras.gr/audiogroup/](http://www.wcl.ece.upatras.gr/audiogroup/)

# ηλεκτρικές στάθμες στο ηχητικό σύστημα

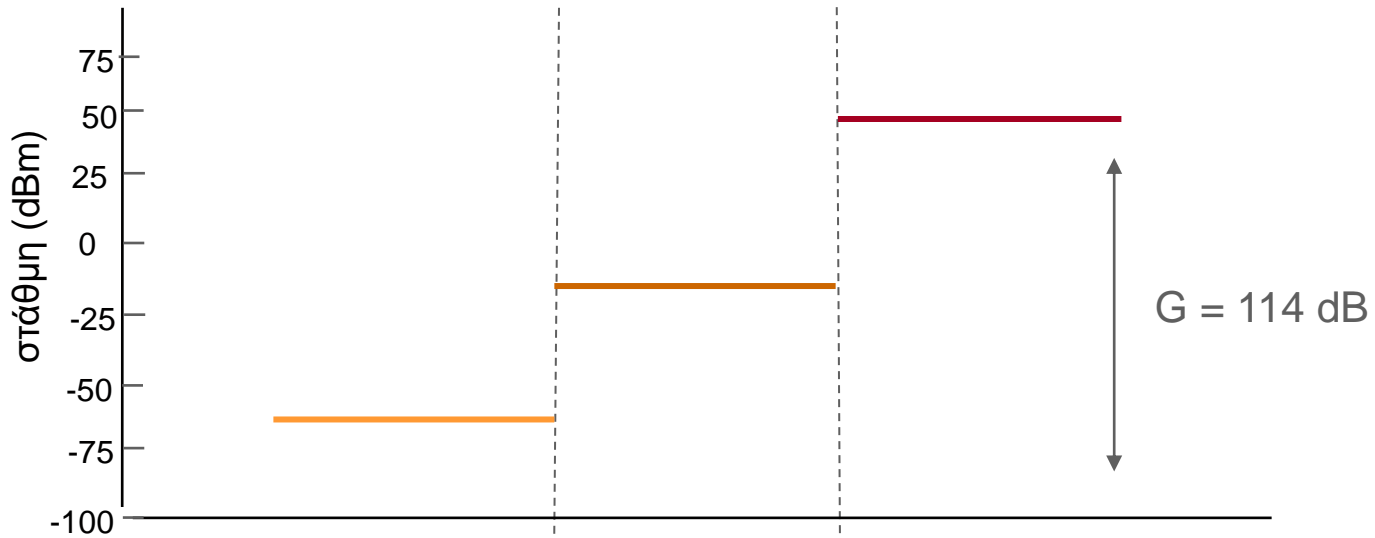
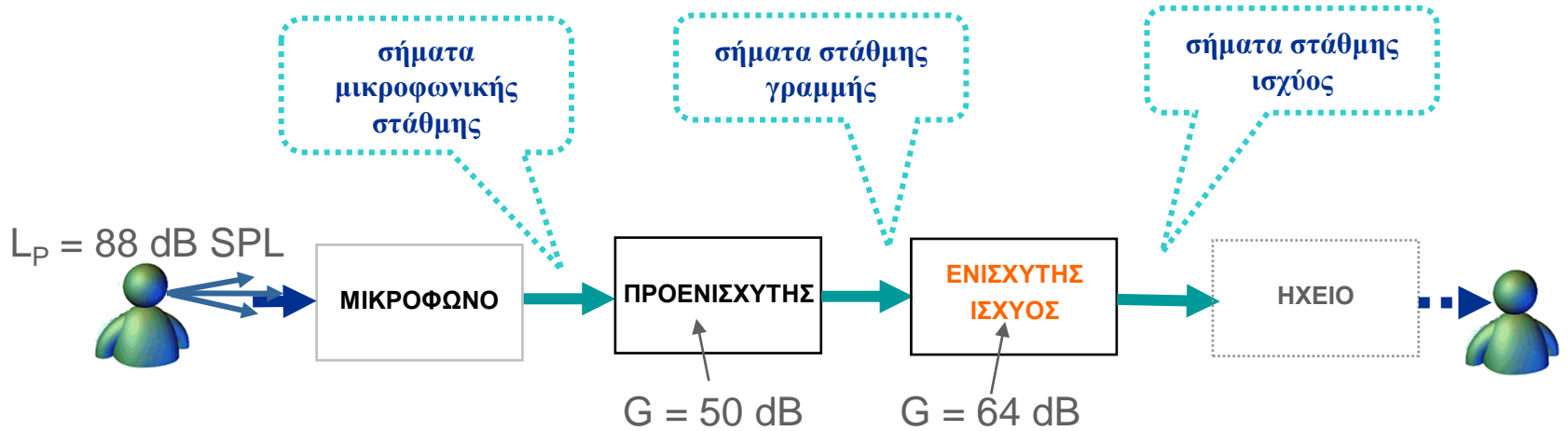


—————> **μικροφωνικό σήμα** (mic ή και phono)  
-80dBm έως -20dBm (π.χ. 1mV)

—————> **σήμα στάθμης γραμμής** (line)  
-20dBm έως +30dBm (π.χ. 1V)

—————> **σήμα στάθμης ισχύος** (power)  
+30dBm έως ...

# ηλεκτρικές στάθμες στο ηχητικό σύστημα



# ηλεκτρικό κέρδος

$$V_{in} = V_s \frac{z_{in}}{z_{in} + z_s}$$

$$W_{in} = \frac{V_{in}^2}{z_{in}}$$

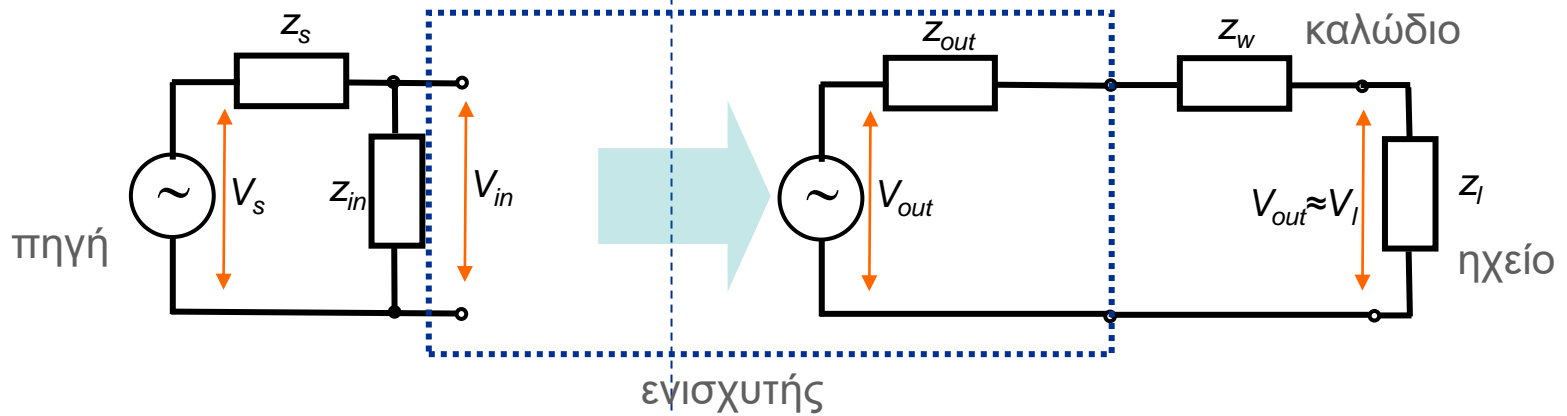
$$(W_{in})_{dBm} = 10 \log \frac{W_{in}}{W_{ref}}$$

$$W_{ref} = 10^{-3} \text{ Watt}$$

$$V_l = V_{out} \frac{z_l}{z_l + \cancel{z_{out}} + \cancel{z_w}} \approx V_{out}$$

$$W_{out} = \frac{V_{out}^2}{z_l}$$

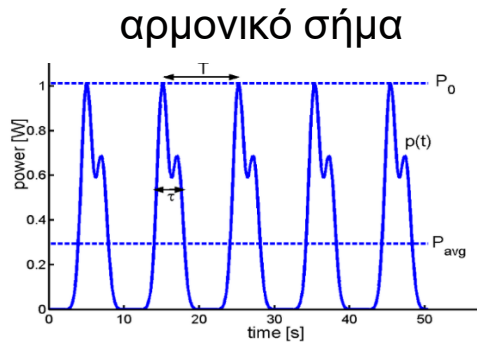
$$(W_{out})_{dBm} = 10 \log \frac{W_{out}}{W_{ref}}$$



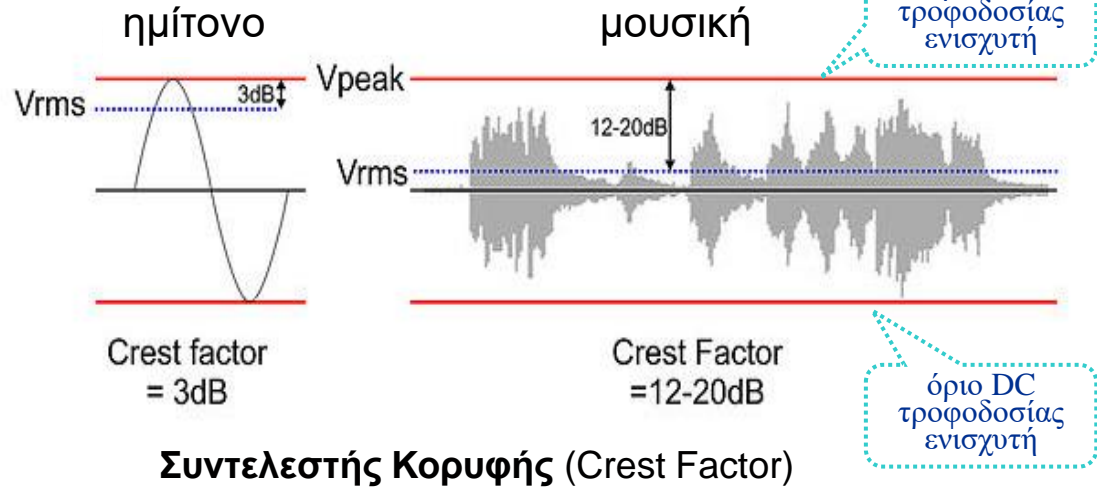
$$G = (W_{out})_{dBm} - (W_{in})_{dBm} = 10 \log \frac{W_{out}}{W_{in}} \approx 10 \log \frac{V_l^2 / z_l}{V_{in}^2 / z_{in}} \quad (\text{dB})$$

**ηλεκτρική προσαρμογή**

# ισχύς στο φορτίο



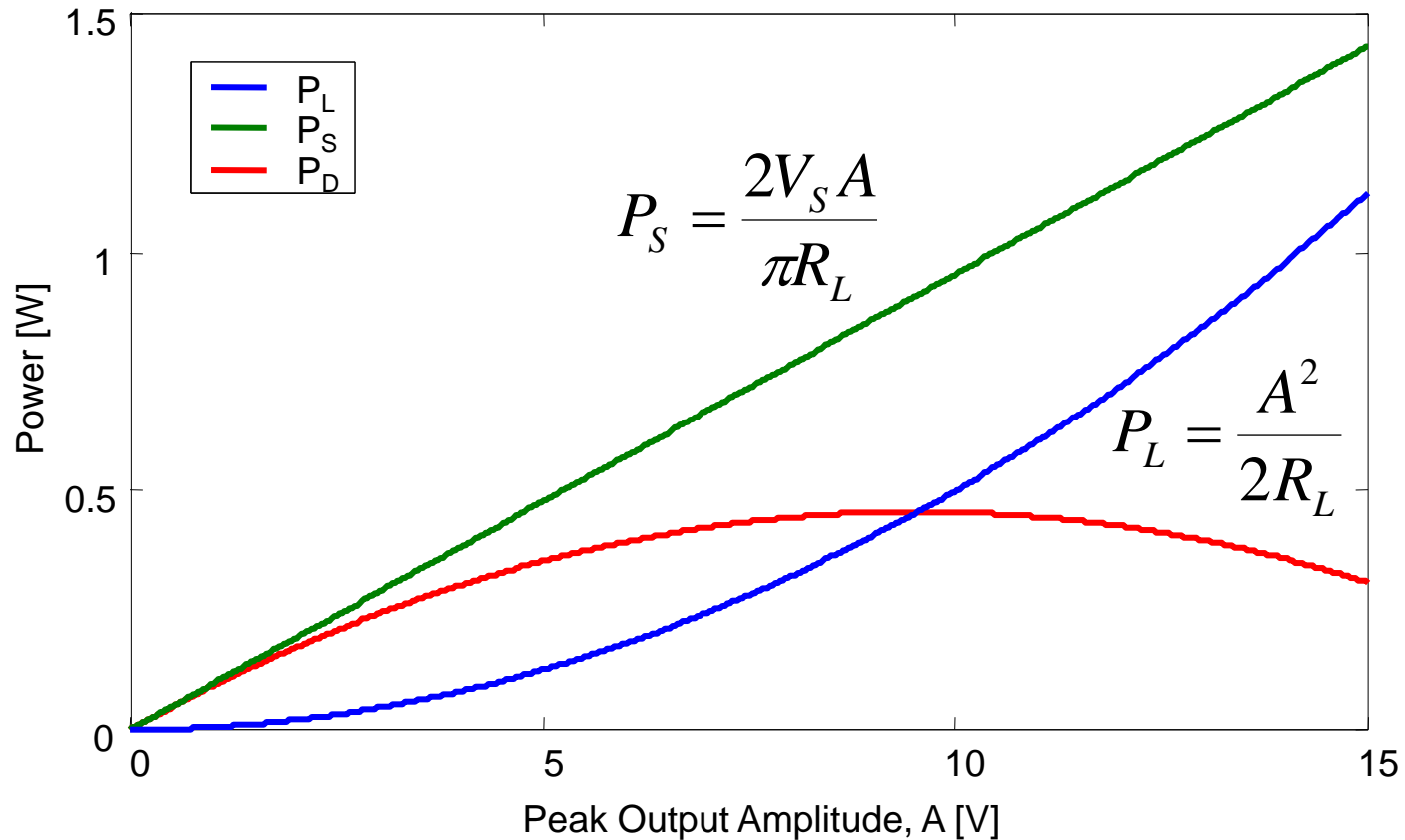
$$P_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) dt$$



- ο ενισχυτής θα χρειαστεί να αποδώσει μέγιστες τιμές ισχύος **πολύ μεγαλύτερες από τη μέση τιμή ισχύος**
- η *rms* ισχύς του ενισχυτή ορίζει τη μέση χρονική ισχύ για ημιτονοειδές (συνεχές) σήμα και είναι  $\sqrt{2}$  μικρότερη της μέγιστης (peak) τιμής – **μόνο για αυτό το σήμα**
- ο όρος Peak Music Power **είναι αυθαίρετος**, δεν υπάρχει κάποια τυπική μορφή μουσικού σήματος
- όπως συζητήθηκε, η μέγιστη (peak) τιμή ισχύος καθορίζεται από τα όρια των σταδίων τροφοδοσίας και εξόδου του ενισχυτή
- στους επαγγελματικούς ενισχυτές προσδιορίζεται η διάρκεια μπορεί να διατηρηθεί

## για ενισχυτή Τάξης Β

π.χ. για  $V_S = 15 \text{ V}$ ,  $R_L = 100\Omega$



- ο ενισχυτής, θεωρείται ότι συμπεριφέρεται σαν **γεννήτρια τάσης** (στα όρια της γραμμικής λειτουργίας του)
- ο ενισχυτής περιλαμβάνει στάδιο **ενίσχυσης τάσης** (π.χ.  $1V \times \text{κέρδος } 80 = 80V$ )
- το στάδιο **ενίσχυσης ρεύματος** (τάση / φορτίο, π.χ.  $80V/8\Omega = 10A$ )
- παρ' όλο που το ηχείο έχει χαμηλή αντίσταση σε σχέση με τα υπόλοιπα στάδια, απαιτείται **πολύ χαμηλή αντίσταση εξόδου** στον ενισχυτή
- η διαφορά από την τάση τροφοδοσίας,  $V_c = \pm 100V$  **χάνεται σαν θερμότητα** (π.χ.  $20V \times 10A = 200Watt$ )
- επιπλέον θερμική φόρτιση από την **αύξηση στα ρεύματα** και την **άεργο ισχύ του ηχείου** (παρακάτω)
- λύση με ενισχυτές τάξης D (απόδοση  $\approx 90\%$ )



- ο ενισχυτής, πρέπει ιδανικά να συμπεριφέρεται σαν **γεννήτρια τάσης** (ανεξάρτητα διακύμανσης του φορτίου), αλλά...
- ο ενισχυτής περιλαμβάνει **ΚΑΙ** στάδιο **ενίσχυσης ρεύματος**
- παρ' όλο που έχει μεγάλη αντίσταση εισόδου (και ελάχιστη εξόδου), το **μικρό ρεύμα εισόδου** θα πρέπει να **αυξηθεί σημαντικά** στο φορτίο

π.χ. αν στην είσοδο έχουμε  $z_{in} = 100 \times 10^3 \Omega$ ,  $V_{in} = 10V$ , τότε  $I_{in} = 0.1mA$   
αν στην έξοδο έχουμε  $|z_{E|} = 8 \Omega$  και  $V_{out} = 10V$ , τότε  $I_L = 1,25A$

- ελάττωση του φορτίου, απαιτεί μεγαλύτερο ρεύμα (για σταθερή τάση)  
π.χ. αν στην έξοδο έχουμε:

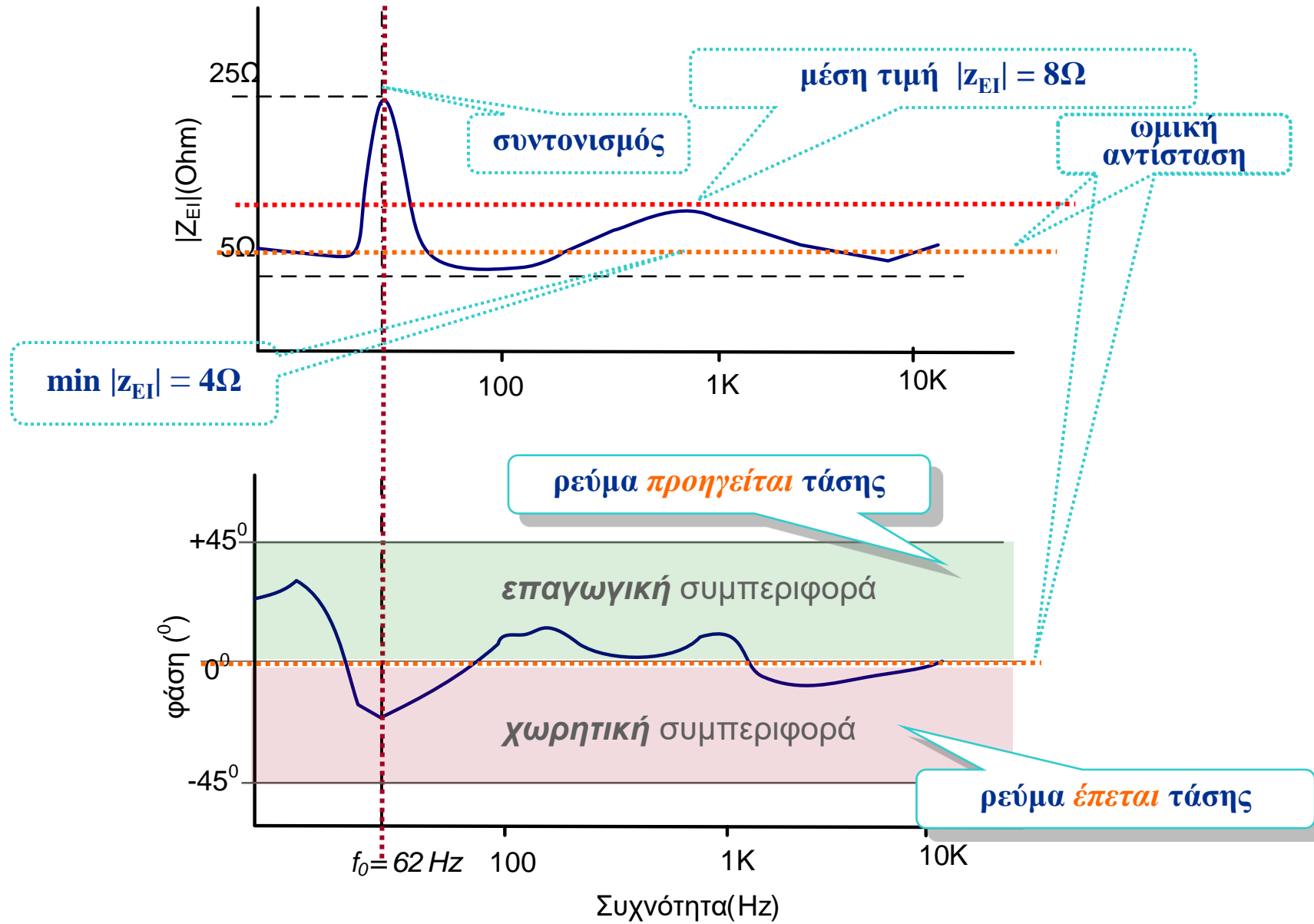
$|z_{E|} = 8 \Omega$  και  $V_{in} = 10V$ , τότε  $I_L = 1,25A$  και  $P_L = 12.5 \text{ watt}$

$|z_{E|} = 4 \Omega$  και  $V_{in} = 10V$ , τότε  $I_L = 2,5A$  και  $P_L = 25 \text{ watt}$

$|z_{E|} = 2 \Omega$  και  $V_{in} = 10V$ , τότε  $I_L = 5A$  και  $P_L = 50 \text{ watt} \dots$  (αντέχει???)

- επιπλέον θερμική φόρτιση από την **άεργο ισχύ του ηχείου**

# η σύνθετη αντίσταση του ηχείου



# η σύνθετη αντίσταση του ηχείου

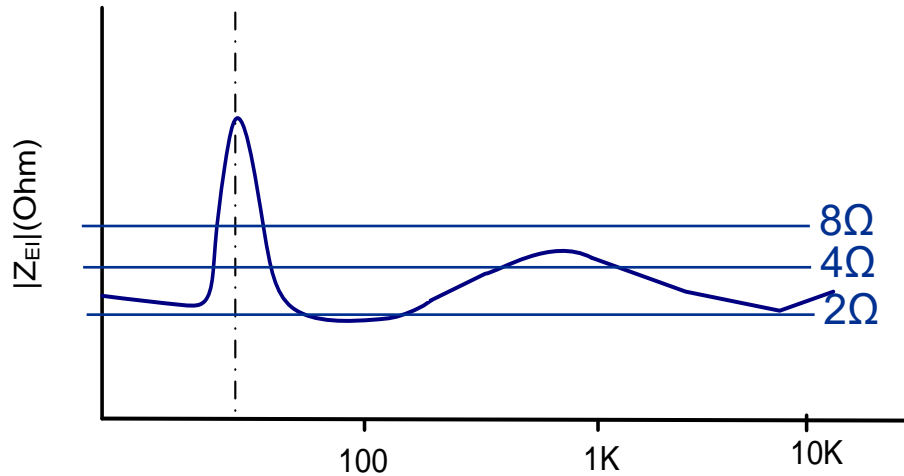
- ο ενισχυτής, θεωρείται ότι συμπεριφέρεται σαν γεννήτρια τάσης (στα όρια της γραμμικής λειτουργίας του)
- Το μέτρο της σύνθετης αντίστασης του ηχείου  $|Z_{EI}(\omega)|$  δείχνει την **απαιτήση για ρεύμα** σε κάθε συχνότητα
- Η σύνθετη μιγαδική αντίσταση του ηχείου  $Z_{EI}(\omega)$  δημιουργεί διαφορές στη **χρονική σχέση ρεύματος / τάσης**, όπως δείχνει η συνάρτηση φάσης  $\phi(\omega)$

- η **συνολική ισχύς** στο φορτίο (ηχείο) δίνεται:

$$P_L(\omega) = \frac{V_L^2}{2|Z_{EI}(\omega)|} \cos \phi(\omega)$$

- Ο ενισχυτής μεταφέρει ισχύ **μόνο στο ωμικό φορτίο**
- Η συνάρτηση φάσης δείχνει πόσο από την (άεργη) ισχύ χάνεται σε θερμότητα στον ενισχυτή (αφού  $\cos(\omega) \leq 1$ ),
- Σε συχνότητες με **μεγάλη αλλαγή φάσης** και **μικρό μέτρο**, απαιτούν και **πολύ ρεύμα και φορτίζουν** τον ενισχυτή

# αντίσταση του ηχείου και ισχύς



$$P_L(\omega) = \frac{V_L^2}{2|Z_{EI}(\omega)|} \cos \phi(\omega)$$

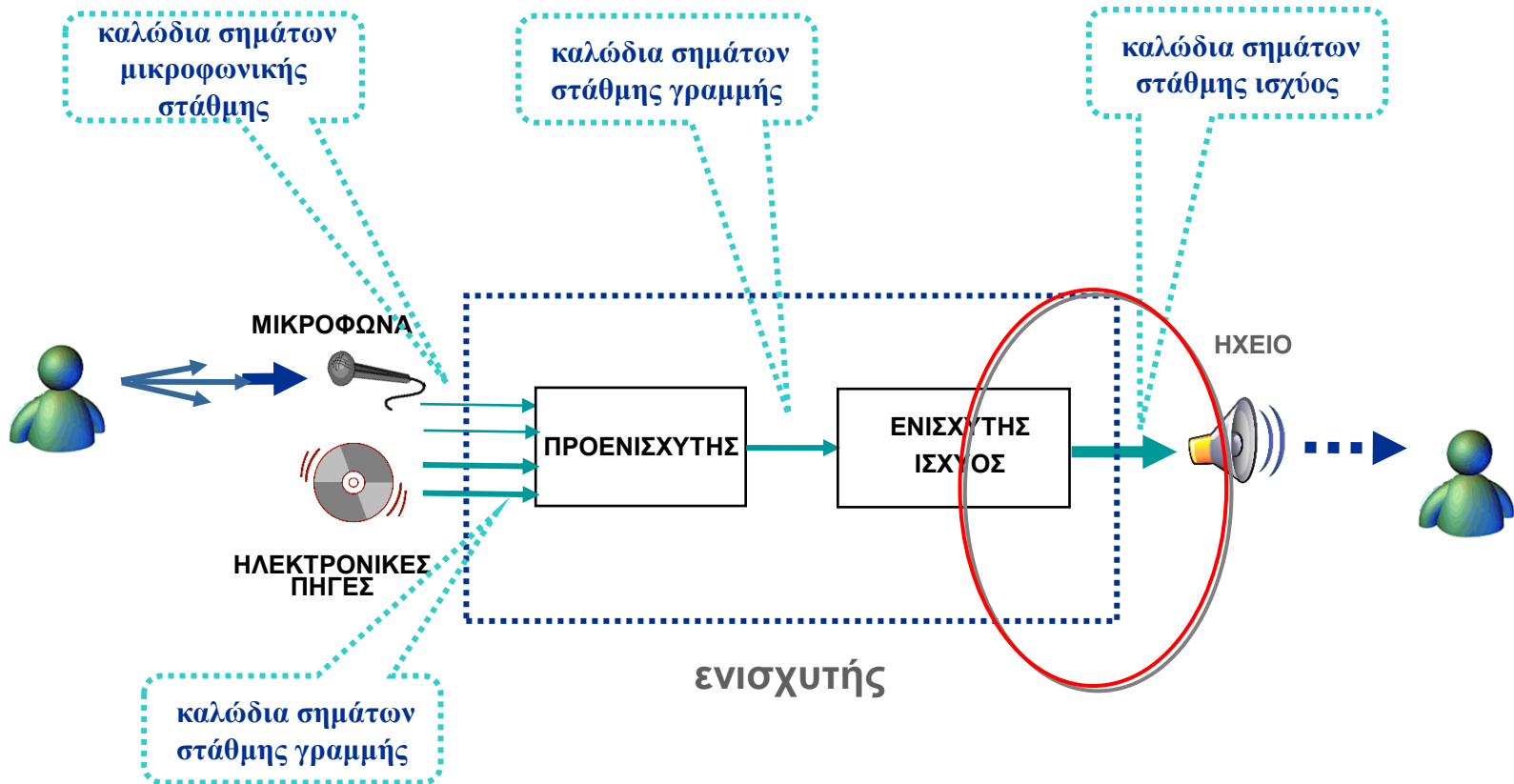
- η αποδιδόμενη ισχύς **αυξάνει** όσο **μειώνεται** το μέτρο της σύνθετης αντίστασης του ηχείου  $|Z_{EI}(\omega)|$   
π.χ. 100 Watt rms στα 8Ω  
160 Watt rms στα 4Ω  
210 Watt rms στα 2Ω

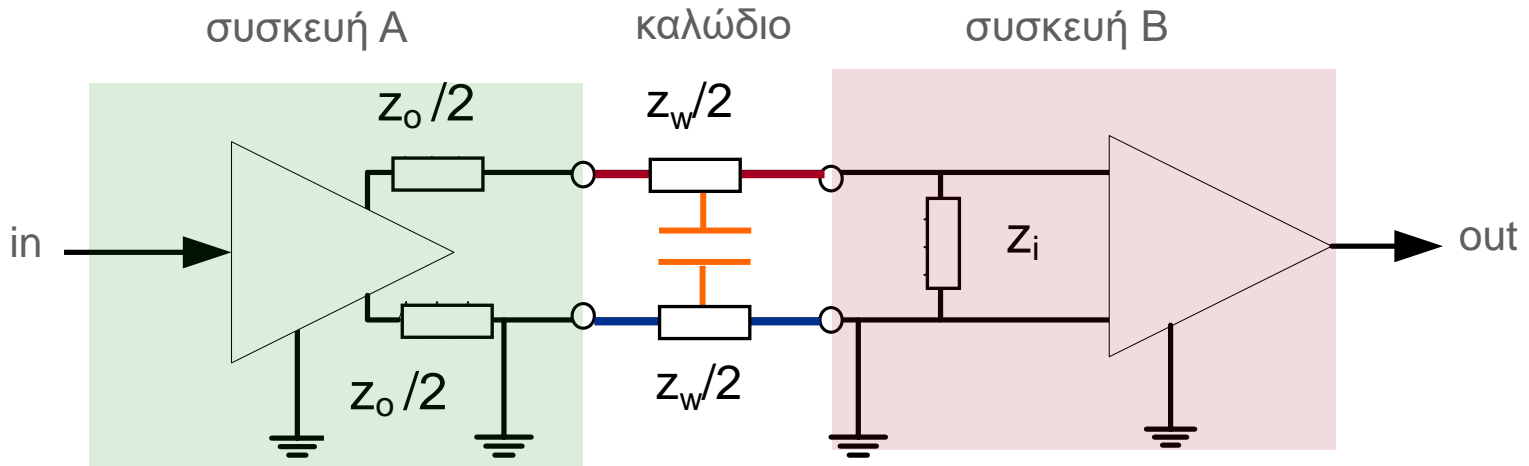
...αλλά...

- αυξάνει η μη-γραμμικότητα των τρανζίστορ (THD)
- αυξάνει το ρεύμα εξόδου στα τρανζίστορ (φθορά)
- αυξάνει τα θερμικά φορτία στον ενισχυτή (φθορά)
- αυξάνει η απώλεια σε καλώδια (μειώνεται η απόδοση του ενισχυτή)
- ψαλιδισμός του σταδίου τροφοδοσίας (THD)

**καλώδια – συνδέσεις με ηχεία**

# ηλεκτρικές στάθμες στο ηχητικό σύστημα





- τα καλώδια σε ηχητικές εγκαταστάσεις δεν είναι γραμμές μεταφοράς
- IEC 1987:  $Z_o$  &  $Z_w$  μικρή,  $Z_i$  μεγάλη  $\rightarrow$  μέγιστη μεταφορά τάσης
- αν υπάρχει χωρητικότητα  $\rightarrow$  το καλώδιο γίνεται LPF

# σύνδεση με ηχεία

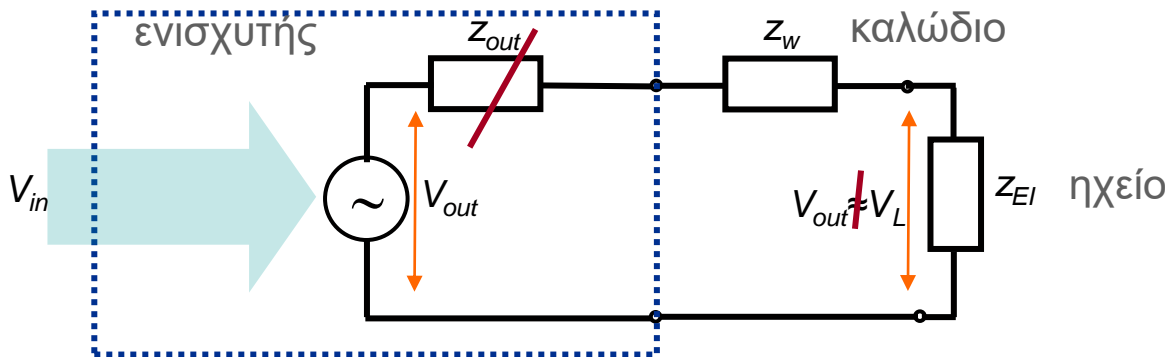
ισχύς στο ηχείο χωρίς απώλειες

$$P_{out} = \frac{V_{out}^2}{z_{EI}}$$

$$V_L = V_{out} \frac{z_{EI}}{z_{EI} + \cancel{z_{out}} + z_w} \approx V_{out} \frac{z_{EI}}{z_{EI} + z_w}$$

$$P_L = \frac{V_L^2}{z_{EI}}$$

ισχύς στο ηχείο με απώλειες



$$G_{loss} = (P_L)_{dBm} - (P_{out})_{dBm} = 10 \log \frac{V_L^2 / z_{EI}}{V_{out}^2 / z_{EI}} = 20 \log \frac{z_{EI}}{z_{EI} + z_w} \quad (\text{dB})$$

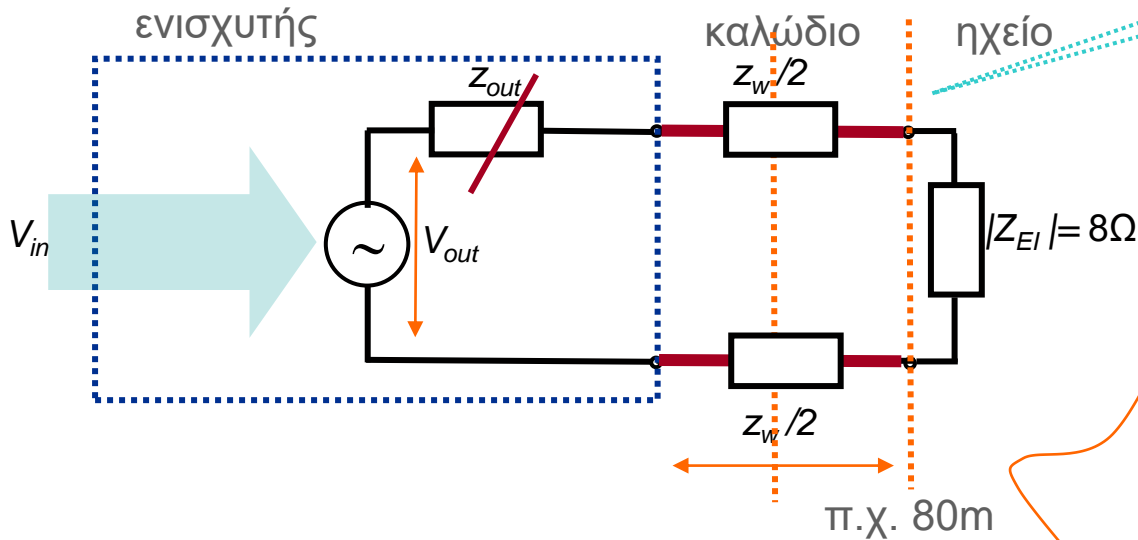
εξασθένηση



# σύνδεση με ηχεία

$$G_{loss} = (P_L)_{dBm} - (P_{out})_{dBm} = 10 \log \frac{V_L^2 / z_{EI}}{V_{out}^2 / z_{EI}} = 20 \log \frac{z_{EI}}{z_{EI} + z_w} \text{ (dB)}$$

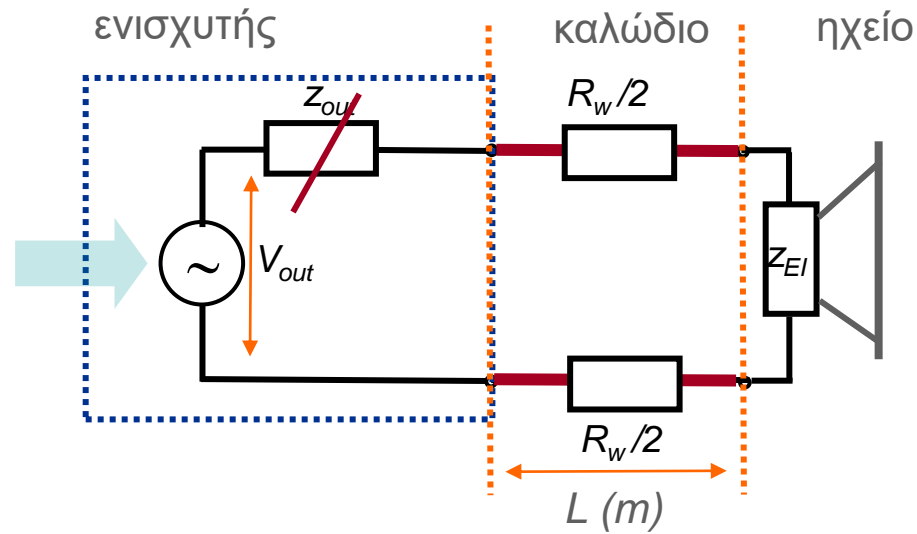
συνήθως σαν  
αντίσταση ανά  
μήκος



ΤΥΠΟΣ (AWG)	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (Ω) / 300m
10	1
12	1,6
14	2,5
16	4
18	6,3
29	10

$$Z_w/2 \equiv R_w/2 = 1 \times 80/300 = 0,267 \Omega \rightarrow R_w = 0,534 \Omega$$

$$G_{loss} = 20 \log \frac{R_{EI}}{R_{EI} + R_w} = 20 \log \frac{8}{8 + 0,534} = -0,56 \text{ dB}$$



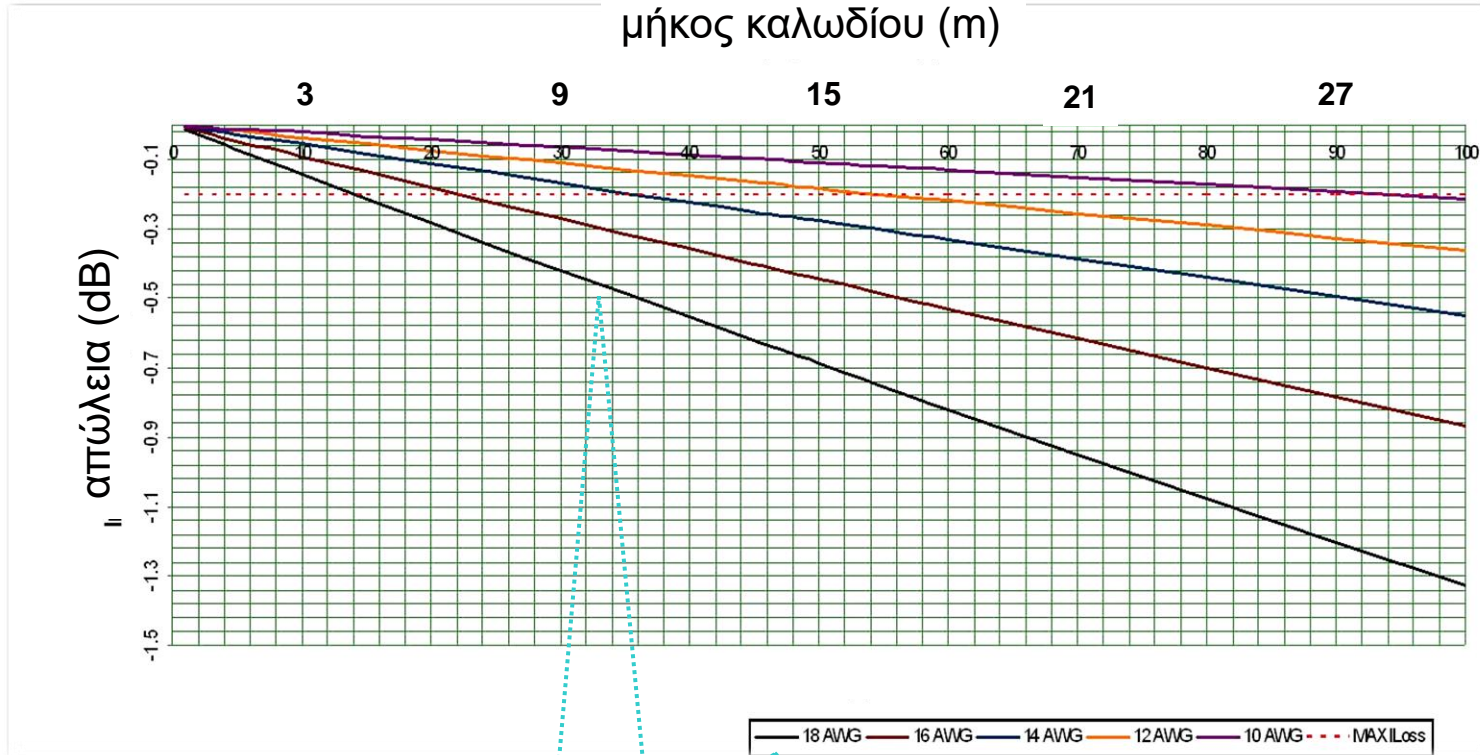
$$R_w \approx \frac{kL}{d^2}$$

$k$  = σταθερά αντίστασης καλωδίου

$L$  = μήκος (m)

$d$  = διατομή (m)

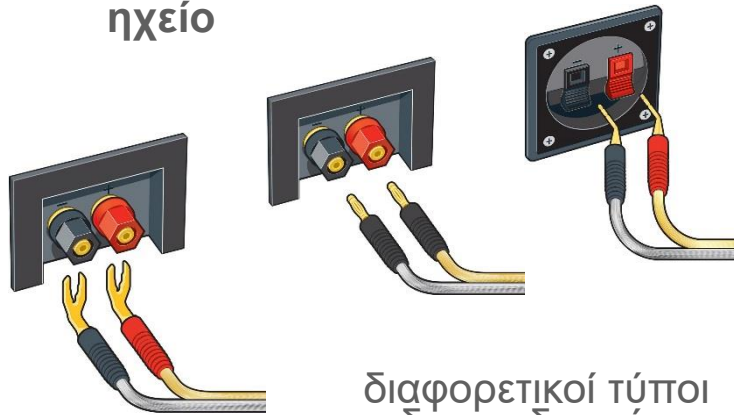
- πρέπει  $R_w \leq 5\%$  της  $Z_{EI}$



λεπτό καλώδιο,  
μεγάλη αντίσταση

# σύνδεση με ηχεία

ηχείο

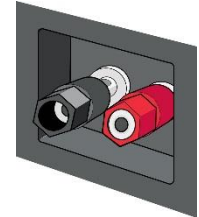


διαφορετικοί τύποι  
διασυνδετικών

οικιακές –  
ημι-επαγγελματικές  
εφαρμογές



ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ



ηχείο

speakon

επαγγελματικές –  
γενικές AV, δικτυακές  
εφαρμογές



CAT5E



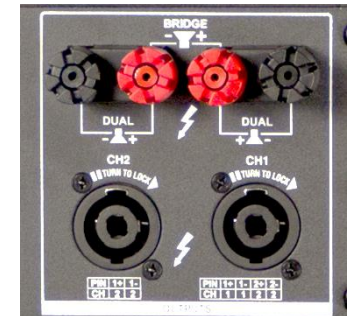
CAT6



CAT6A



ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ

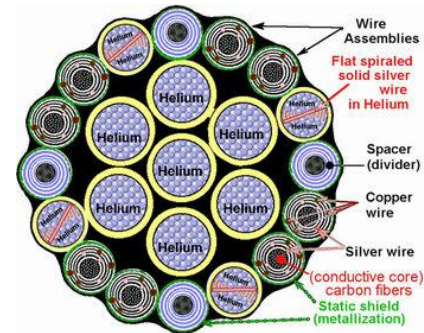


# καλώδια σύνδεσης με ηχεία

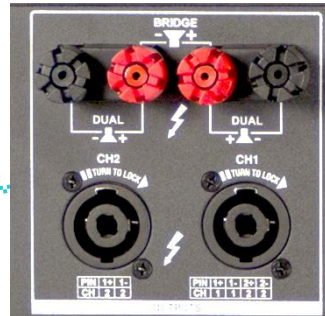
συνηθισμένο οικιακό,  
περίπου 1 ευρώ -μέτρο



audiophile, περίπου  
4000 ευρώ -μέτρο



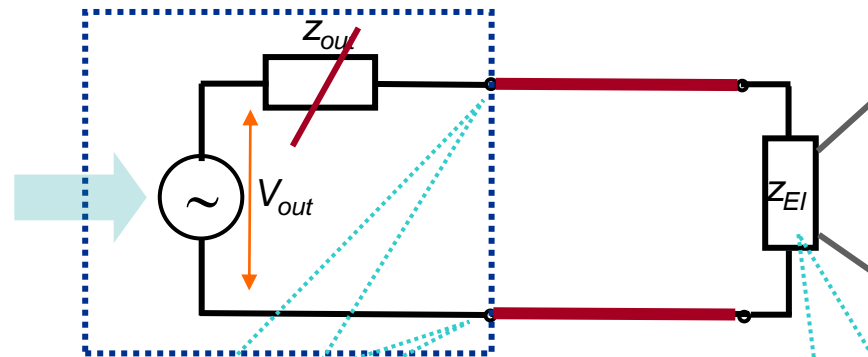
2-ch ή stereo ενισχυτής



ενισχυτής

καλώδιο

ηχείο



αντίσταση που θα δει  
ο ενισχυτής  
π.χ.  $8\Omega$ ,  $4\Omega$ , κλπ.

τι γίνεται αν δεν  
ταιριάζει η  $Z_{EI}$ ?

# σύνδεση με ηχεία

σύνδεση 2 καναλιών  
(ή και stereo) σε 2 ηχεία 8Ω



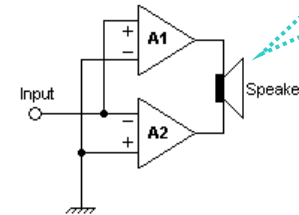
σύνδεση 2 καναλιών  
(ή και stereo) σε 2 ηχεία 4Ω



συνδυασμός 2 καναλιών (σε mono)  
για σύνδεση σε 1 ηχείο 8Ω

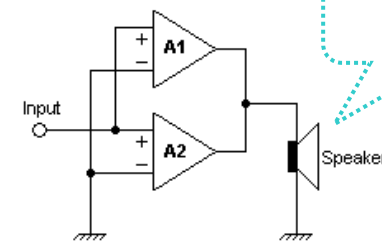


διπλασιασμός  
τάσης



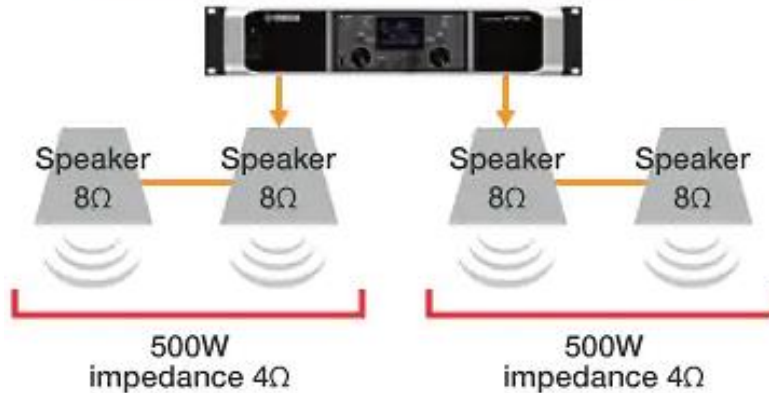
σύνδεση γεφύρωσης  
(bridged)

διπλασιασμός  
ρεύματος



παράλληλη σύνδεση

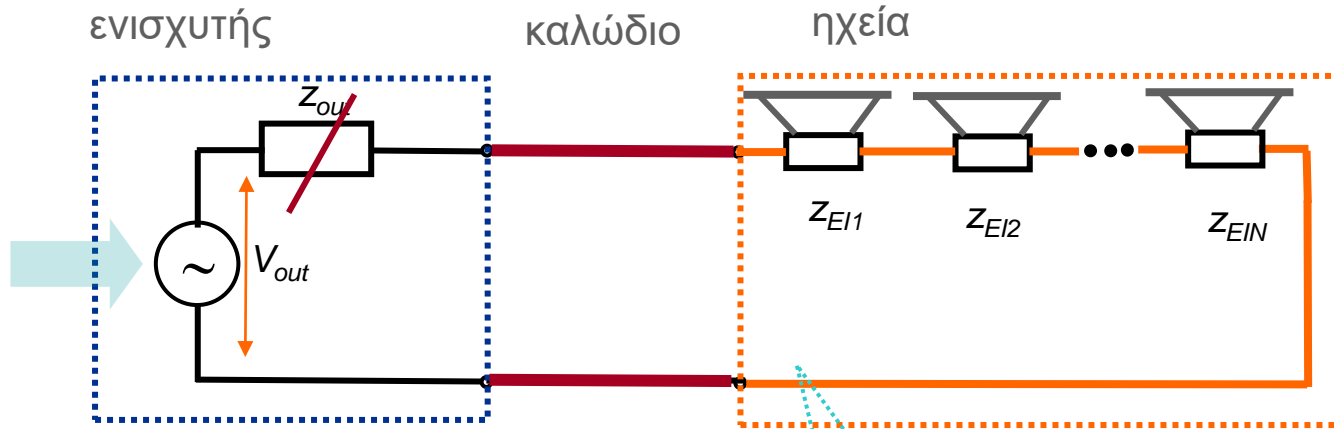
σύνδεση 2 καναλιών  
(ή και stereo), παράλληλα σε 2 ζευγάρια ηχείων 8Ω



η ισχύς  
(σχεδόν)  
διπλασιάζεται  
από 8Ω σε 4Ω

# καλώδια για σύνδεση με ηχεία

## ΣΕΙΡΙΑΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ



$$Z_{tot} = Z_{EI1} + Z_{EI2} + \dots Z_{EIN}$$

αν:  $Z_{EI1} = Z_{EI2} = \dots Z_{EIN} = Z_{EI}$

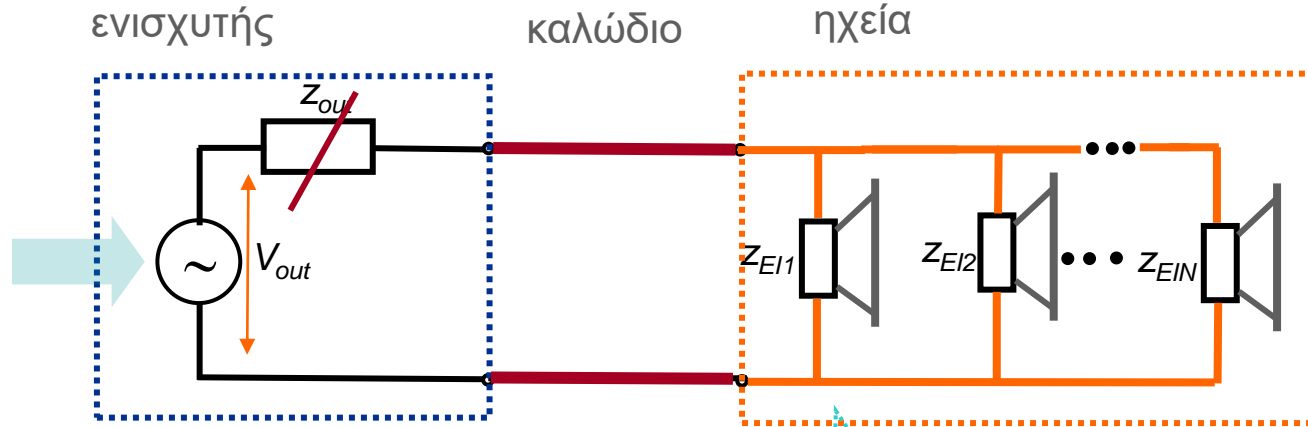
ΤΟΤΕ:  $Z_{tot} = NZ_{EI}$

- κακή απόκριση συχνότητας
- διακοπή αν καταστραφεί ένα ηχείο
- αύξηση αντίστασης → μείωση στάθμης



# καλώδια για σύνδεση με ηχεία

## ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ



$$Z_{tot} = \frac{1}{1/Z_{EI1} + 1/Z_{EI2} + \dots + 1/Z_{EIN}}$$

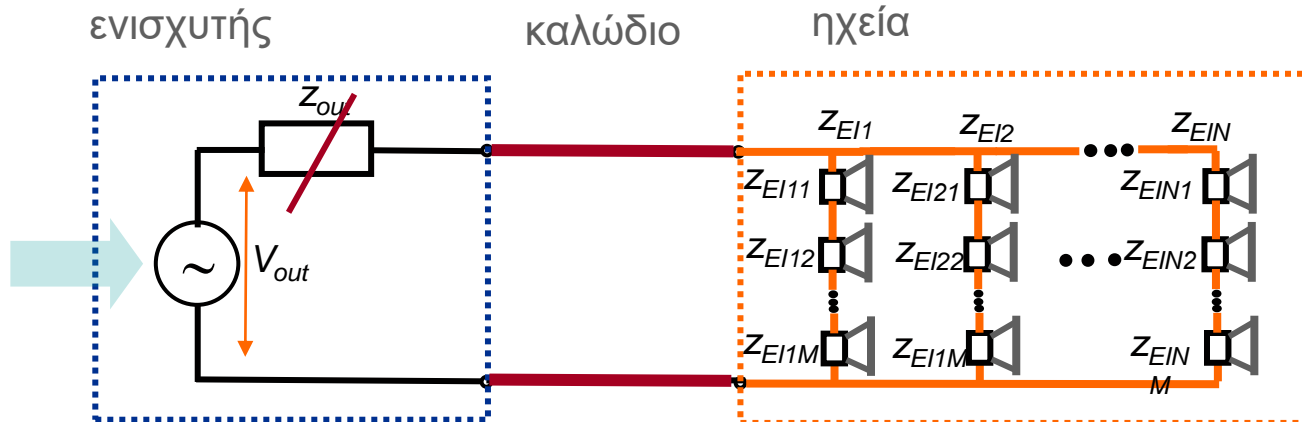
αν:  $Z_{EI1} = Z_{EI2} = \dots = Z_{EIN} = Z_{EI}$

ΤΟΤΕ:  $Z_{tot} = Z_{EI} / N$

- μέτρια απόκριση συχνότητας
- μη διακοπή αν καταστραφεί ένα ηχείο
- μείωση αντίστασης → πρόβλημα σε ενισχυτή

# καλώδια για σύνδεση με ηχεία

## ΣΕΙΡΙΑΚΗ / ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΣΥΝΔΕΣΗ



$$Z_{EI1} = Z_{EI11} + Z_{EI12} + \dots + Z_{EI1M}$$

$$Z_{tot} = \frac{1}{1/Z_{EI1} + 1/Z_{EI2} + \dots + 1/Z_{EIN}}$$

αν:  $Z_{EI1} = Z_{EI2} = \dots = Z_{EIN} = Z_{EI}$

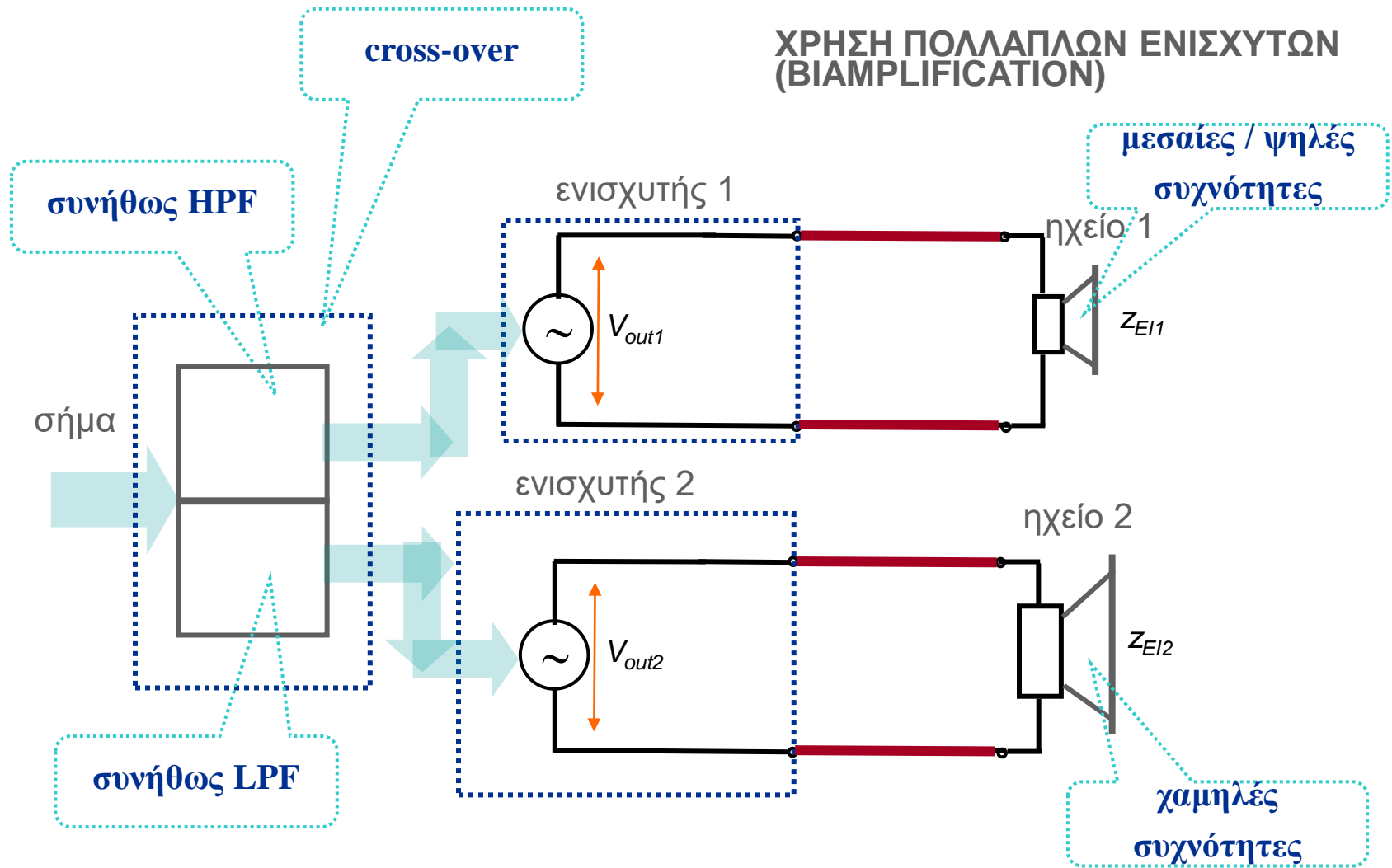
τότε:  $Z_{tot} = Z_{EI} / N$

όπου:  $Z_{EI2} = Z_{EI21} + Z_{EI22} + \dots + Z_{EI2M}$

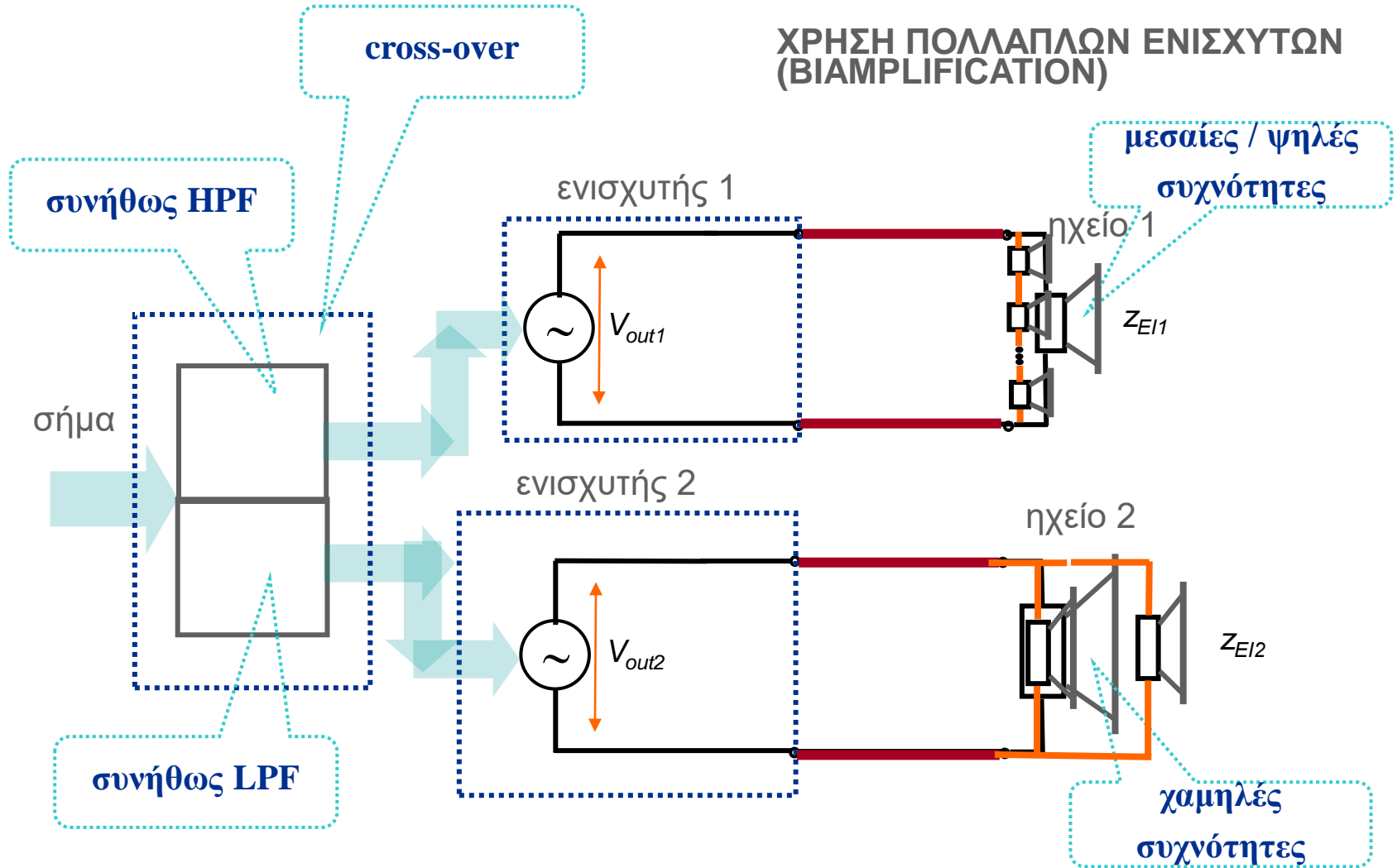
$$Z_{EIN} = Z_{EIN1} + Z_{EIN2} + \dots + Z_{EINM}$$

- μέτρια απόκριση συχνότητας
- μη διακοπή αν καταστραφεί ένα ηχείο
- ρύθμιση αντίστασης → προσαρμογή σε ενισχυτή

# καλώδια για σύνδεση με ηχεία



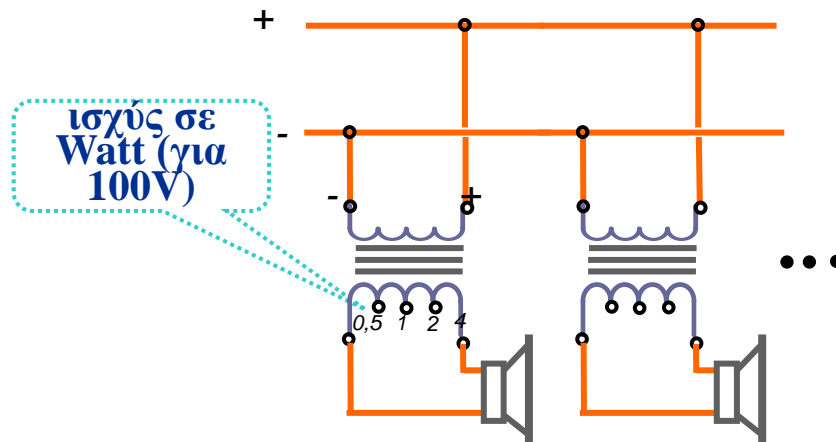
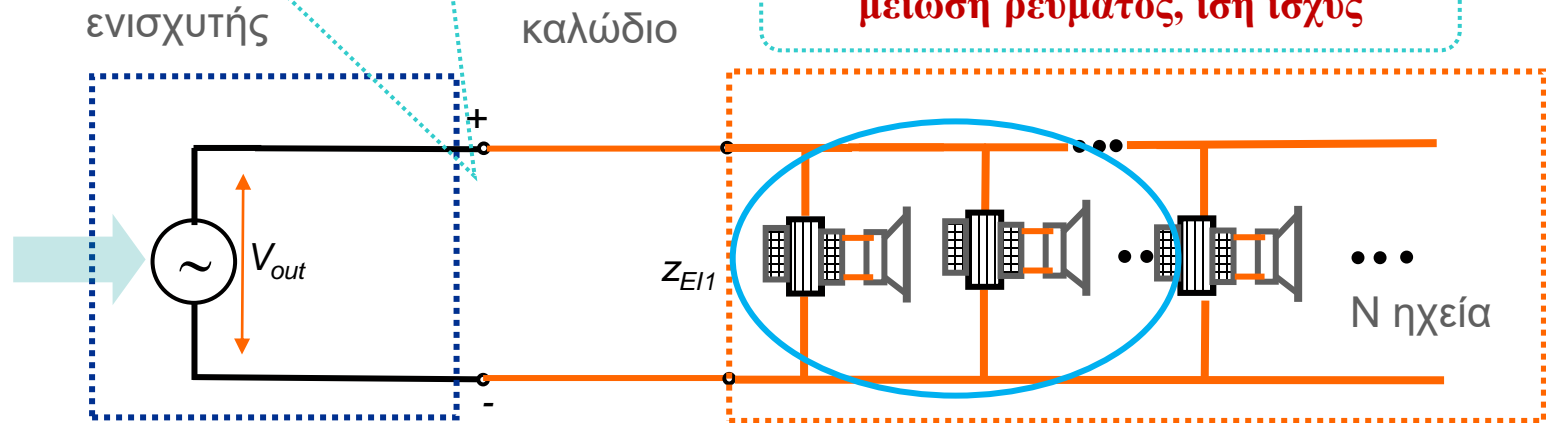
# καλώδια για σύνδεση με ηχεία



# καλώδια για σύνδεση με ηχεία

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ “ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΣΗΣ”

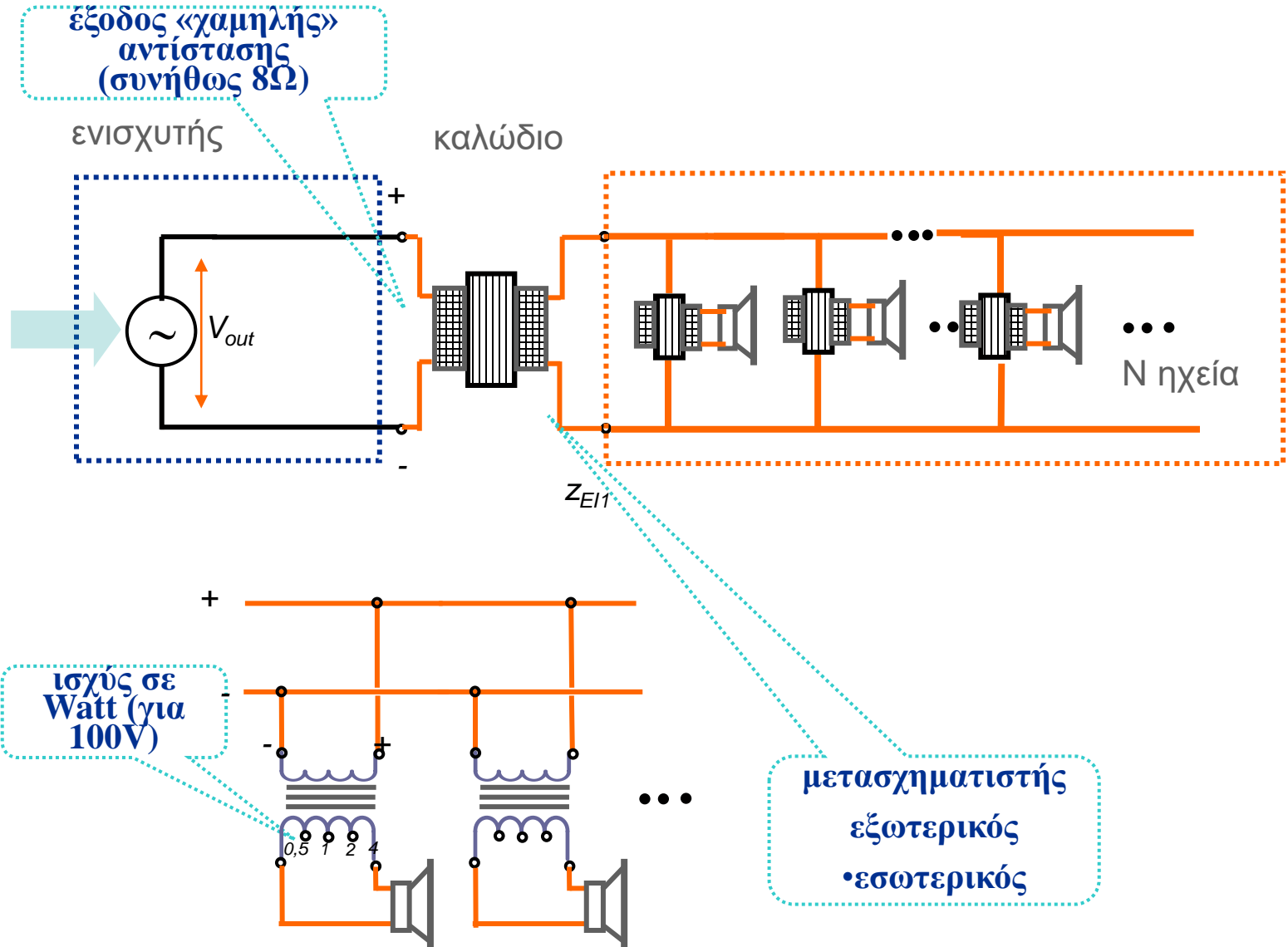
έξοδος «σταθερής» τάσης  
(συνήθως για μέγιστη έξοδο, 100V)  
σωστότερο: «υψηλής εμπέδισης»



- για μικρή απώλεια σε μακριά καλώδια
- αυξάνει η τάση, μικραίνει το ρεύμα (λίγη απώλεια σε  $I^2R$ )
- μετασχηματιστής σε κάθε μεγάφωνο προσαρμόζει σε  $Z_{EI}$

# καλώδια για σύνδεση με ηχεία

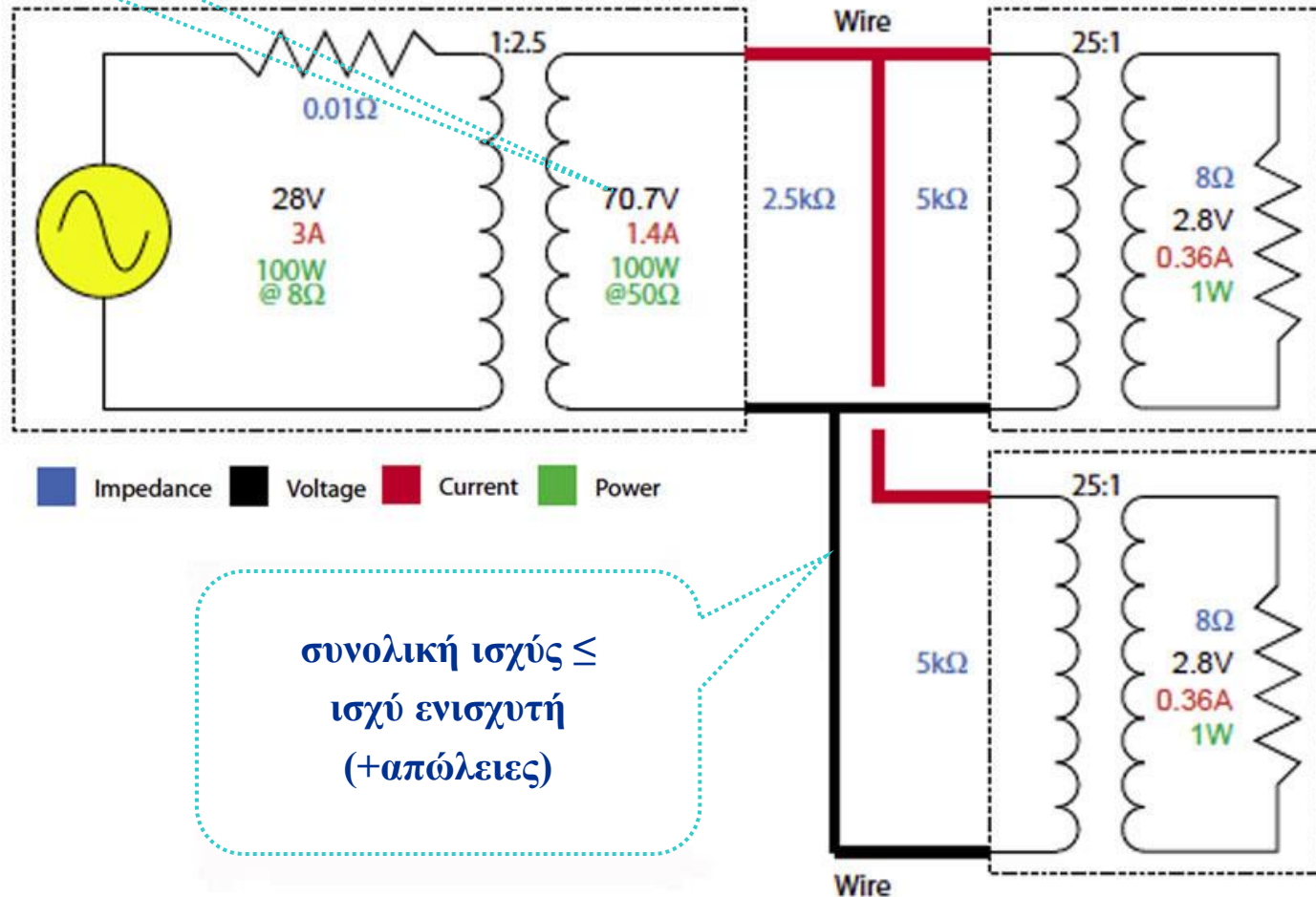
## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ “ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΣΗΣ”



# καλώδια για σύνδεση με ηχεία

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ “ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΣΗΣ”

παράδειγμα  
με τάση  
γραμμής 70,7V



συνολική ισχύς  $\leq$   
ισχύ ενισχυτή  
(+απώλειες)

# καλώδια για σύνδεση ηχεία

## ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ “ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΤΑΣΗΣ”

- Εμφανίζεται ψηλή τάση, χαμηλό ρεύμα σε ψηλή αντίσταση

*π.χ. για 100 Watt ενισχυτή: 100V, 1,41 A, σε 50 Ω*

- Παράλληλη σύνδεση στα ηχεία

- Συνολική ισχύς ενισχυτή:  $P_{tot} = \sum_N P_{\etaχείου}$

- ελάχιστη συνολική εμπέδιση:  $Z_{min} = \frac{V_{100}}{P_{tot}}$

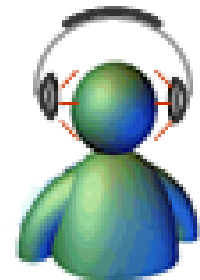
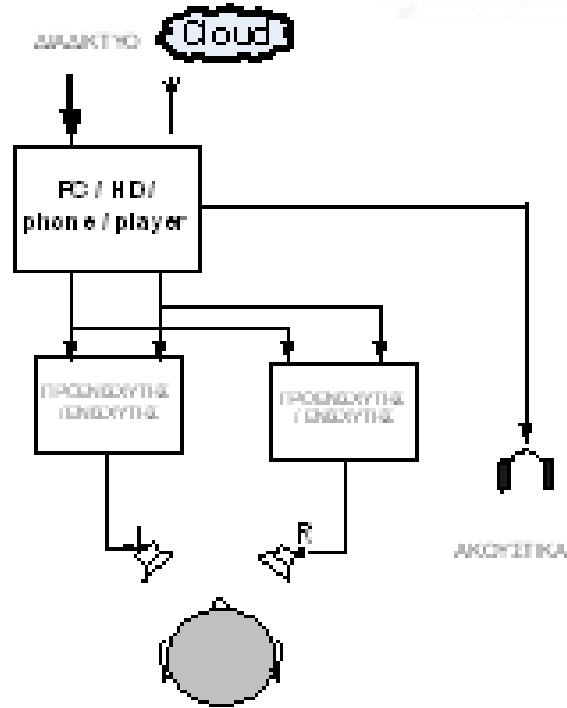
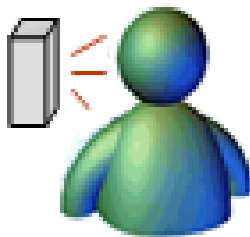
+	-
Χαμηλή απώλεια	Κόστος μετασχηματιστών
Προσαρμογή αντίστασης ηχείων σε ενισχυτή	Χαμηλή ποιότητα
Χαμηλό συνολικό κόστος	
Ευελιξία σε στάθμη / ζώνη	



# **τυπικά παραδείγματα Η/Α συστημάτων & εγκαταστάσεων**

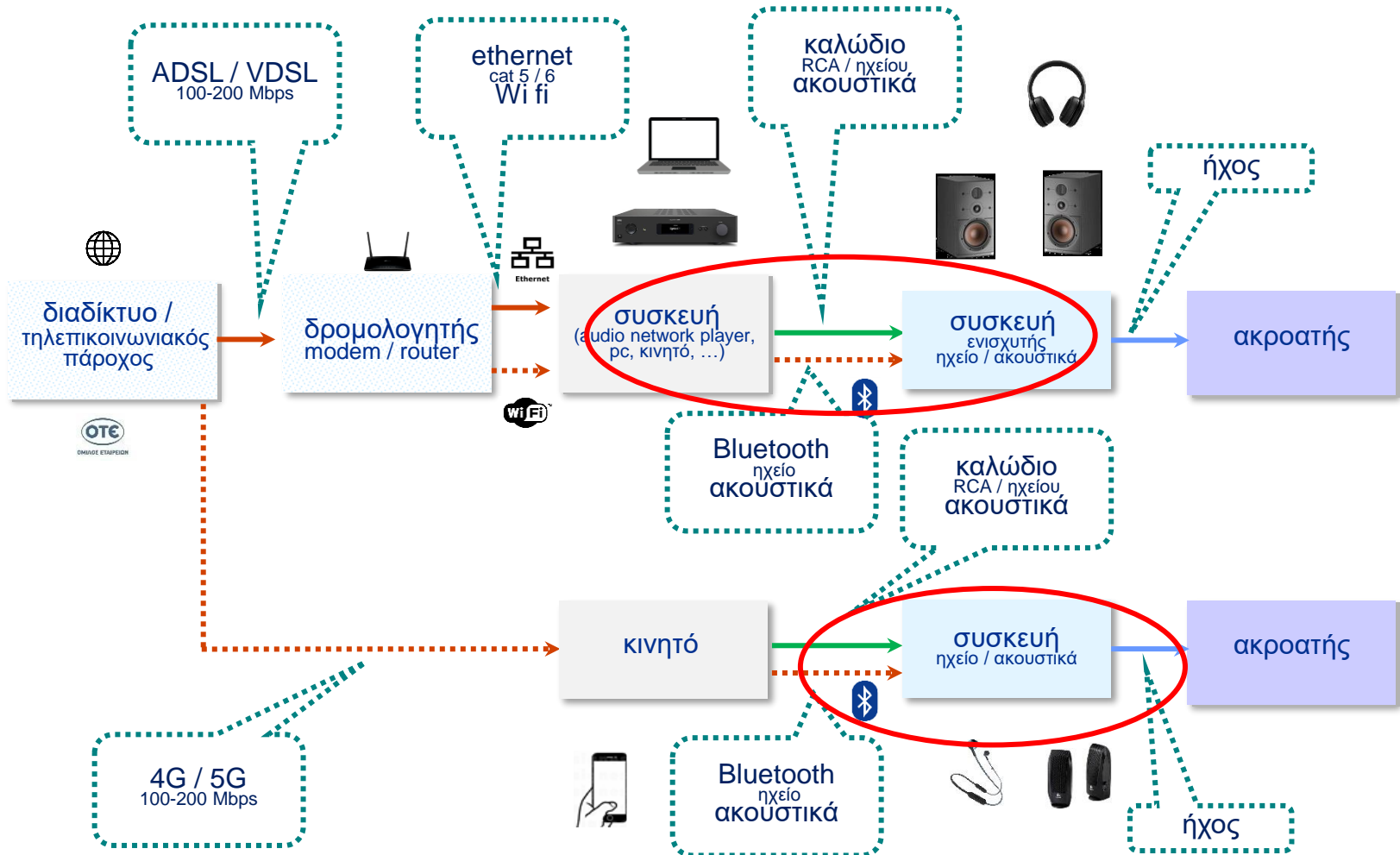


# σύστημα ατομικής ακρόασης

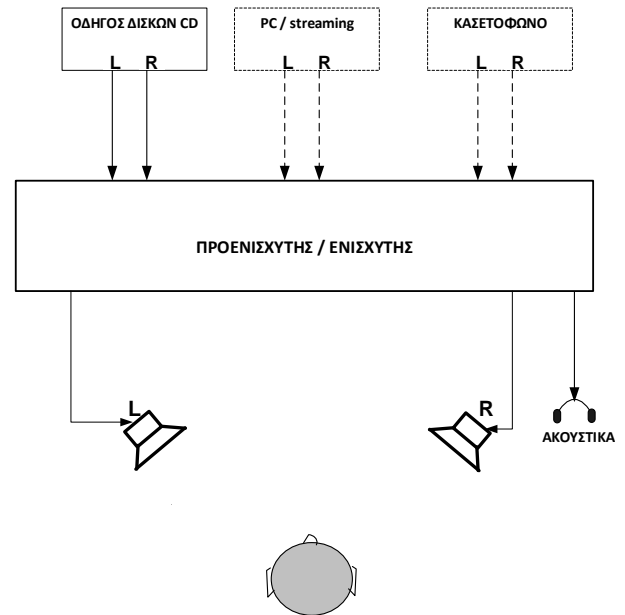
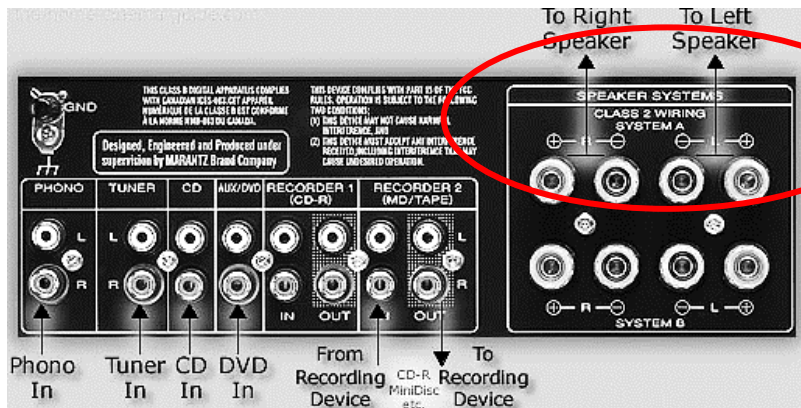
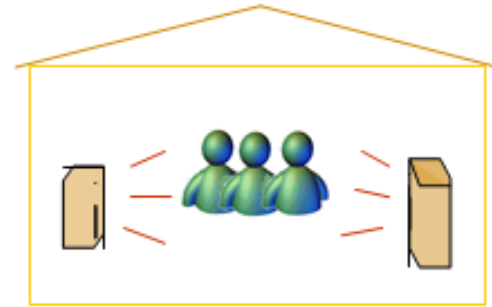


# ήχος από διαδίκτυο (streaming – downloading)

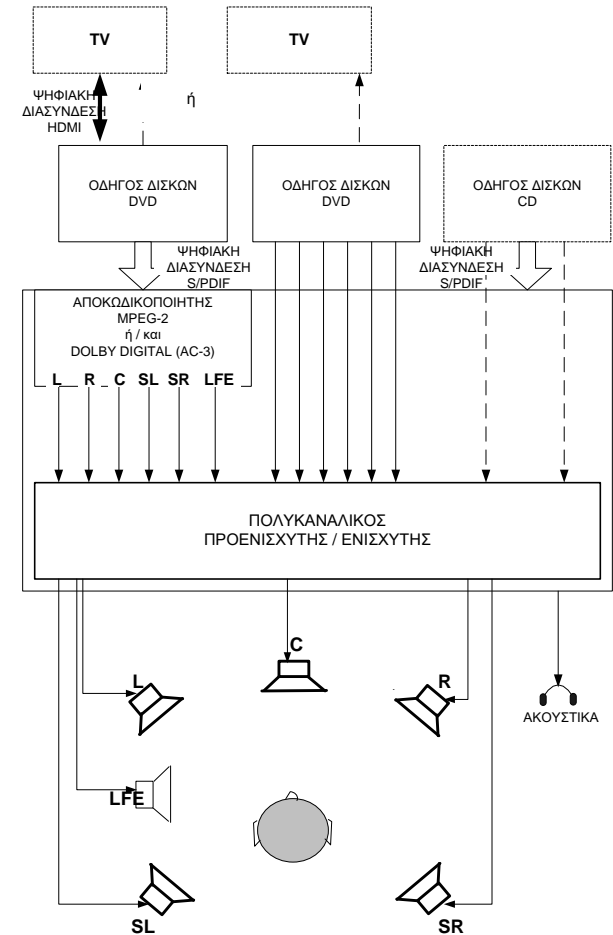
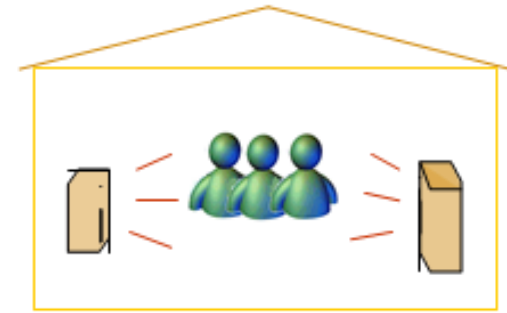
σύστημα ατομικής ακρόασης  
streaming / downloading μουσικής



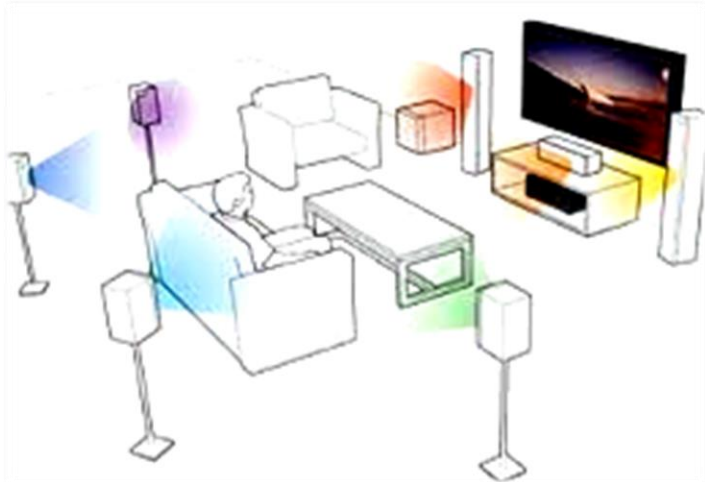
# οικιακό σύστημα (stereo)



# οικιακό σύστημα (multichannel – home theater)

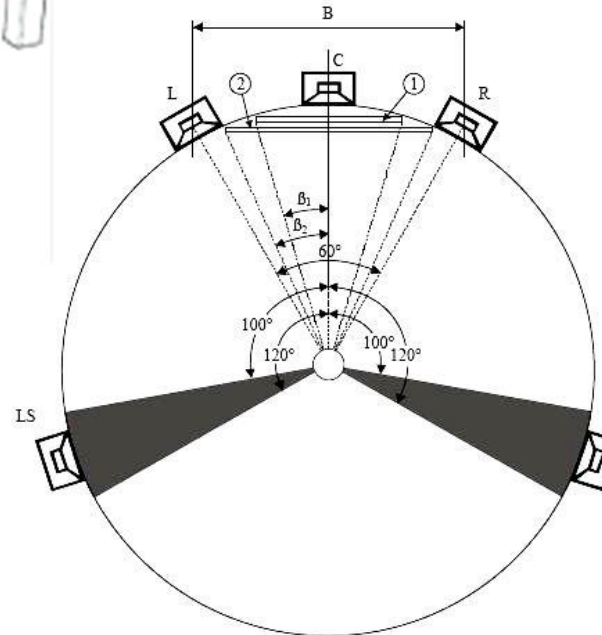


# οικιακό σύστημα (multichannel – home theater)



Rep. ITU-R BS.2159-4

FIGURE 1  
Reference loudspeaker arrangement with  
loudspeakers L/C/R and LS/RS



Screen 1 HDTV - Reference distance =  $3 H (2\beta_1 = 33^\circ)$

Screen 2 =  $2 H (2\beta_2 = 48^\circ)$

H: height of screen

B: loudspeaker base width

Loudspeaker	Horizontal angle from centre (degrees)	Height (meters)	Inclination (degrees)
C	0	1.2	0
L, R	30	1.2	0
LS, RS	100 ... 120	$\geq 1.2$	0 ... 15 down



Report BS.2159-01

# οικιακό σύστημα (multichannel – home theater)

σύνδεση δικτύου  
(Ο/Α δεδομένα)

ψηφιακές συνδέσεις  
Ο/Α δεδομένων  
HDMI

Ethernet Wall Socket



FM Antenna

LCD/Plasma Screen

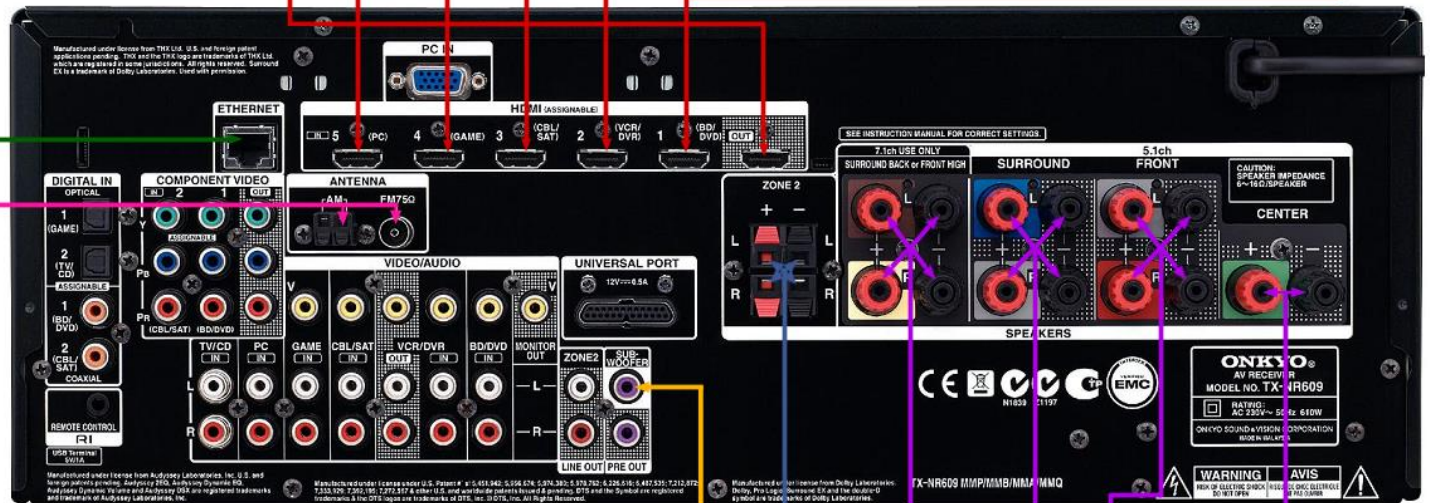
Playstation/Xbox

Computer

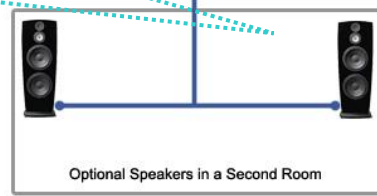
Sat Box

Video Recorder

Blu-ray Player



αναλογικές συνδέσεις  
οδήγησης ηχείων  
(στάθμης ισχύος)



Optional Speakers in a Second Room



Subwoofer



Optional Extra  
Rear Speakers  
(for 7.1 sound)



Rear Speakers  
(for 5.1 sound)



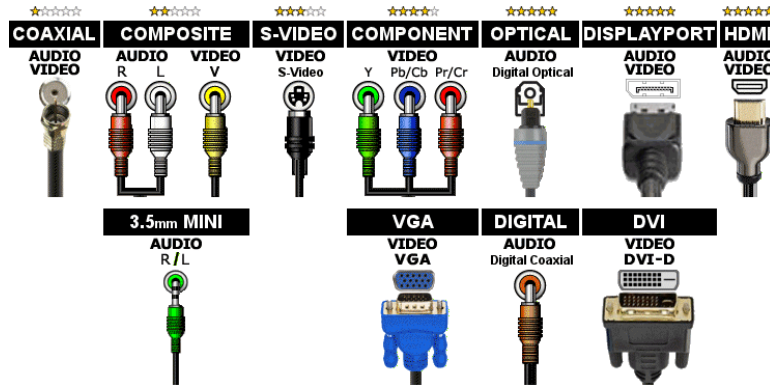
Front Speakers



Centre Speaker



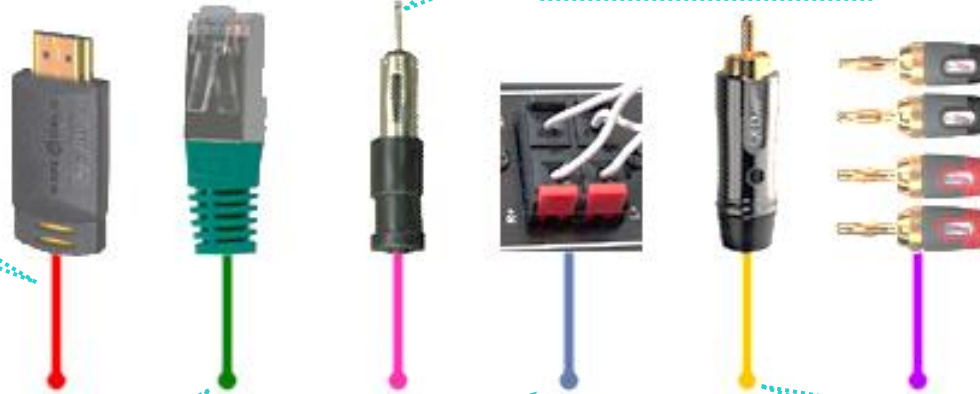
# οικιακό σύστημα (τυπικά διασυνδετικά)



αναλογικές συνδέσεις  
οδήγησης ηχείων  
(στάθμης ισχύος)

αναλογικές συνδέσεις  
οδήγησης ηχείων  
(στάθμης ισχύος)

ψηφιακές συνδέσεις  
O/A δεδομένων  
HDMI

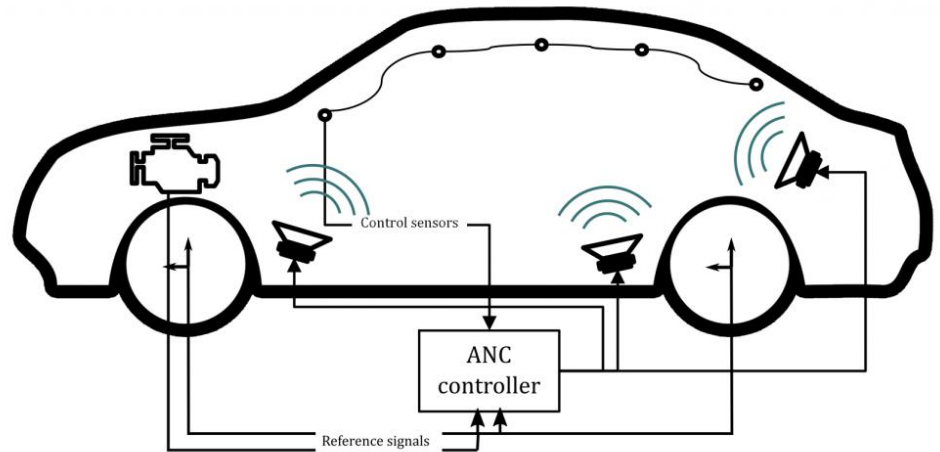
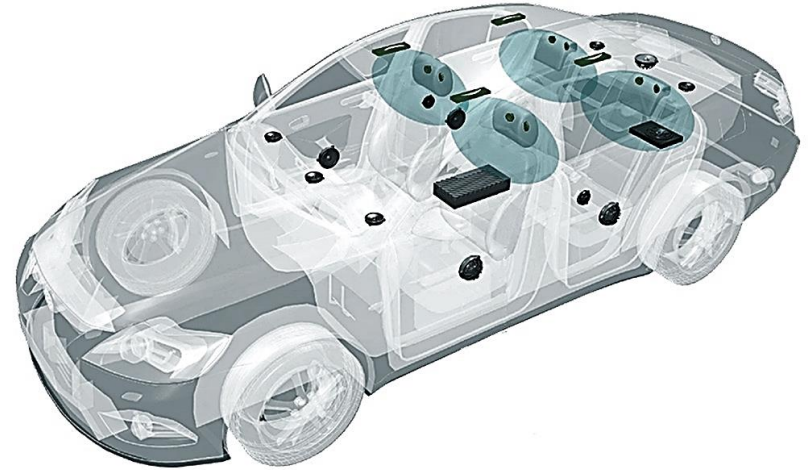
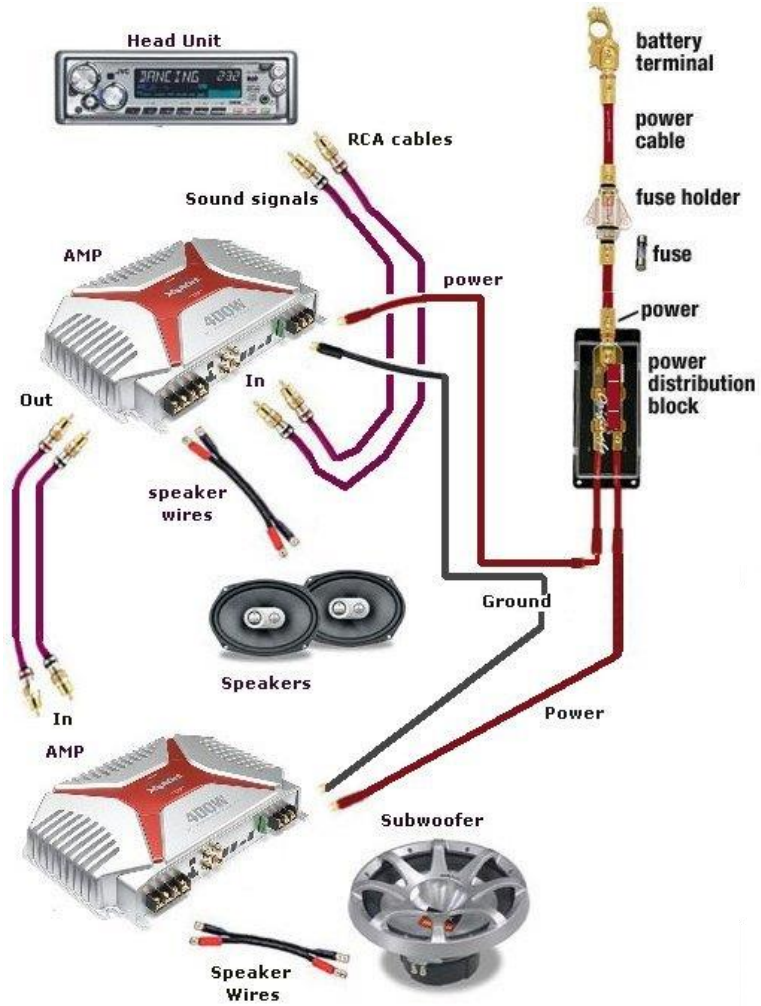


σύνδεση δικτύου  
ethernet  
(O/A δεδομένα)

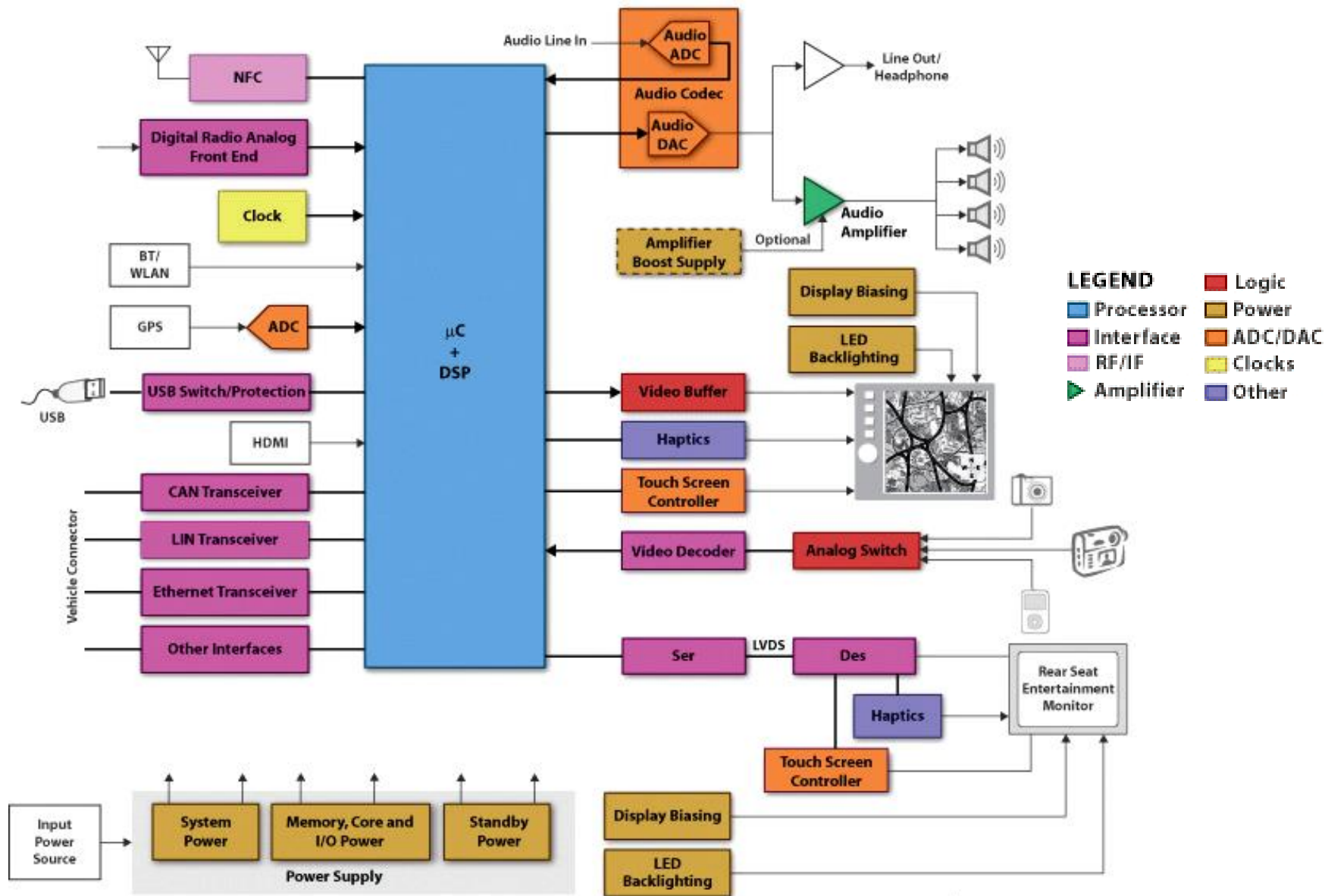
αναλογικές συνδέσεις  
οδήγησης ηχείων  
(στάθμης ισχύος)

αναλογικές συνδέσεις  
RCA ηχείων subwoofer  
(στάθμης γραμμής)

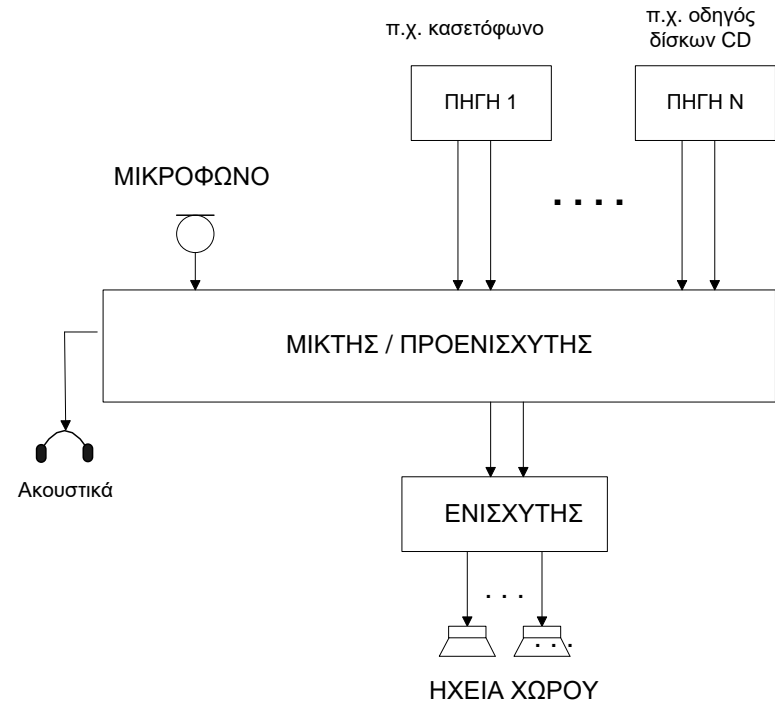
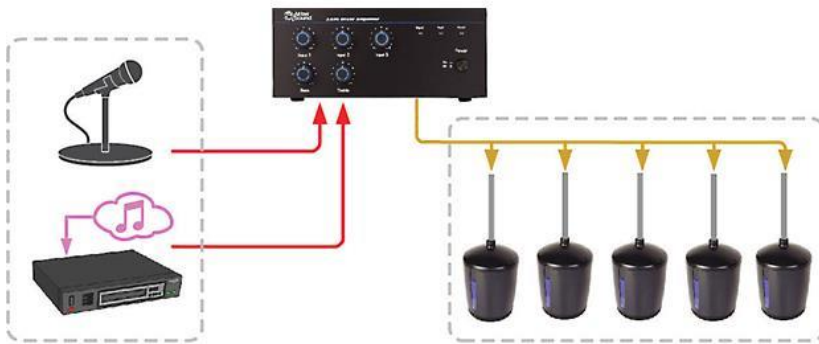
# σύστημα για αυτοκίνητο



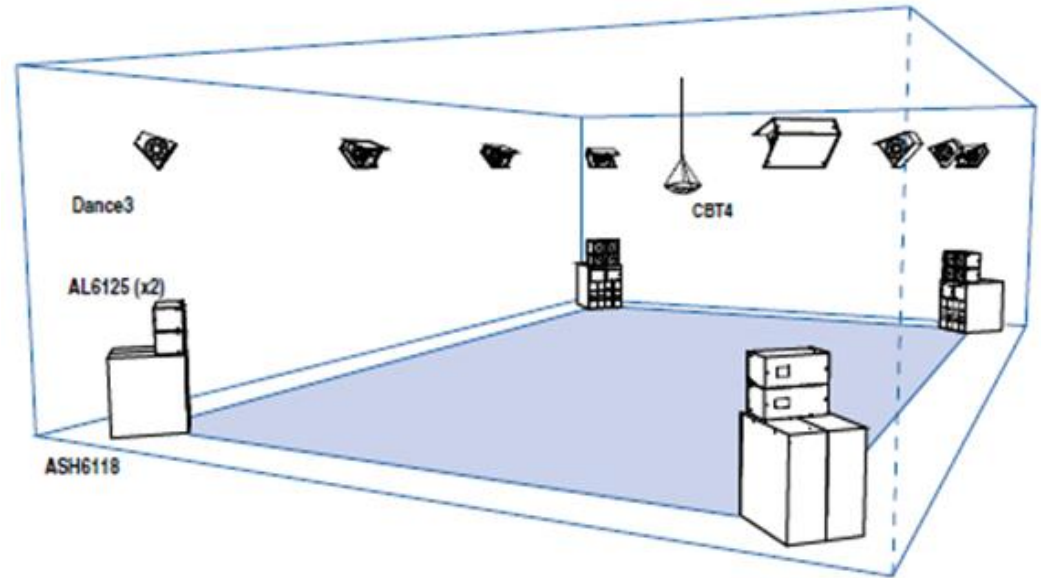
# σύστημα για αυτοκίνητο



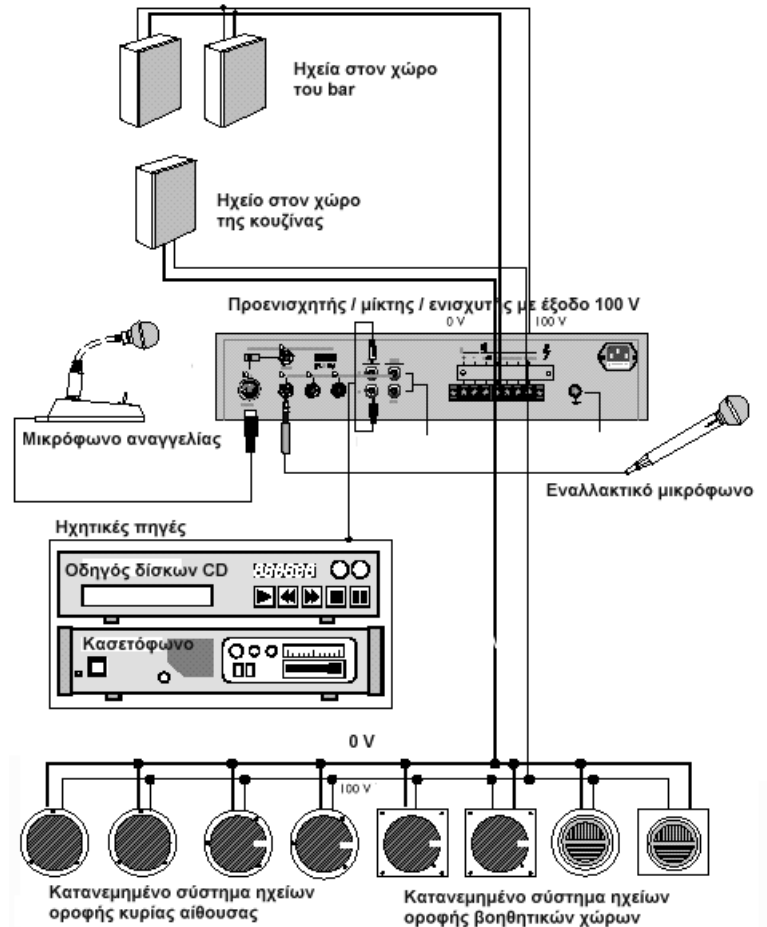
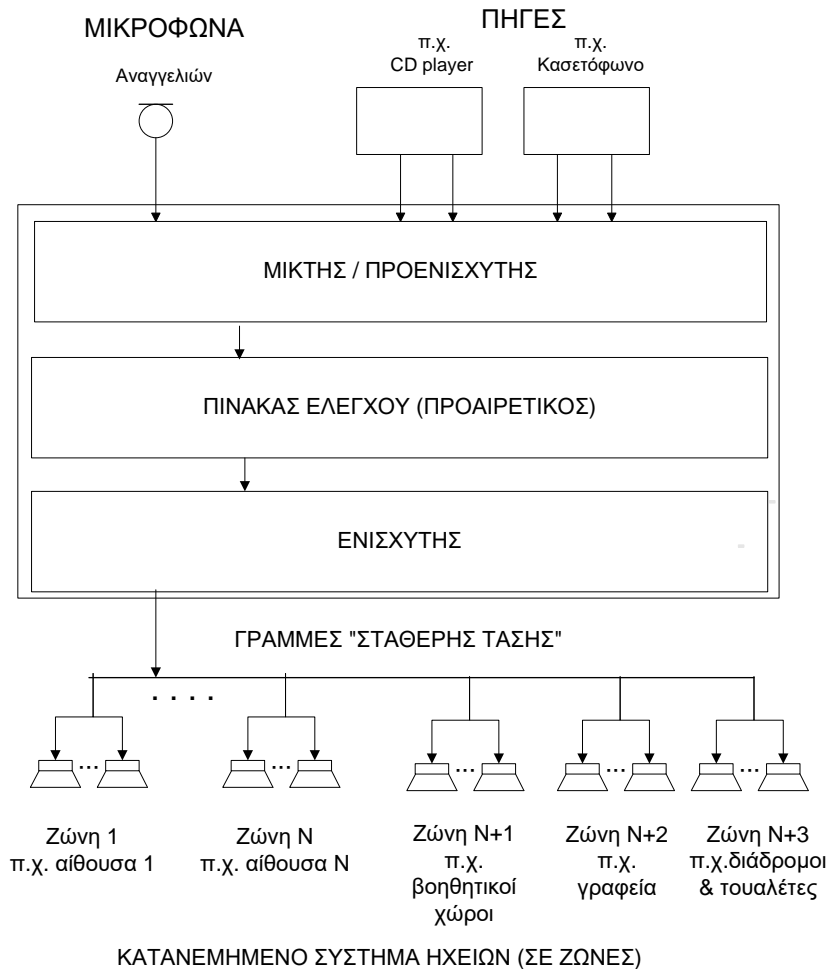
# σύστημα για μπαρ



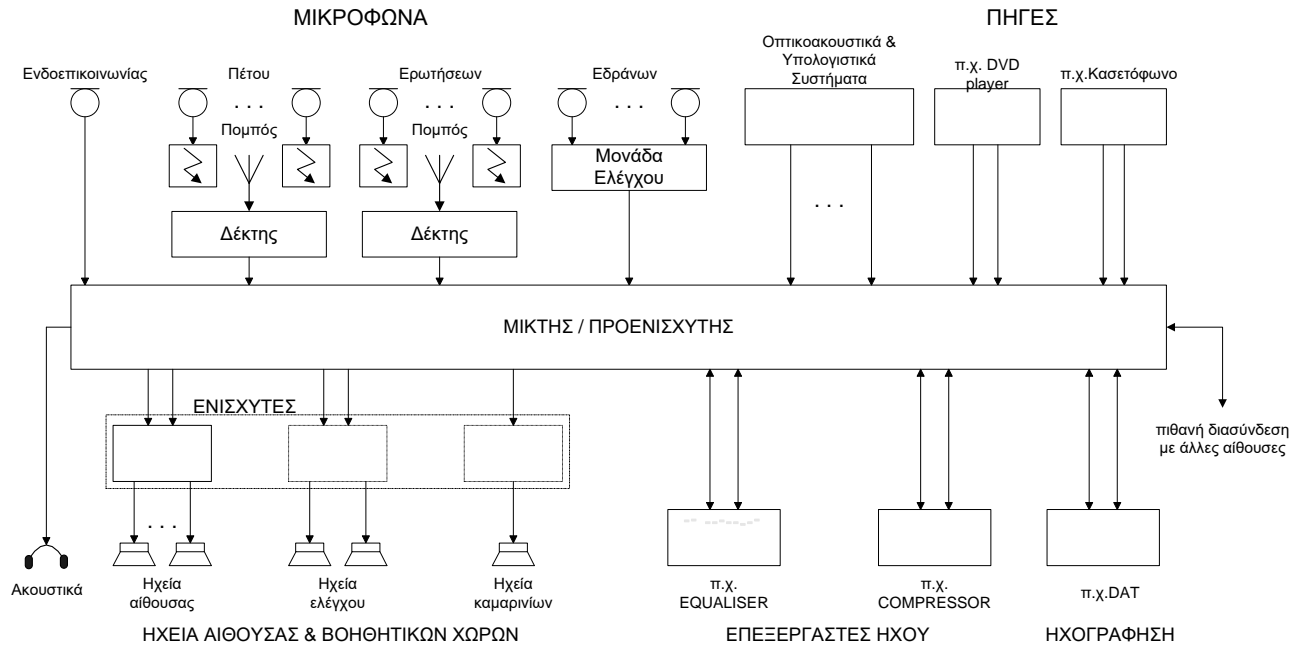
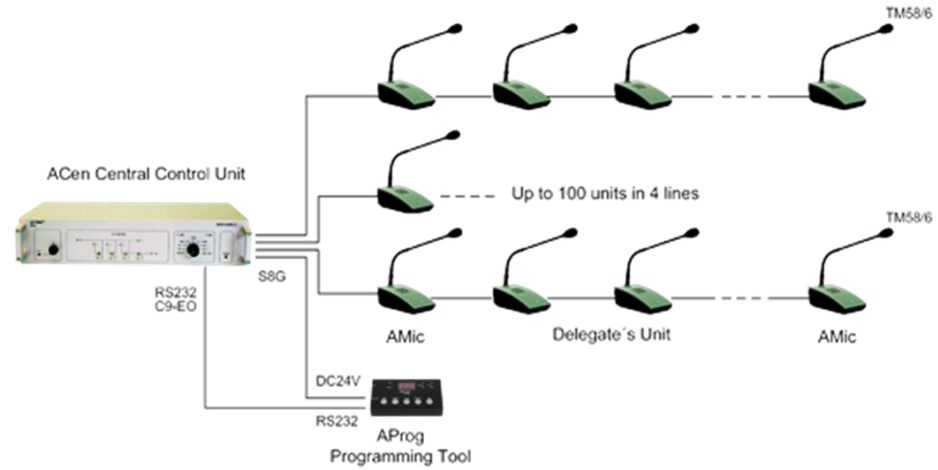
# σύστημα για club



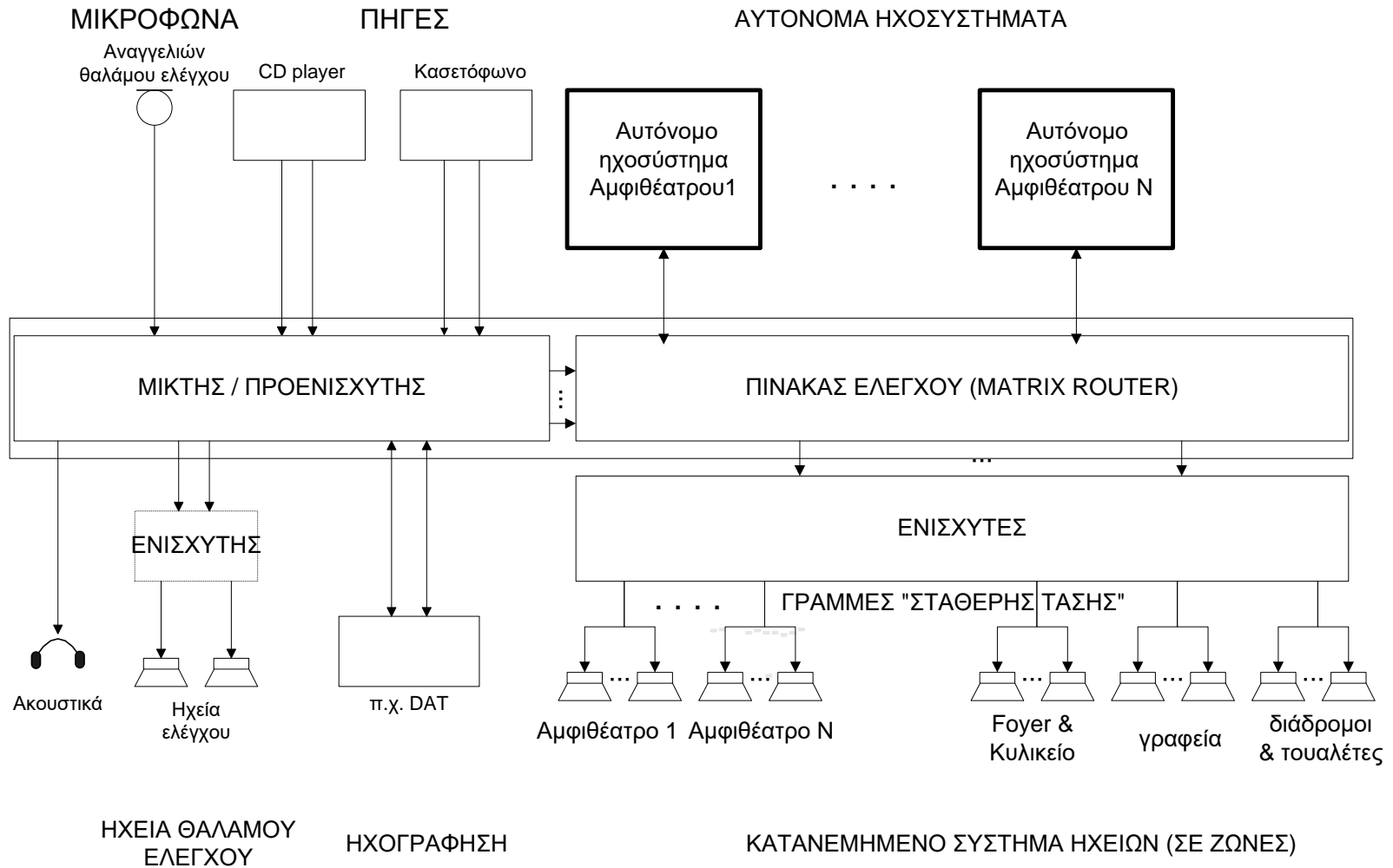
# σύστημα για ξενοδοχείο



# σύστημα για αίθουσα συνεδρίων

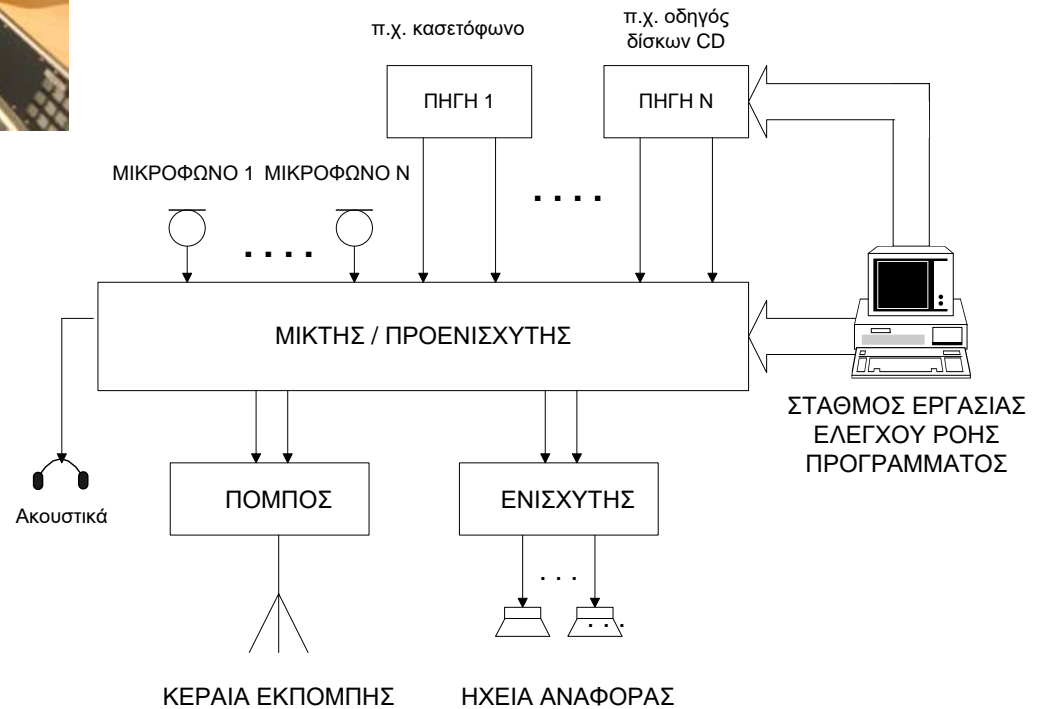


# σύστημα για συνεδριακό χώρο (ΣΠΚ)

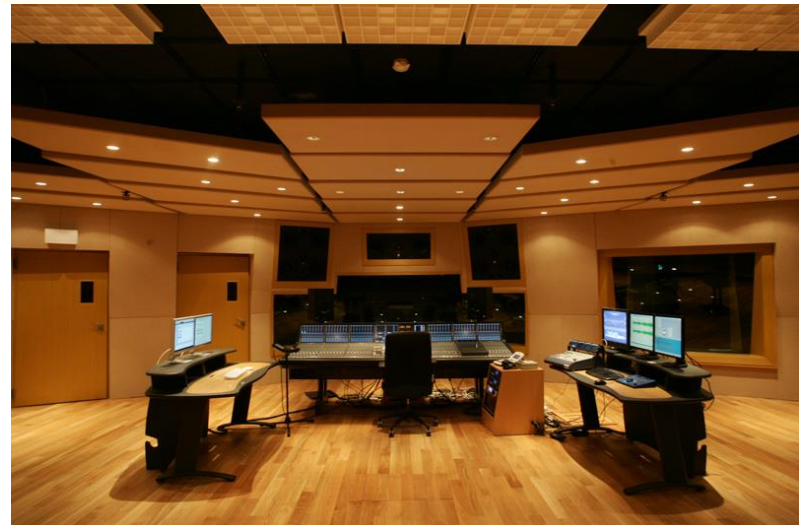
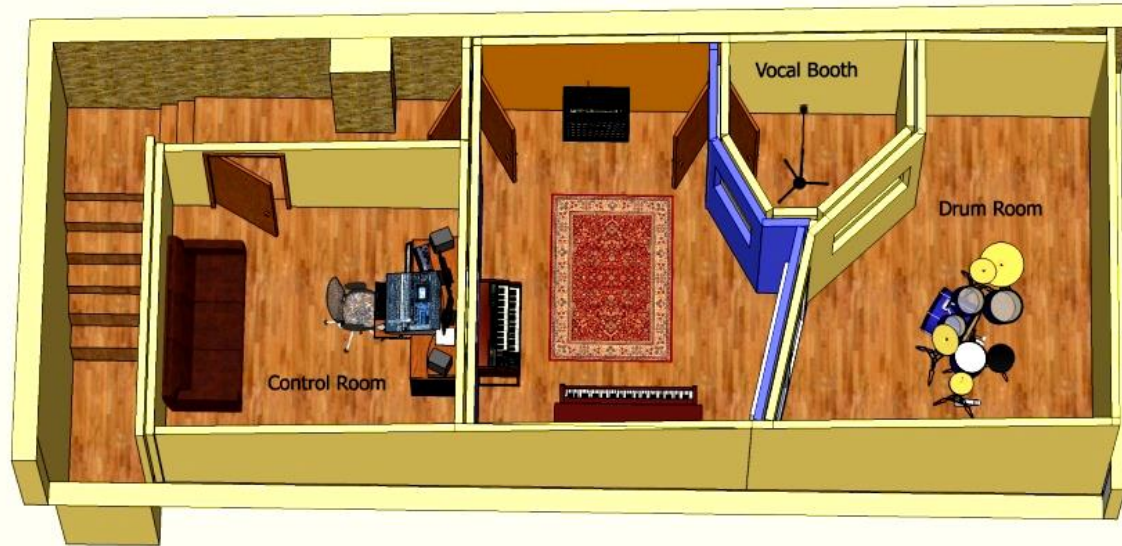




# σύστημα για ραδιόφωνο



# σύστημα για στούντιο ηχογράφησης



# σύστημα για στούντιο ηχογράφησης



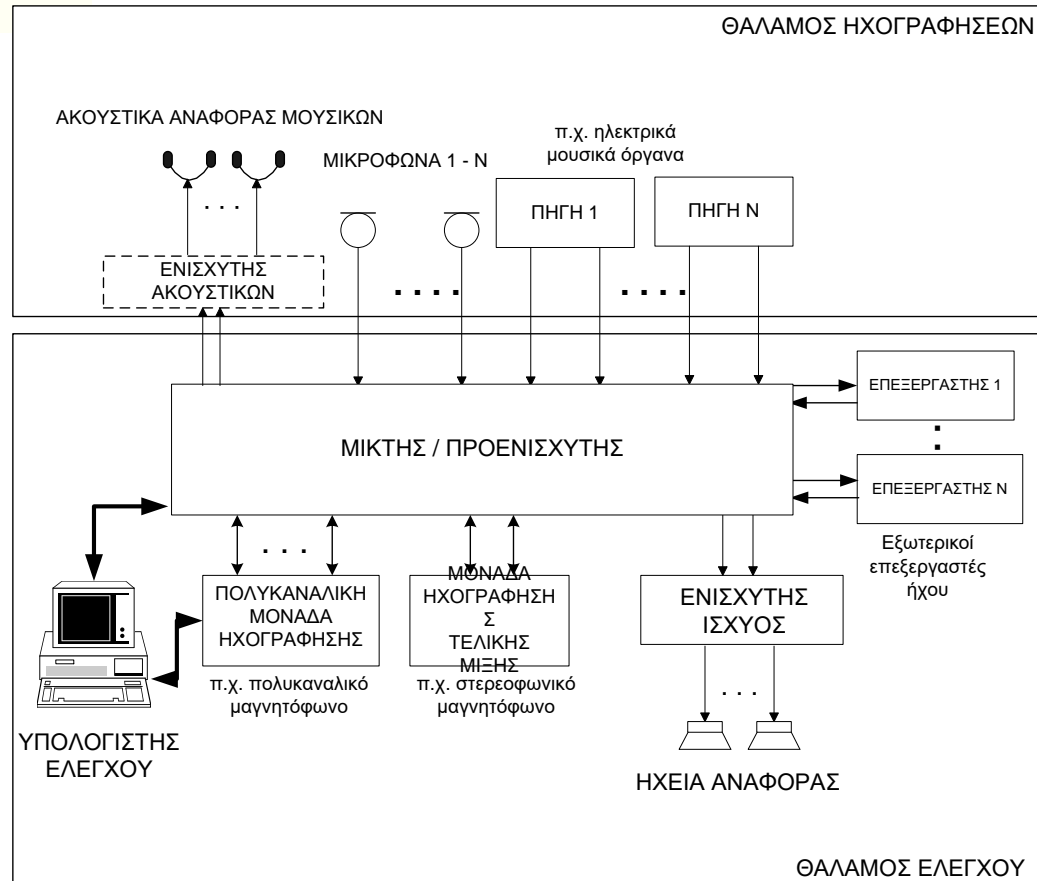
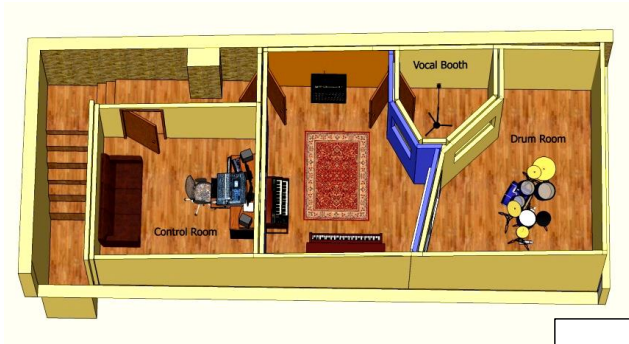
east west studios

# σύστημα για στούντιο ηχογράφησης

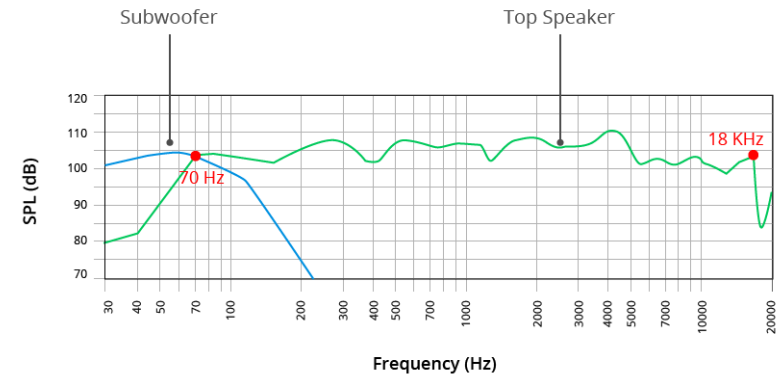
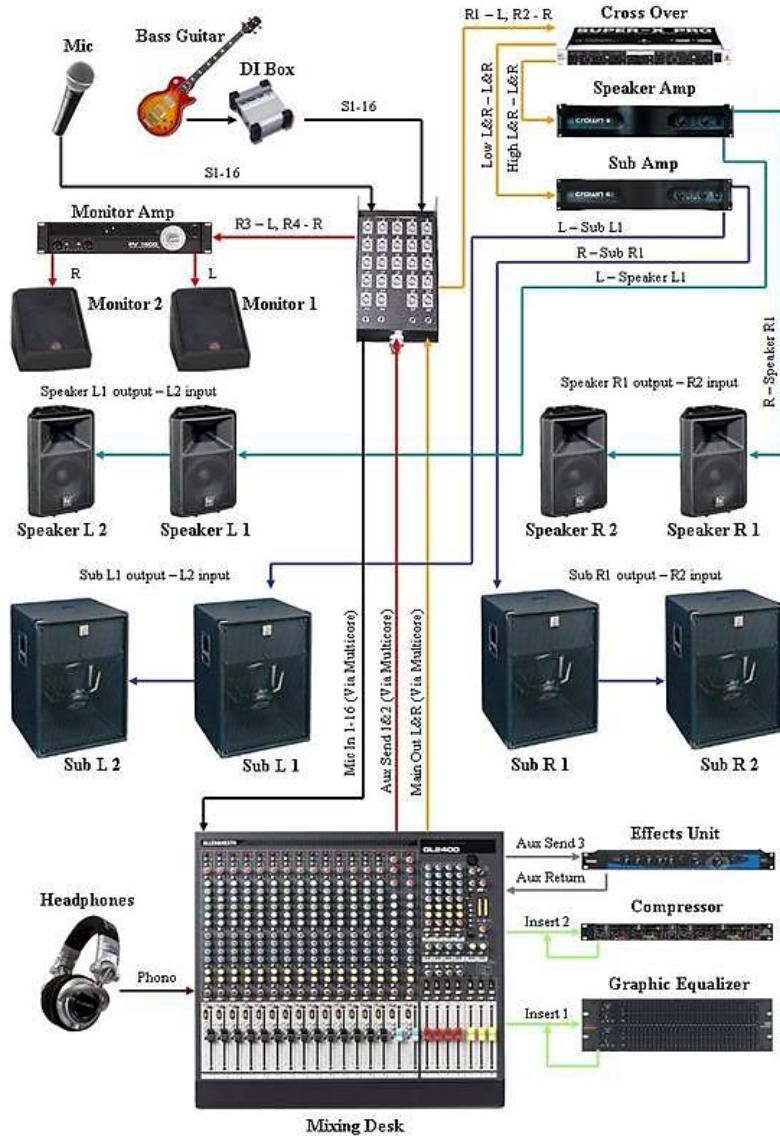


Black rock studios

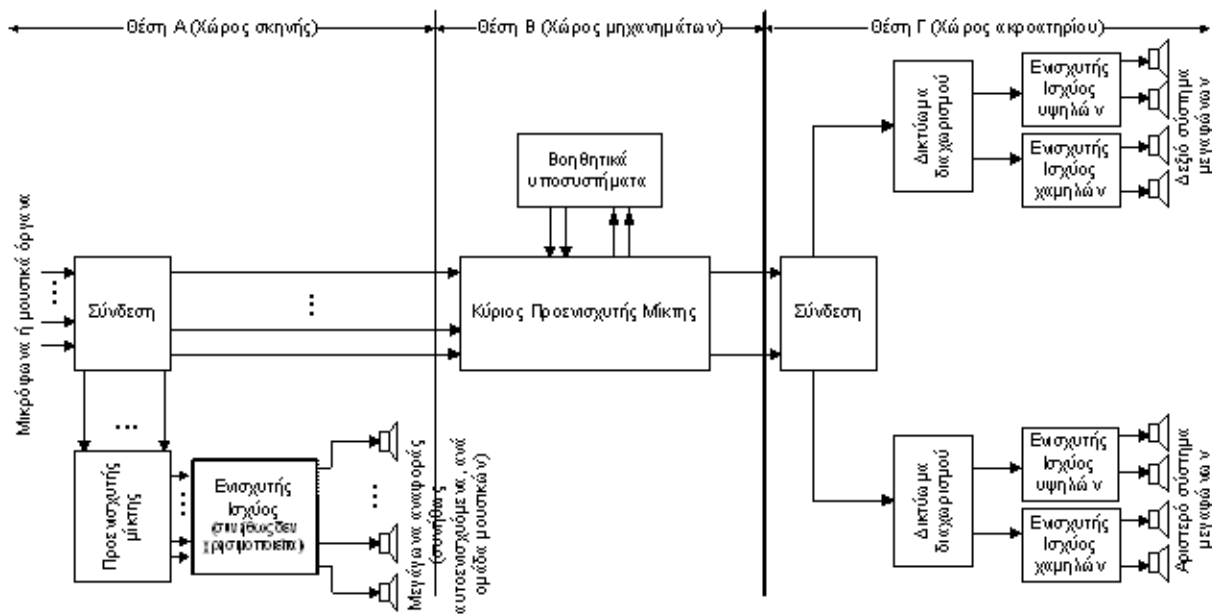
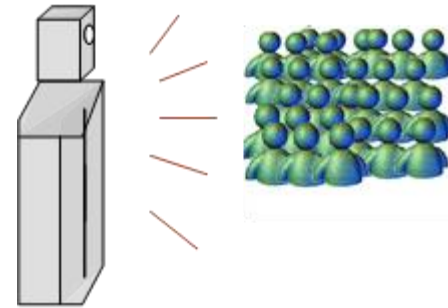
# σύστημα για στούντιο ηχογράφησης



# συναυλιακό σύστημα

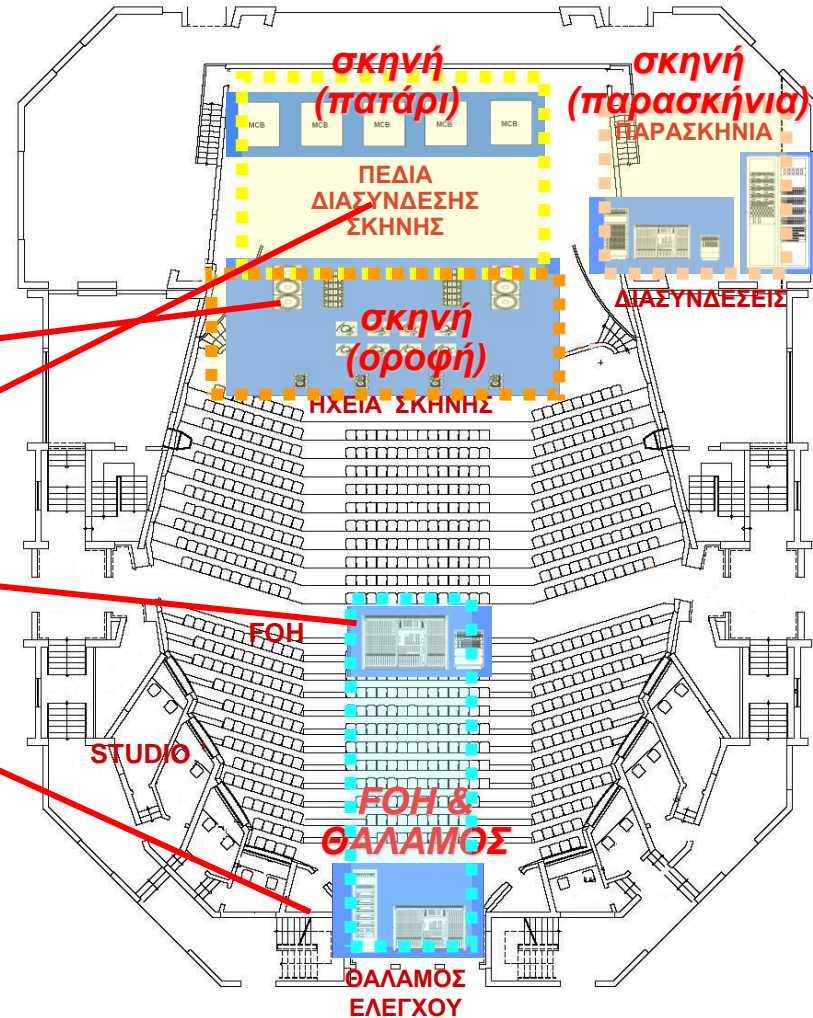


# επαγγελματικά συστήματα



# δομή ηχητικής εγκατάστασης

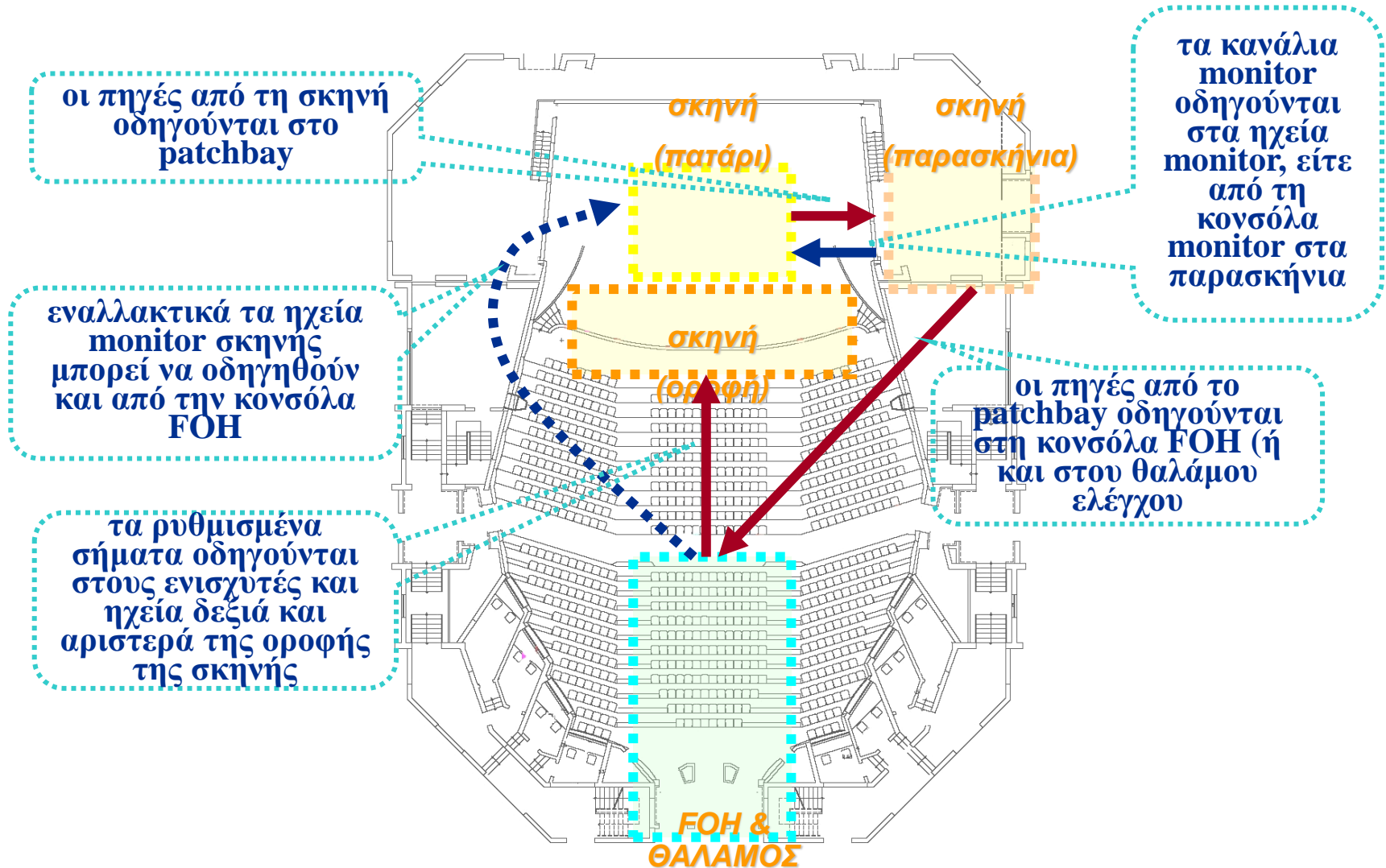
παράδειγμα: Συνεδριακό και Πολιτιστικό Κέντρο Πανεπιστημίου Πατρών





# δομή ηχητικής εγκατάστασης

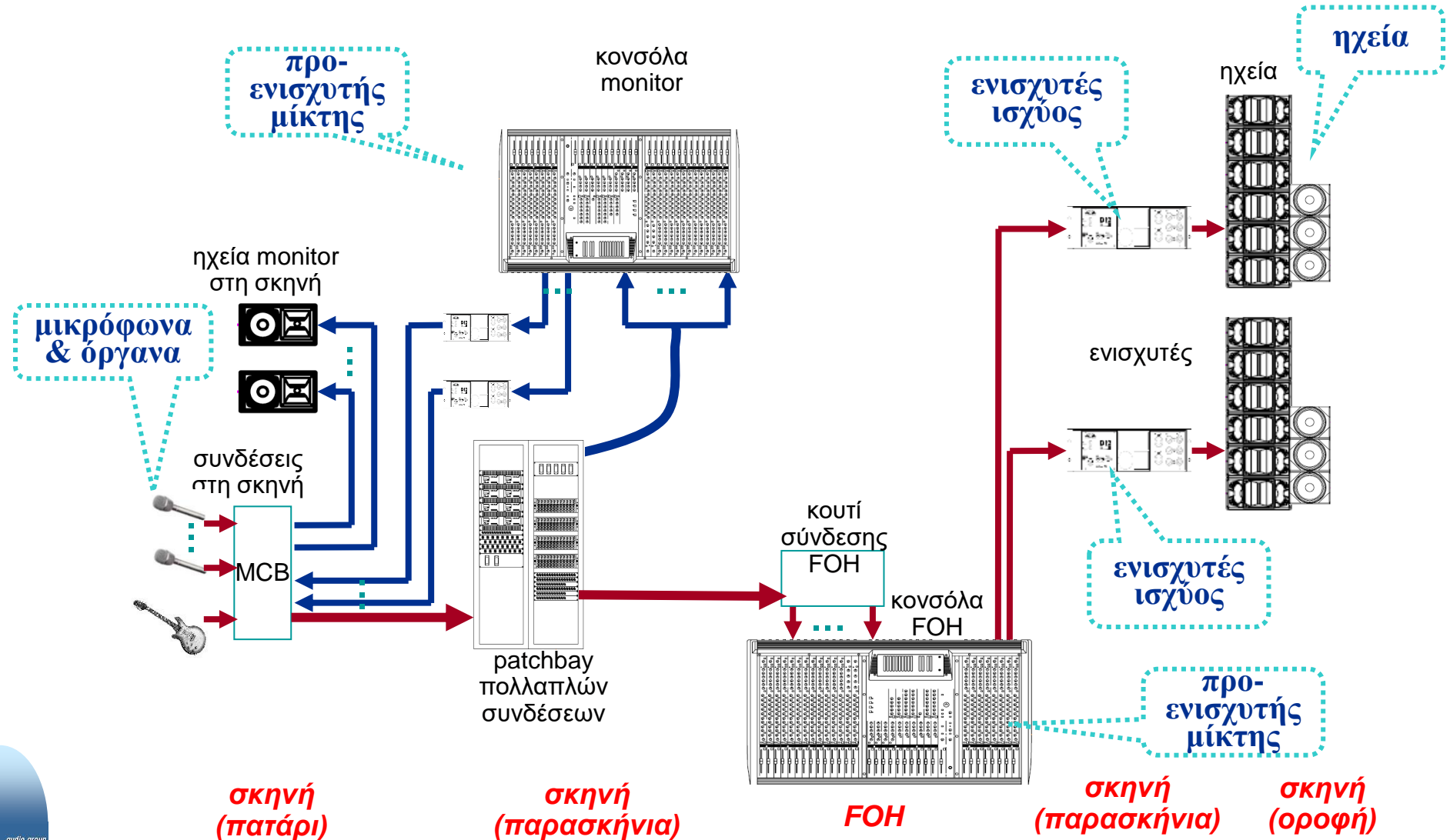
παράδειγμα: Συνεδριακό και Πολιτιστικό Κέντρο Πανεπιστημίου Πατρών



# δομή ηχητικής εγκατάστασης

παράδειγμα: Συνεδριακό και Πολιτιστικό Κέντρο Πανεπιστημίου Πατρών

κονσόλες FOH και monitor και σύνδεση ηχείων monitor μέσω MCB (Multi Connection Box)

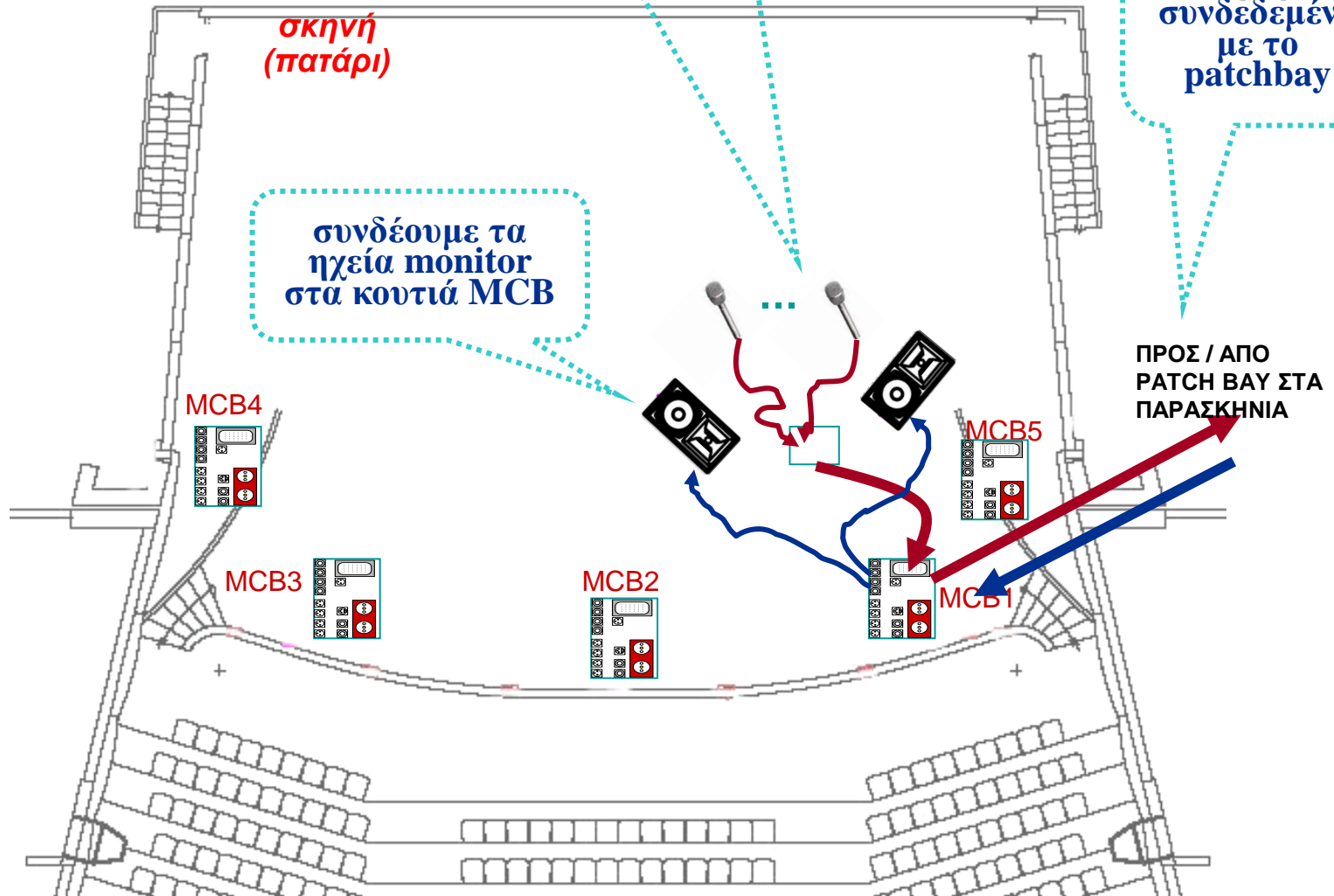


# διασυνδέσεις σκηνής (ΣΠΚ)

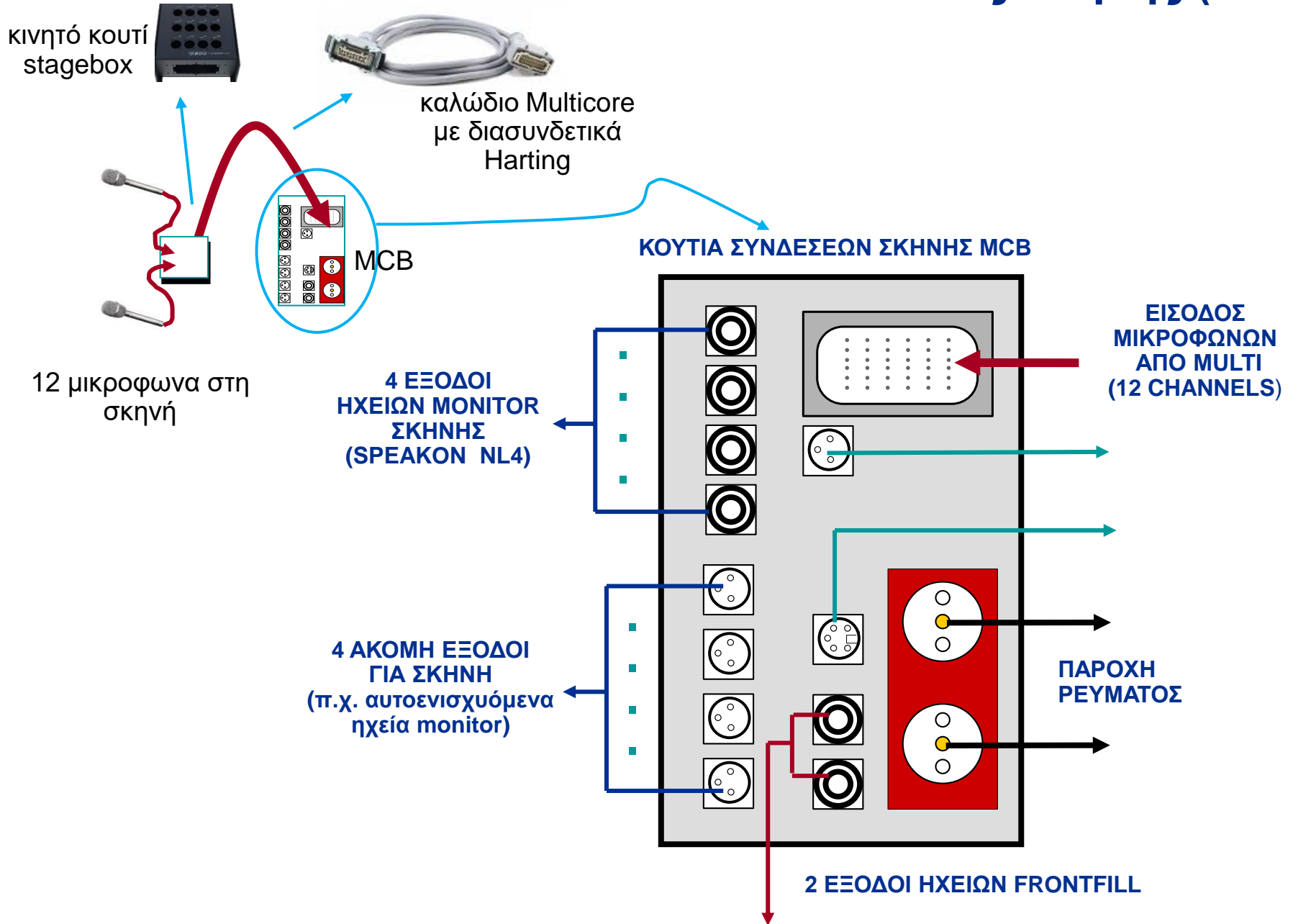
συνδέουμε μέχρι 12  
μικρόφωνα στα κινητά  
κουτιά και μέσω Multi στα  
σταθερά κουτιά MCB

το κάθε  
κουτί είναι  
ήδη  
συνδεδεμένο  
με το  
patchbay

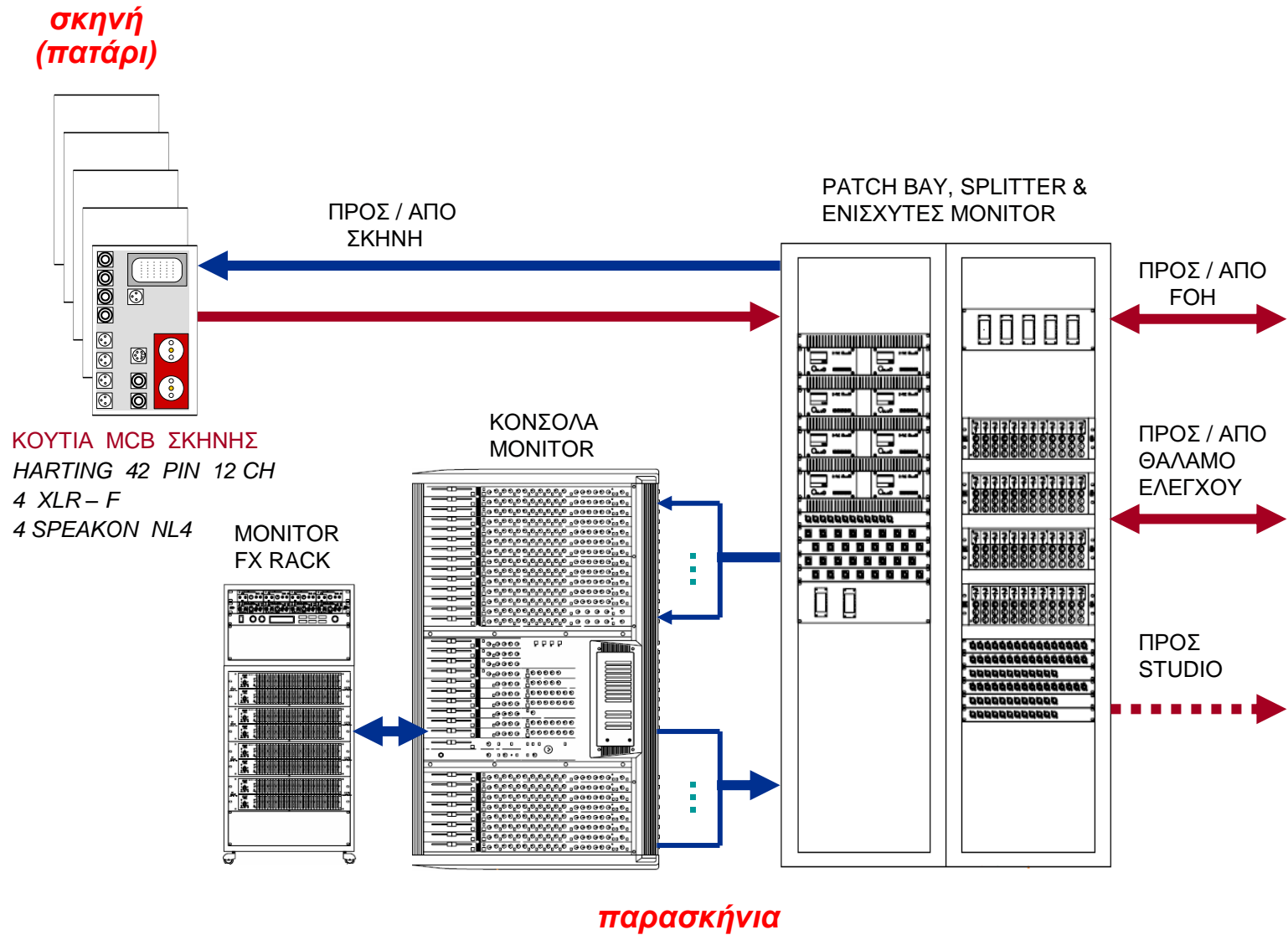
συνδέουμε τα  
ηχεία monitor  
στα κουτιά MCB



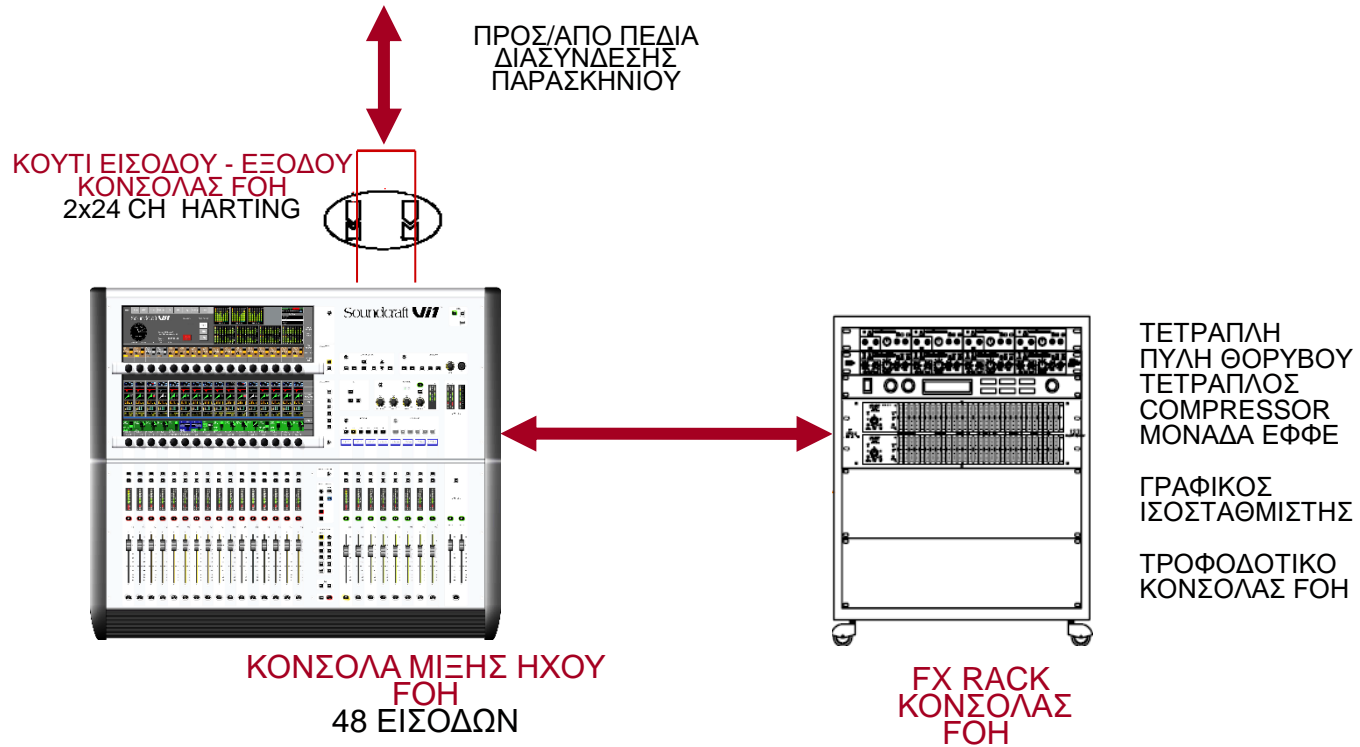
# διασυνδέσεις σκηνής (ΣΠΚ)



# διασυνδέσεις παρασκηνίου (ΣΠΚ)

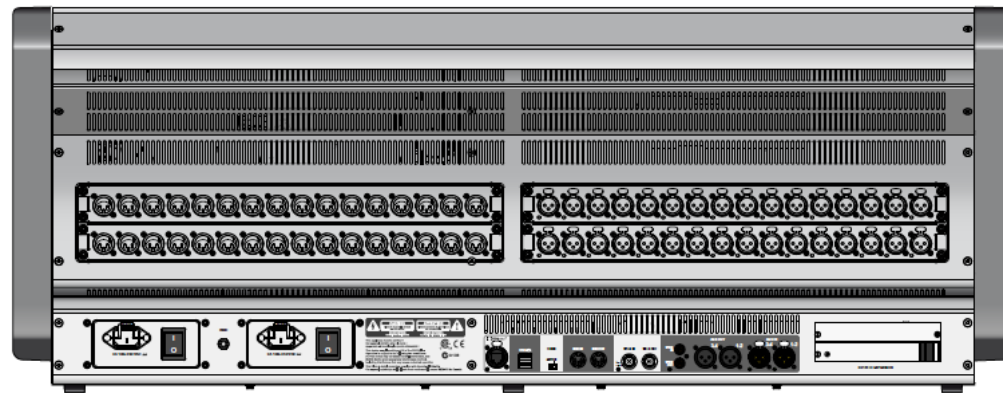


# διασυνδέσεις FOH (ΣΠΚ)



**FOH**

# διασυνδέσεις FOH (ΣΠΚ)

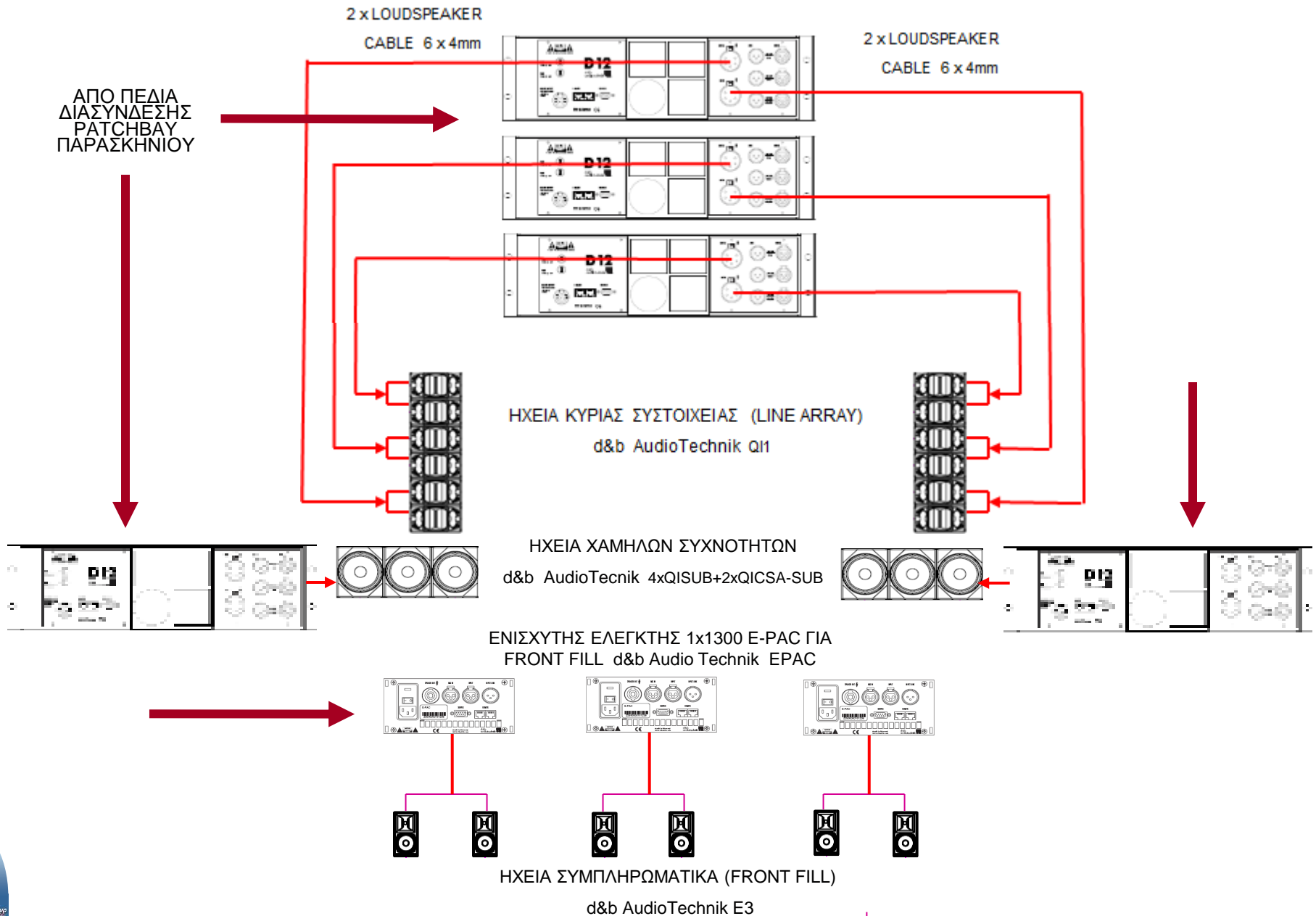


Soundcraft Vi1

ΨΗΦΙΑΚΗ ΚΟΝΣΟΛΑ  
ΜΙΞΗΣ ΗΧΟΥ FOH  
48 ΕΙΣΟΔΩΝ

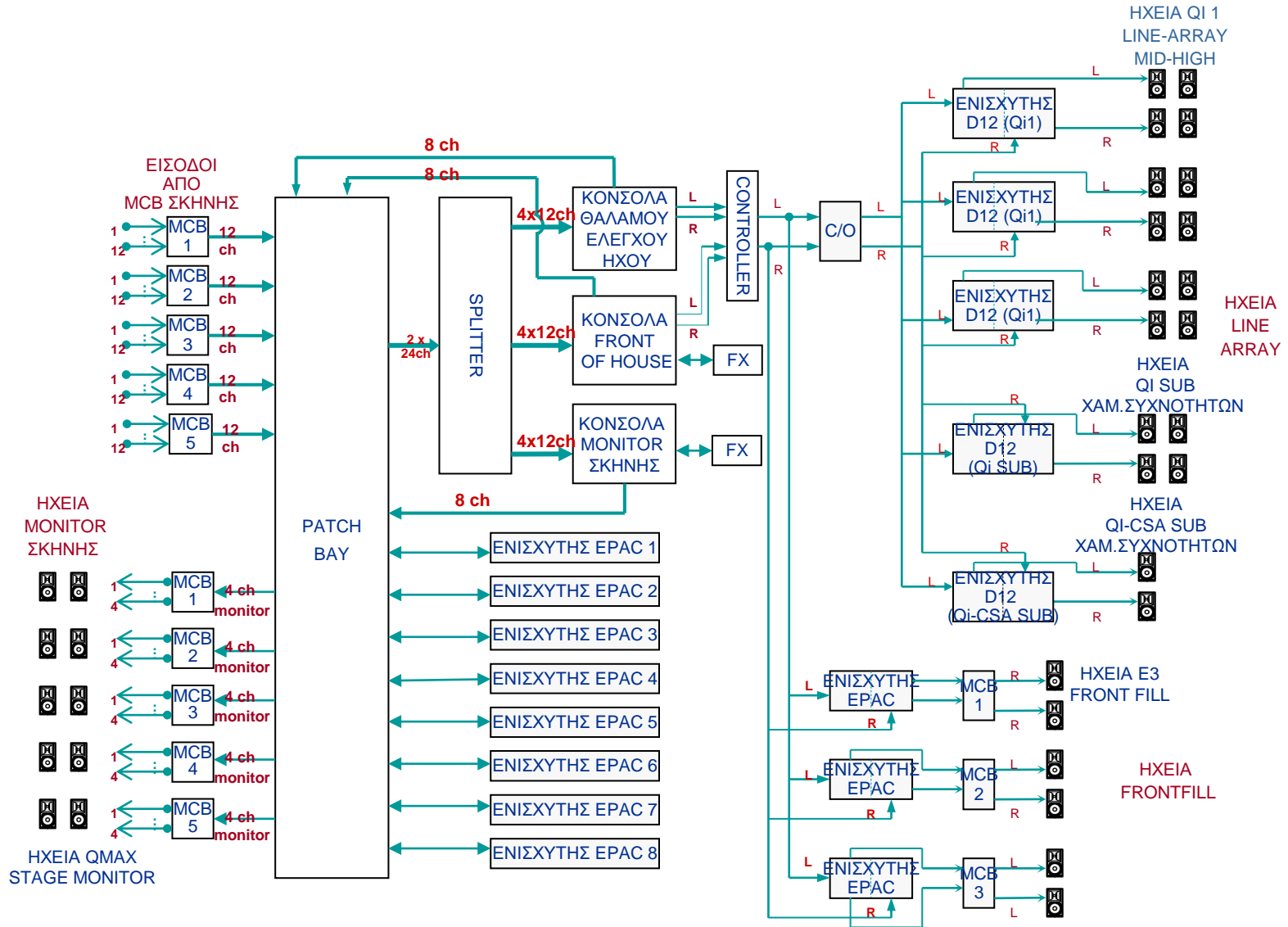
FOH

# διασυνδέσεις ενισχυτών – ηχείων (ΣΠΚ)



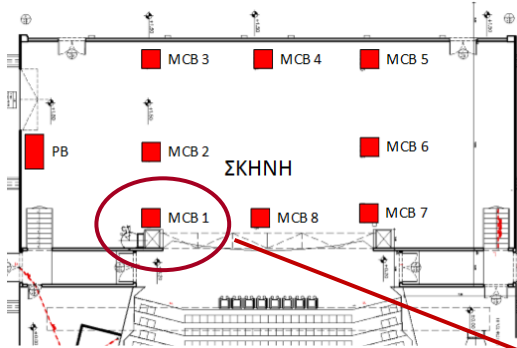


# διάγραμμα ηχητικής εγκατάστασης ΣΠΚ



# διασυνδέσεις σκηνής (σύστημα γενικής χρήσης)

αναλογικό stage box



ψηφιακό stage box

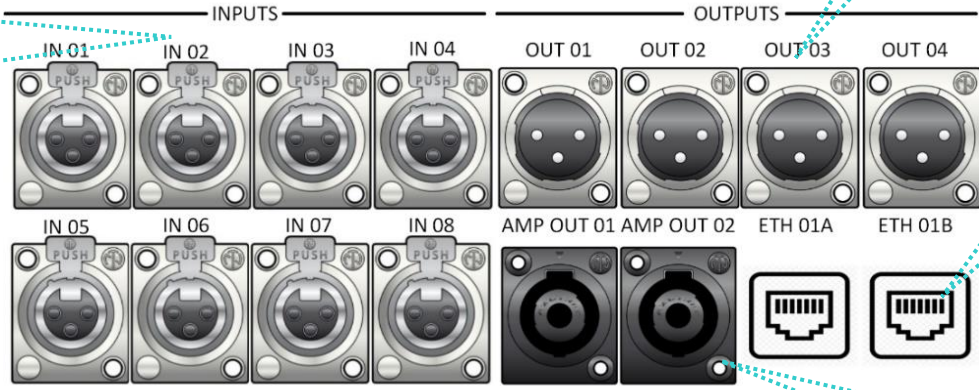


έξοδοι XLR  
π.χ. για  
αυτοενισχυόμενα  
ηχεία

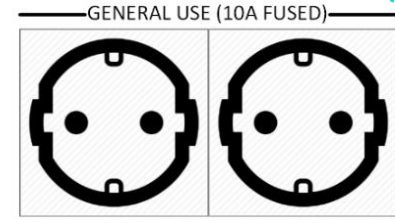
συνδέσεις  
δικτύου O/A  
δεδομένων

είσοδοι XLR  
π.χ. για  
μικρόφωνα

MCB 01

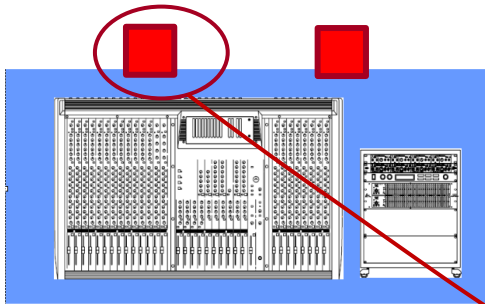


παροχή  
ηλεκτρική  
τροφοδοσία

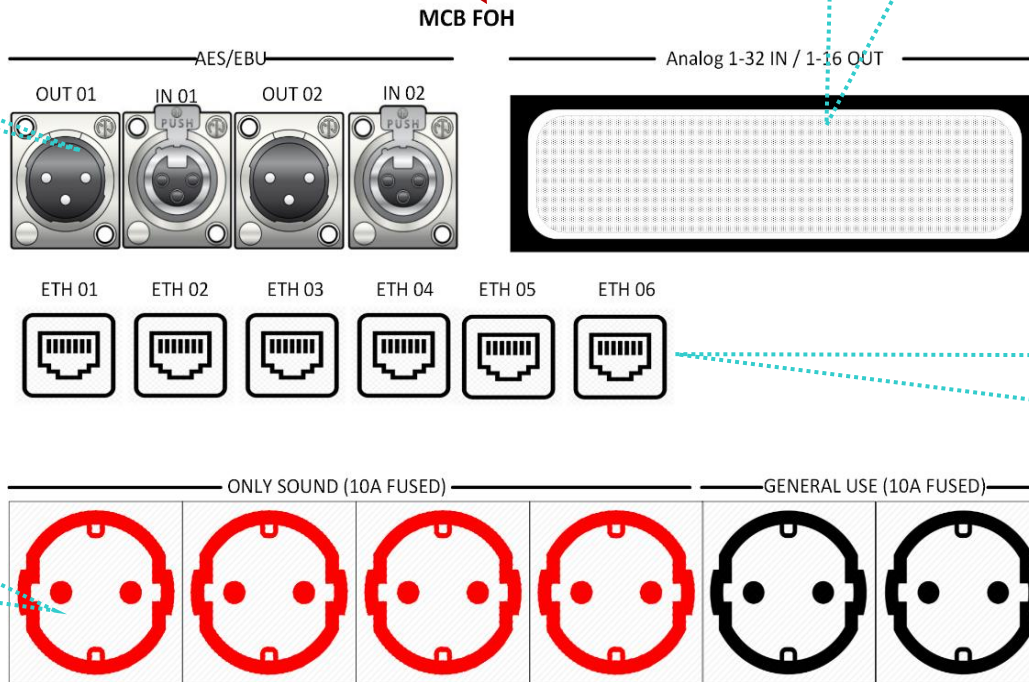


έξοδοι speakon  
για παθητικά ηχεία

# διασυνδέσεις FOH (σύστημα γενικής χρήσης)



ψηφιακές συνδέσεις  
AES/EBU

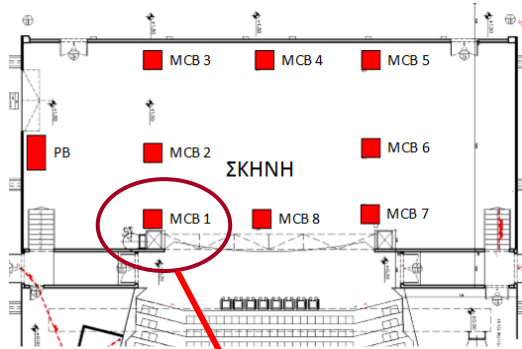


πολυκλωνικός συνδετήρας  
αναλογικών εισόδων / εξόδων  
για σύνδεση με MCB σκηνής

συνδέσεις  
δικτύου O/A  
δεδομένων

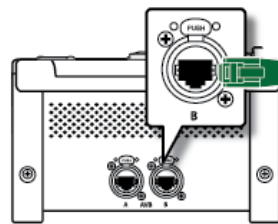
παροχή  
ηλεκτρική  
τροφοδοσία

# δικτυακή διασύνδεση σκηνής - FOH



συνδέσεις  
δικτύου O/A  
δεδομένων

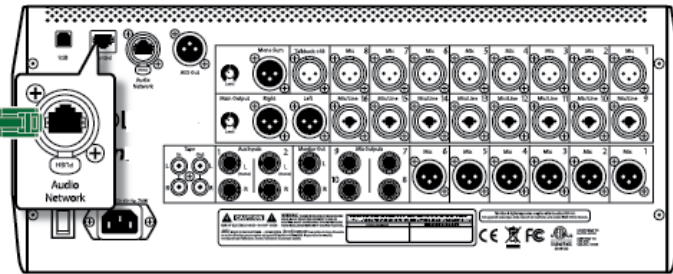
σκηνή  
(πατάρι)



ψηφιακό stage box

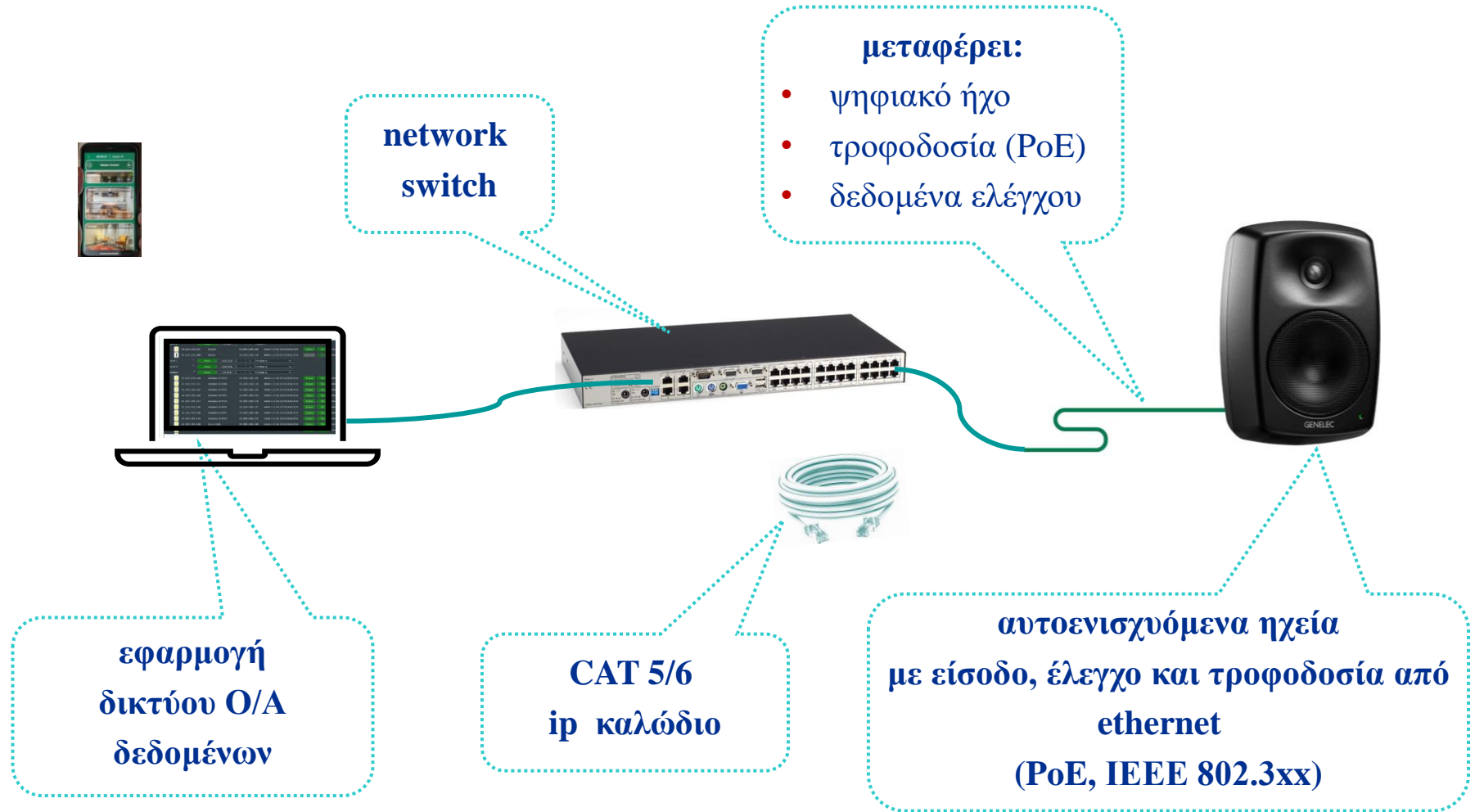
Ethernet cable

FOH

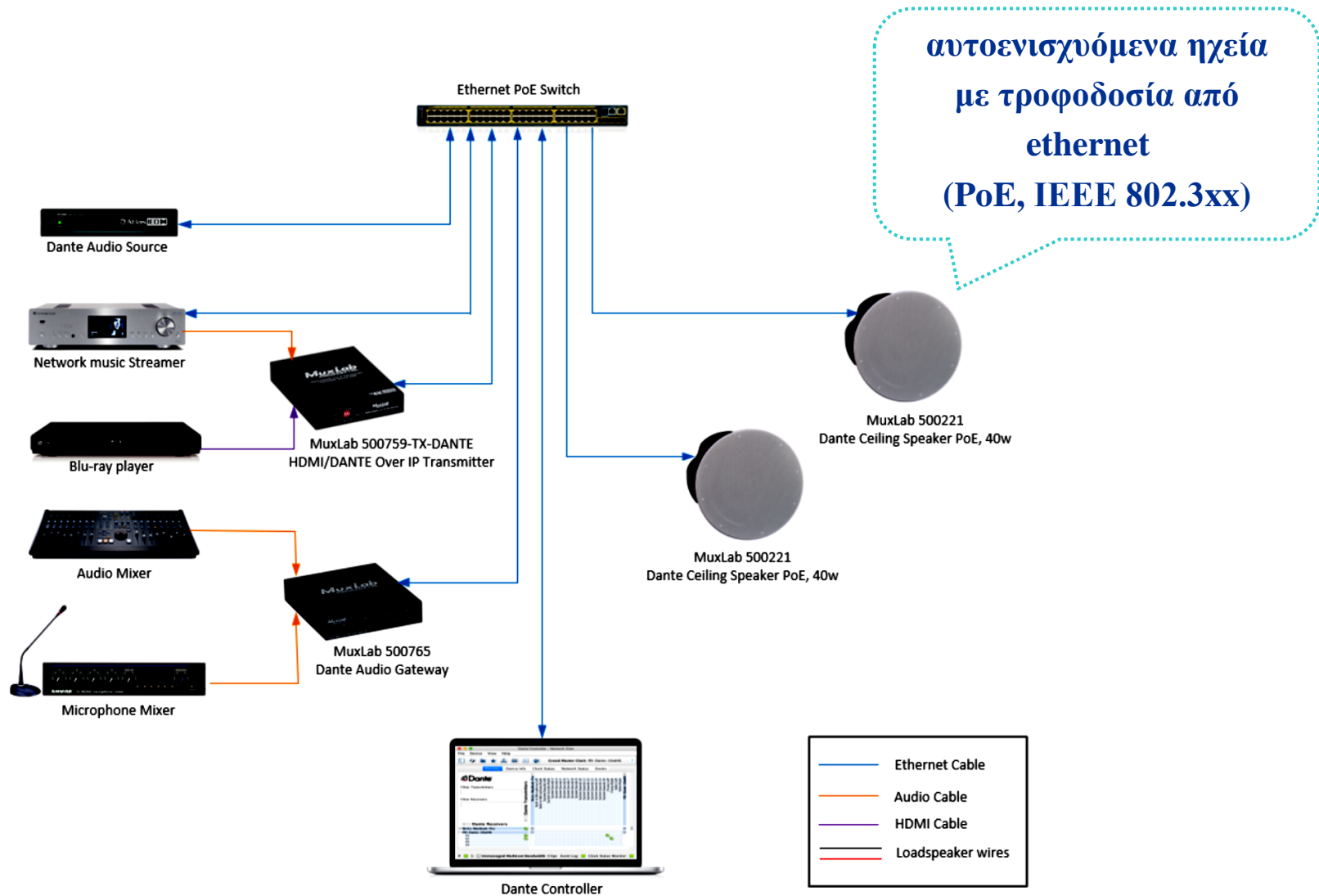


ψηφιακή κονσόλα μίξης ήχου

# ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΗΧΕΙΩΝ



# ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



# ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

## ΔΙΚΤΥΑ ΟΠΤΙΚΟΑΚΟΥΣΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΑ Η/Α ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

τεχνολογία /έτος	επίπεδο μεταφοράς / δομή	μέσο μετάδοσης	έλεγχος επικοινωνίας	τοπολογία	απόσταση	παροχή / κανάλια	καθυστέρηση	μέγιστη συχνότητα
<b>AES47</b> 2002	ATM ισόχρονη	μέσω ATM	IP, ATM, IEC 62379	mesh	Cat5=100m	άπειρη	125μs / δεσμό	192KHz
<b>AES67</b> 2013	όποιο IP ισόχρονη	όποια διασύνδεση DiffServ, QoS	IP, SIP	όποια IP, L2	εξαρτώμενη μέσου	άπειρη	4, 1, 1/3, 1/4 and 1/8 ms packet times	96KHz
<b>AVB</b> 2011	Ethernet ισόχρονη	με άλλα δεδομένα μέσω IEEE 802.1p QoS	IEEE 1722.1	Spanning tree	Cat5=100 m, MM=2 km, SM=70 km	άπειρη	2ms	192KHz
<b>CobraNet</b> 1996	Ethernet layer 2 ισόχρονη	Ethernet	Ethernet, SNMP, MIDI	Spanning tree	Cat5=100 m, MM=2 km, SM=70 km	άπειρη	1 1/3, 2 2/3 , 5 1/3 ms	96KHz
<b>Dante</b> 2006	όποιο IP ισόχρονη	όποια διασύνδεση DiffServ, QoS	IP, Bonjour	όποια IP, L2	Cat5=100 m, MM=2 km, SM=70 km	άπειρη	≥ 8μs	192KHz
<b>EtherSound</b> 2001	Ethernet layer 2 ισόχρονη	Ethernet	εταιρικό (Digigram)	star, daisy chain, ring	Cat5=140 m, MM=600 m, SM=70 km	64 512 (Giga)	84–125 μs + 1.4 μs/node	96KHz
<b>mLAN</b> 2000	IEEE 1394 (Firewire) ισόχρονη	με IEEE 1394	IEEE 1394, MIDI	tree	4.5m	800Mbps	354.17 μs	192KHz
<b>RAVENNA</b> 2010	όποιο IP ισόχρονη	όποια διασύνδεση DiffServ, QoS	IP, Bonjour, RTSP	όποια IP, L2	εξαρτώμενη μέσου	άπειρη	εξαρτώμενη μεγέθους πακέτου	384KHz, DSD
<b>SoundGrid</b>	Ethernet layer 2 ισόχρονη	Ethernet	εταιρικό (Waves)	Star, daisy chain	Cat5/Cat5e/Cat6 /Cat7 =100m, MM=2km, SM=70km	άπειρη	≥ 166μs	96KHz

στοιχεία έως 2019

**μόνιμες Η/Α εγκαταστάσεις σε  
κλειστούς χώρους**



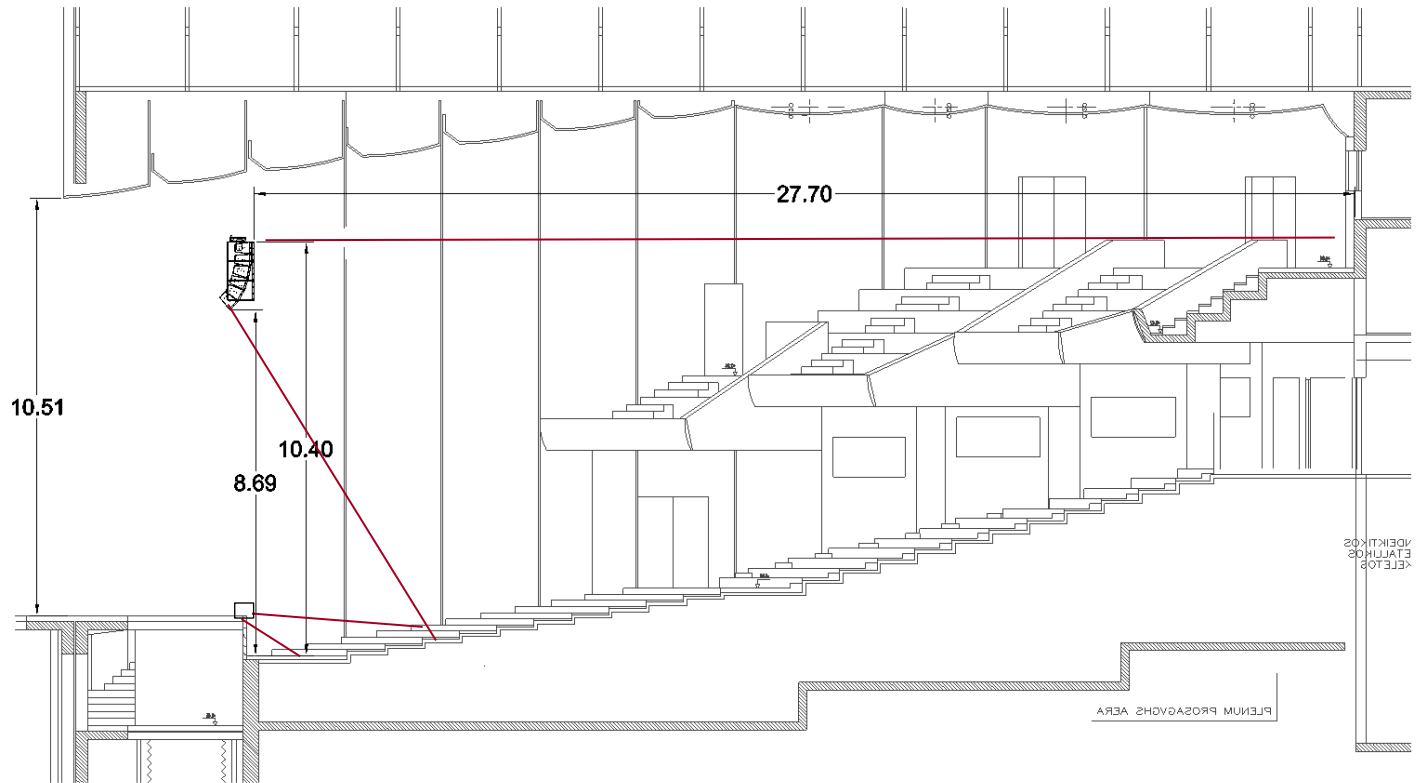
# Παράδειγμα εφαρμογής 1 (ΣΠΚ, Παν/μιο Πατρών)

- 930 Θέσεις
- 1 εξώστης
- RT60 (T30) 1,7-2 sec



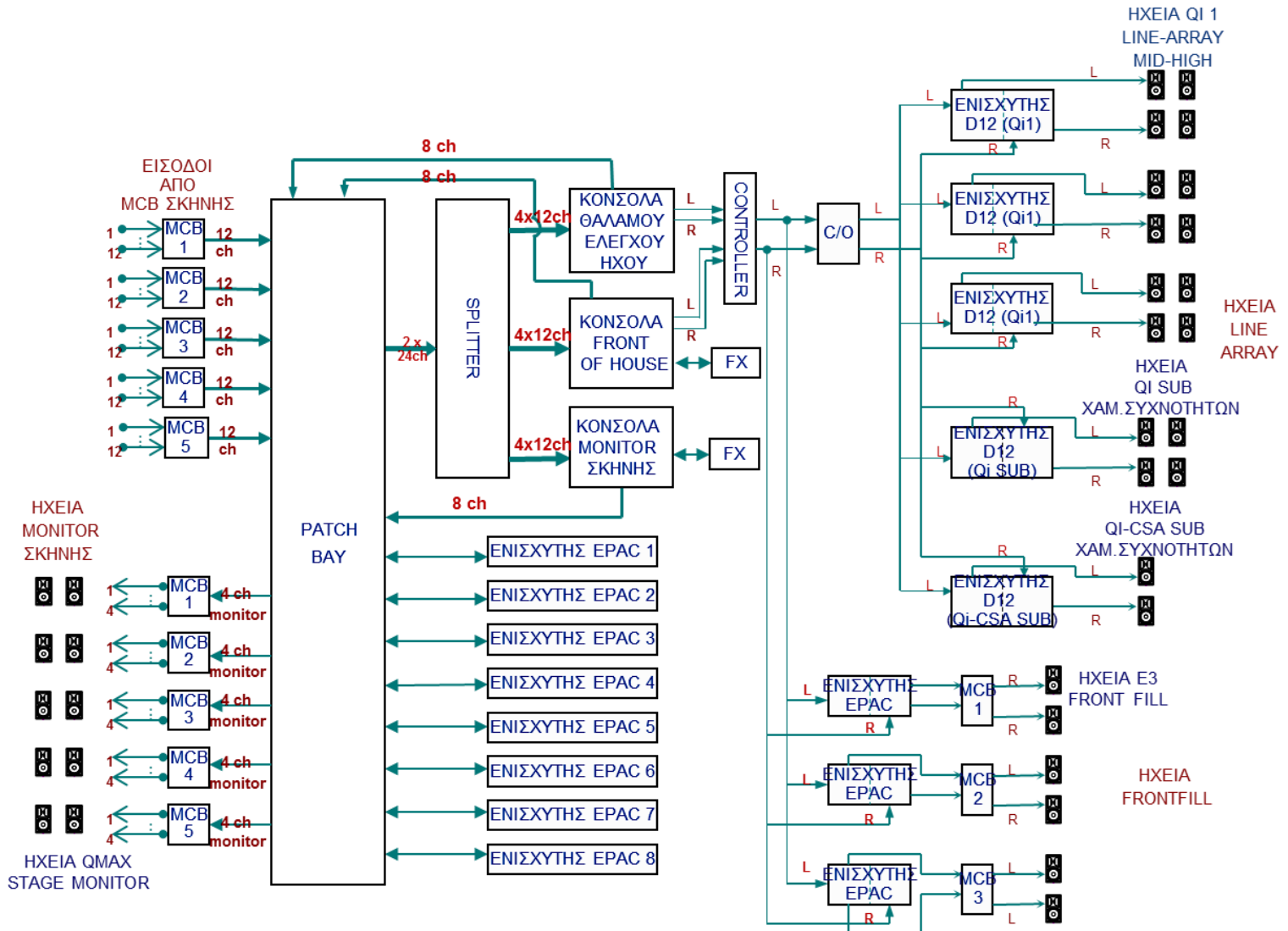
από Διπλωματική εργασία Θ. Δρόσου - 2011

# Παράδειγμα εφαρμογής 1 (ΣΠΚ, Παν/μιο Πατρών)



από Διπλωματική εργασία Θ. Δρόσου - 2011

# Παράδειγμα εφαρμογής 1 (ΣΠΚ, Παν/μιο Πατρών)



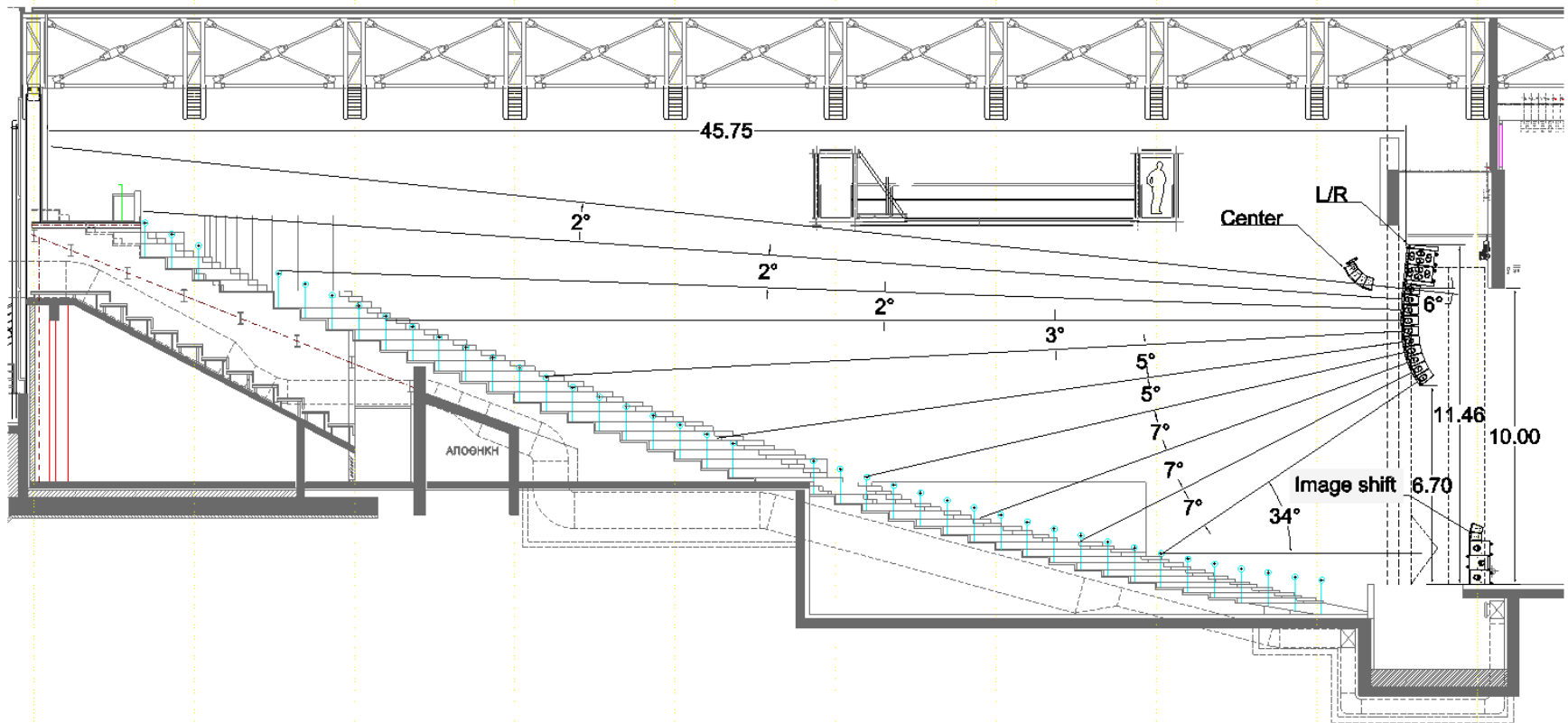
# Παράδειγμα εφαρμογής 2 (Θέατρο Badminton)

- 2500 θέσεις
- Κανένας εξώστης
- RT60 (T30) 1-1,2 sec



από Διπλωματική εργασία Θ. Δρόσου - 2011

# Παράδειγμα εφαρμογής 2 (Θέατρο Badminton)



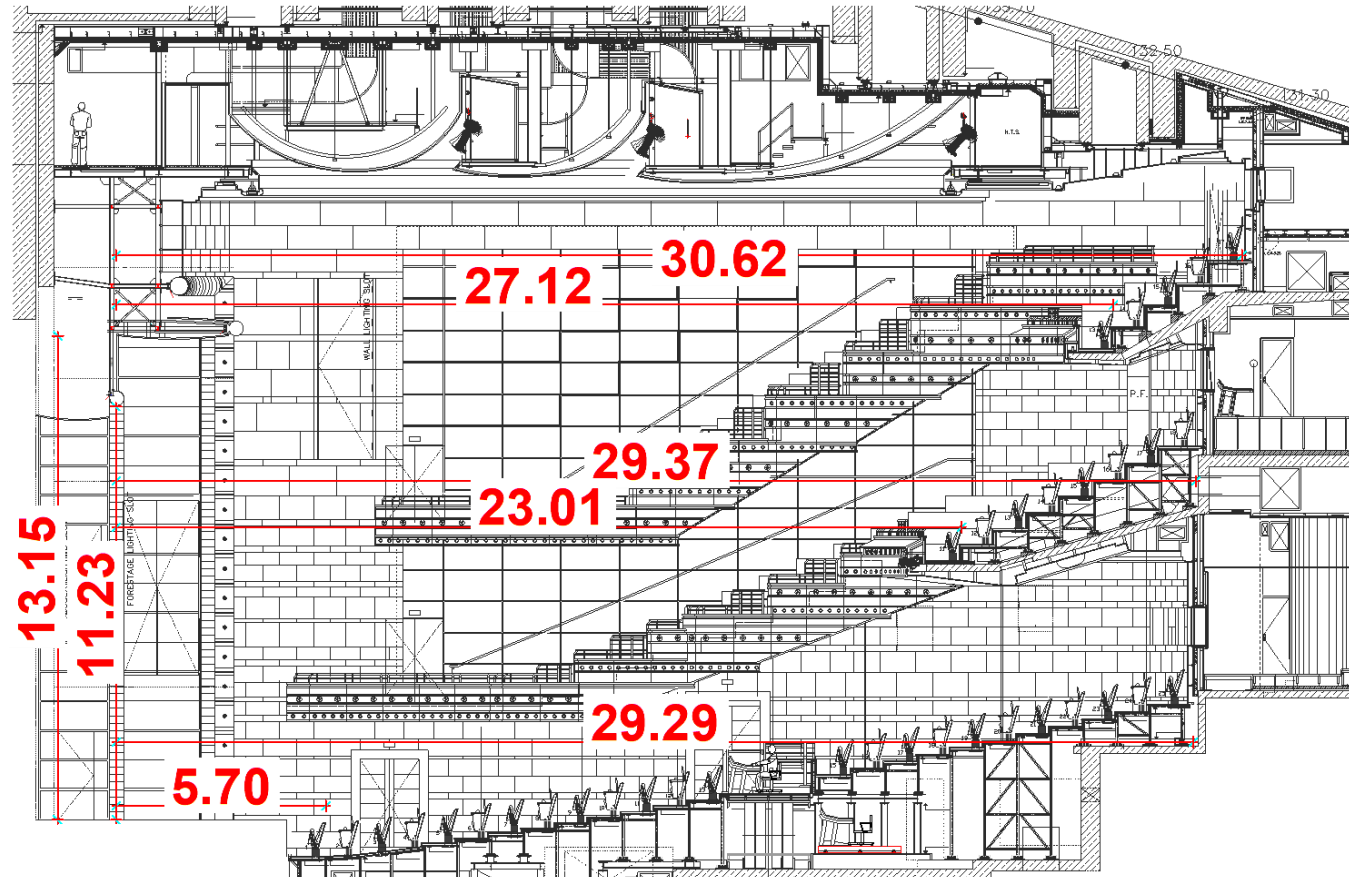
από Διπλωματική εργασία Θ. Δρόσου - 2011

# Παράδειγμα εφαρμογής 3 (Ο.Μ.Μ.Α., Αίθουσα Τριάντη)

- 1700 θέσεις
- 2 εξώστες
- RT60 (T30) 1,6-1,8 sec



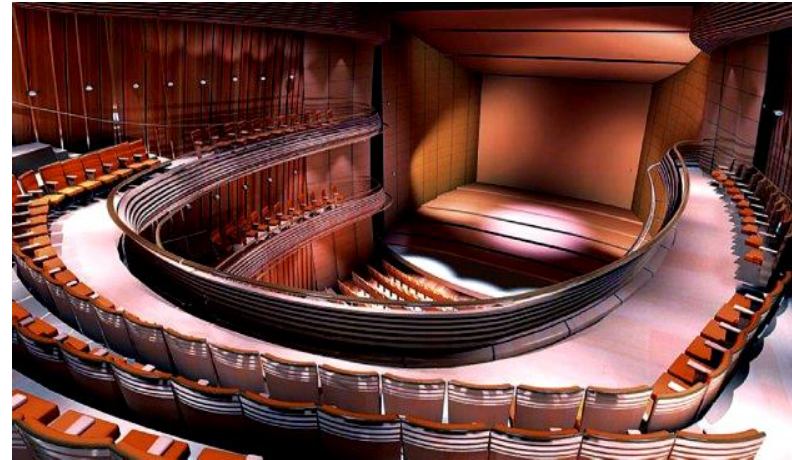
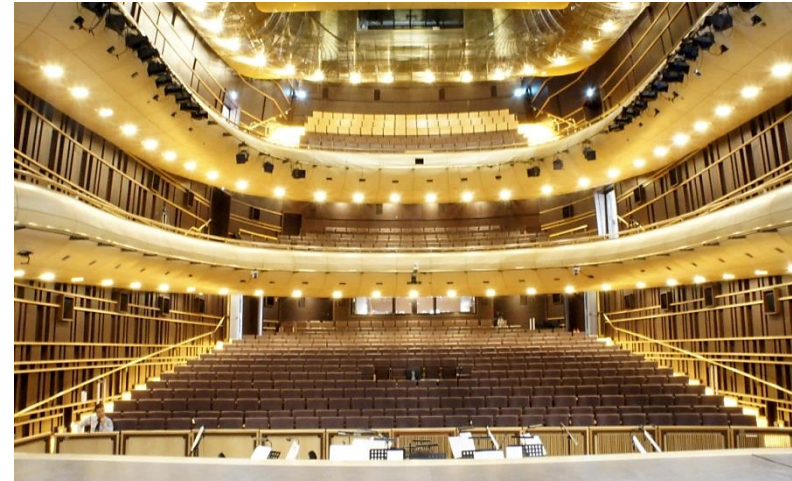
# Παράδειγμα εφαρμογής 3 (Ο.Μ.Μ.Α., Αίθουσα Τριάντη)



από Διπλωματική εργασία Θ. Δρόσου - 2011

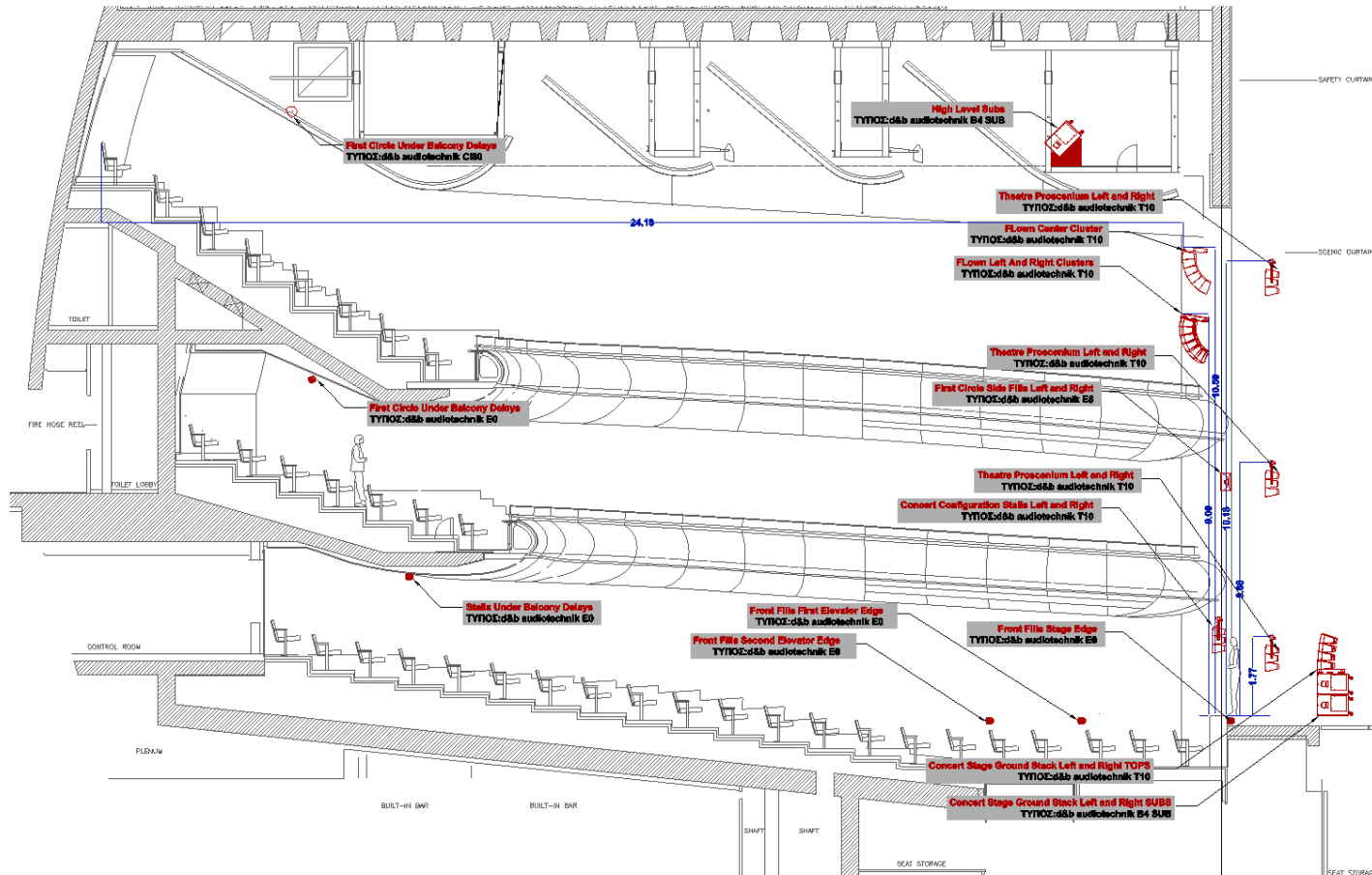
# Παράδειγμα εφαρμογής 4 (Ίδρυμα Ωνάση, Στέγη Γραμμάτων & Τεχνών)

- 880 θέσεις
- 2 εξώστες
- RT60 (T30) 1,4-1,6 sec





# Παράδειγμα εφαρμογής 4 (Ίδρυμα Ωνάση, Στέγη Γραμμάτων & Τεχνών)



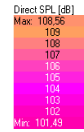
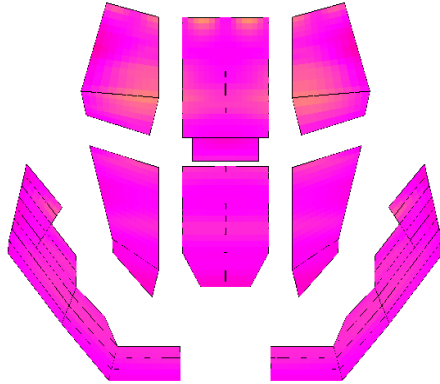
από Διπλωματική εργασία Θ. Δρόσου - 2011

# Συγκρίσεις εξομοιώσεων (στάθμη απευθείας σήματος $L_{pA}$ )

## ΣΠΚ Π/Π

PATRAS UNIV CONFERENCE CENTER

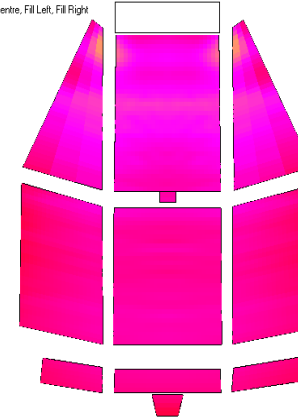
Used:  
Lspk: Right LINE ARRAY, left LINE ARRAY, lng CL, lng CR, lngR, lngL, lngRR, lngLL, SUB L, SUB R  
Map: Direct SPL (A)  
Freq: 250 Hz  
(Broad Band Average)



## Θ. Badminton

BADMINGTON

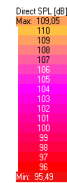
Used:  
Lspk: LEFT, RIGHT, FF1, FF1', FF 2, FF 2', FF 3, FF 3', FF 4, FF 4', Centre, Fill Left, Fill Right  
Map: Direct SPL (A)  
Freq: 1000 Hz  
(Broad Band Average)



## O.M.M.A. A.T

Athens Hall

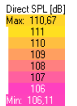
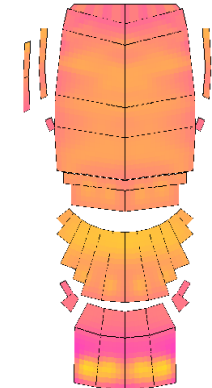
Used:  
Lspk: E05, E04, E03, E02, E01, E01', E02', E03', E04', E05', UB4, UB3, UB5, UB2, UB6, UB1, UB2, UB3, UB4, UB5, UB6, UB E4, UB E2, RIGHT STACK, LEFT STACK, CENTER ARRAY, LEFT ARRAY, RIGHT ARRAY  
Map: Direct SPL (A)  
Freq: 1000 Hz  
(Broad Band Average)



## I.Ω. Σ.Γ.&T.

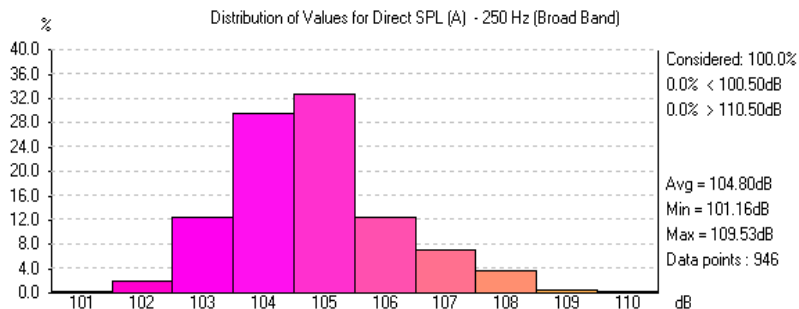
Onassis

Used:  
Lspk: L, CENTER, FF1, FF2, FF3, STALLS UB1, STALLS UB2, STALLS UB3, 1st balc UB1, 1st balc UB3, 2nd balc UB 2, 2nd balc UB 1, STACK L, STALLS L, PROS 2ND BALC, PROS 1st BALC, R, FF1', FF2', FF  
Map: Direct SPL (A)  
Freq: 1000 Hz  
(Broad Band Average)

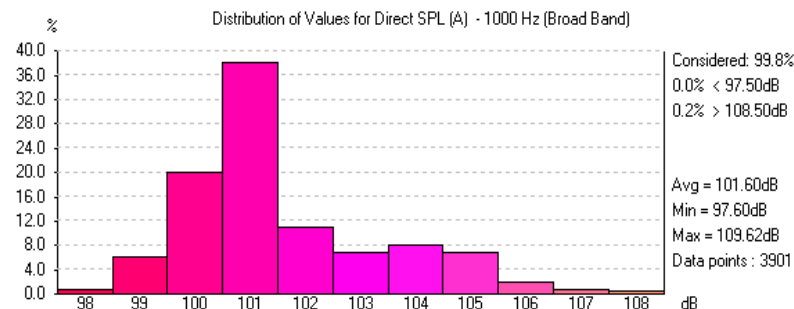


# Συγκρίσεις εξομοιώσεων (στάθμη απευθείας σήματος $L_{pA}$ )

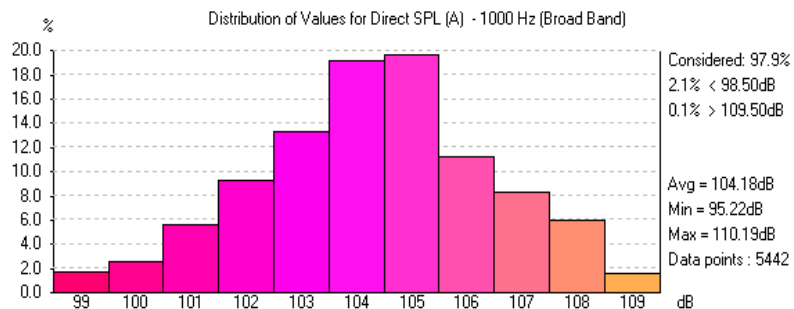
## ΣΠΚ Π/Π



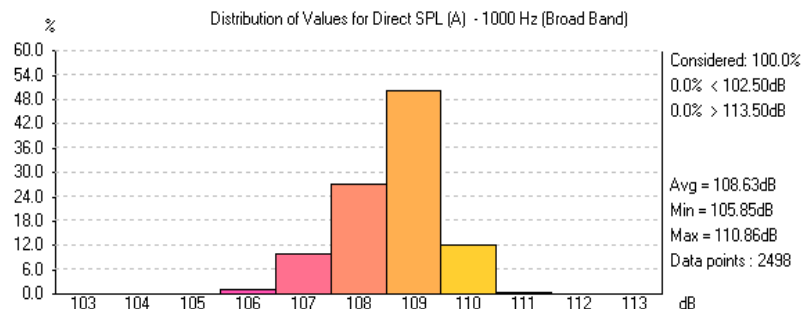
## Θ. Badminton



## Ο.Μ.Μ.Α. Α.Τ

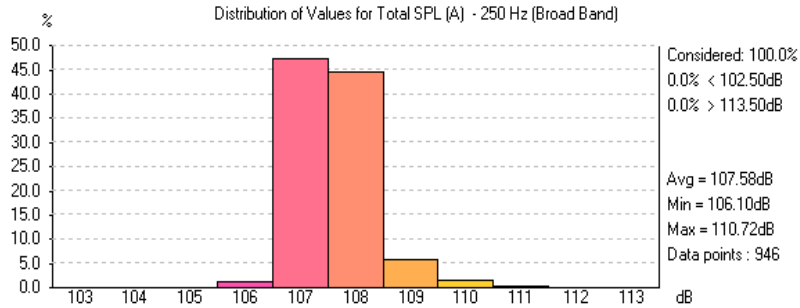


## Ι.Ω. Σ.Γ.&Τ.

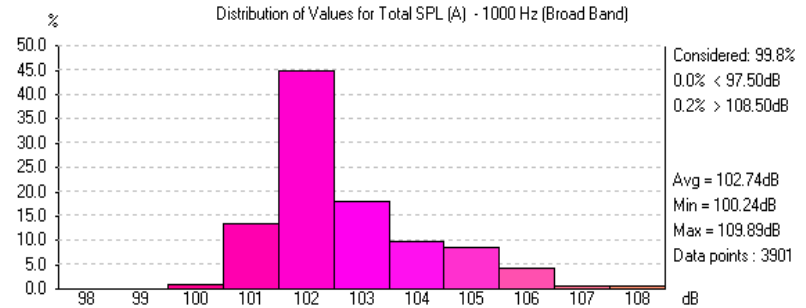


# Συγκρίσεις εξομοιώσεων (στάθμη συνολικού σήματος $L_{pA}$ )

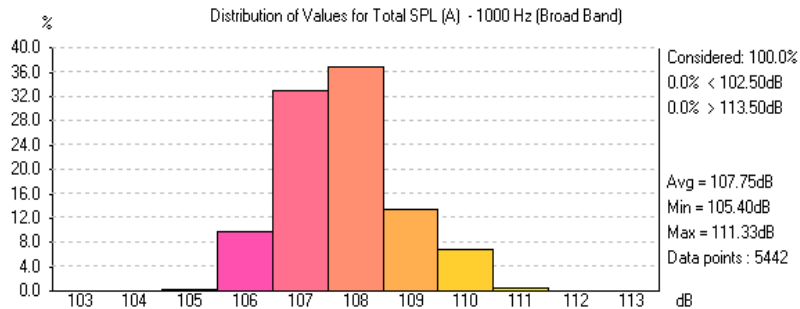
## ΣΠΚ Π/Π



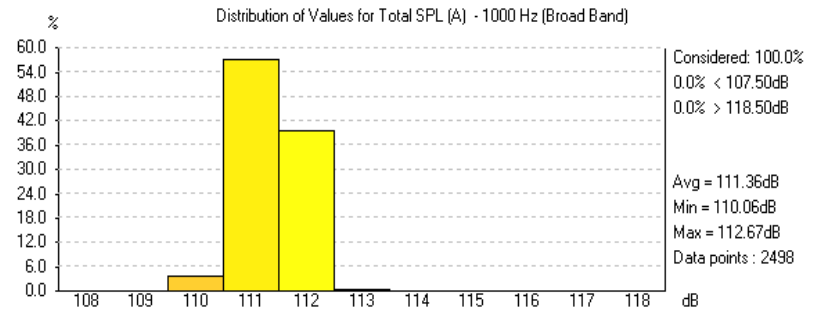
## Θ.Badminton



## Ο.Μ.Μ.Α. Α.Τ

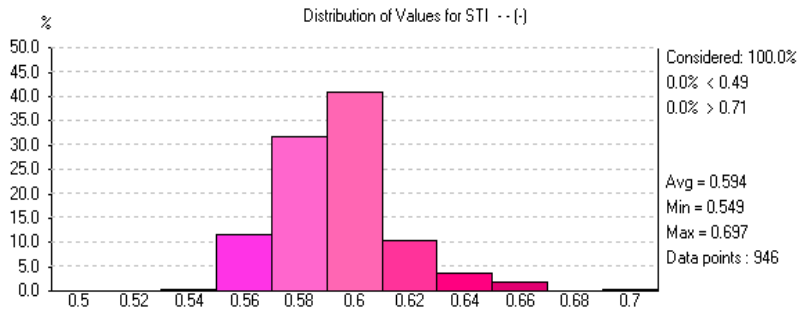


## Ι.Ω. Σ.Γ.&Τ.

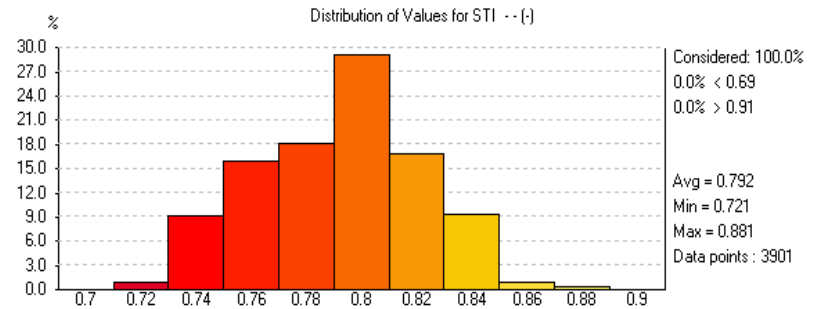


# Συγκρίσεις εξομοιώσεων (καταληπτότητα ομιλίας STI)

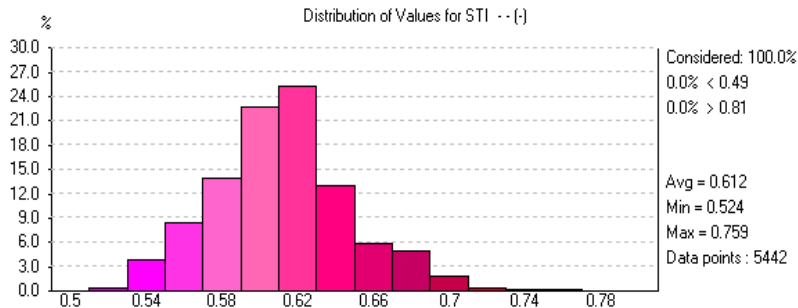
## ΣΠΚ Π/Π



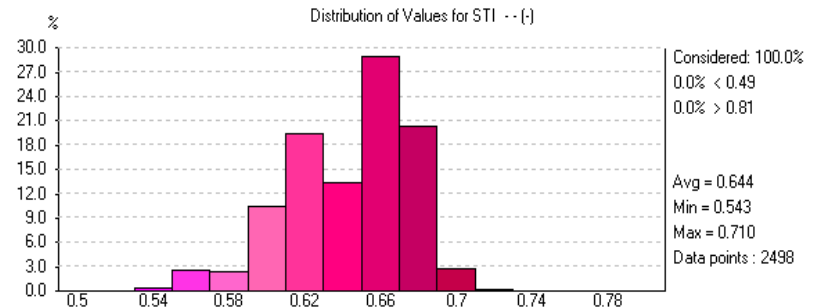
## Θ.Badminton



## Ο.Μ.Μ.Α. Α.Τ

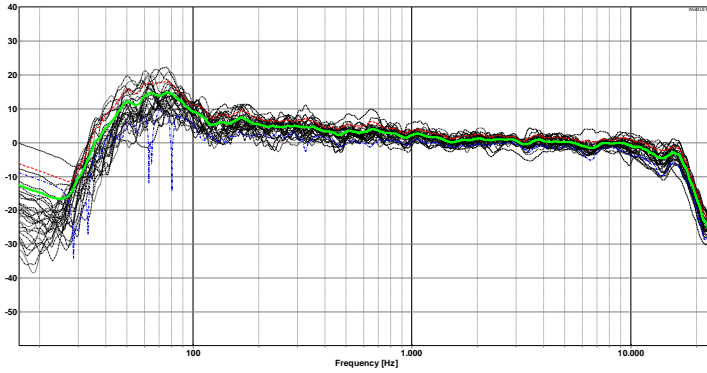


## Ι.Ω. Σ.Γ.&Τ.

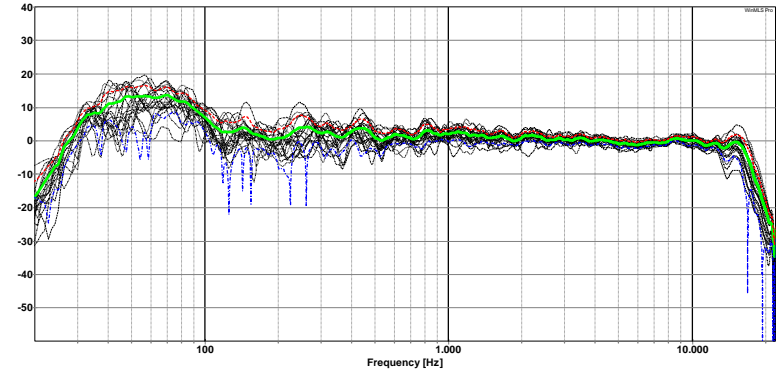


# Συγκρίσεις μετρήσεων (απόκριση συχνότητας)

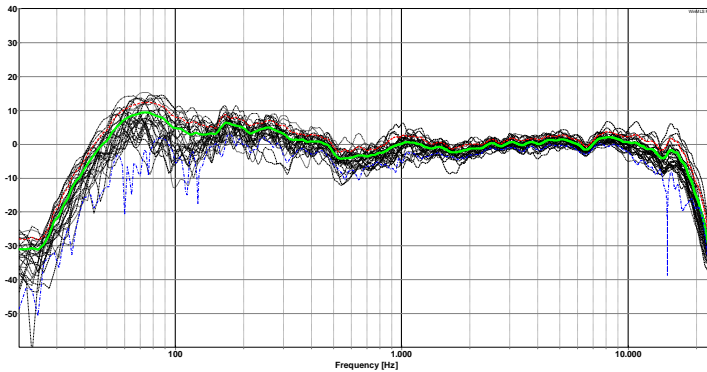
## ΣΠΚ Π/Π



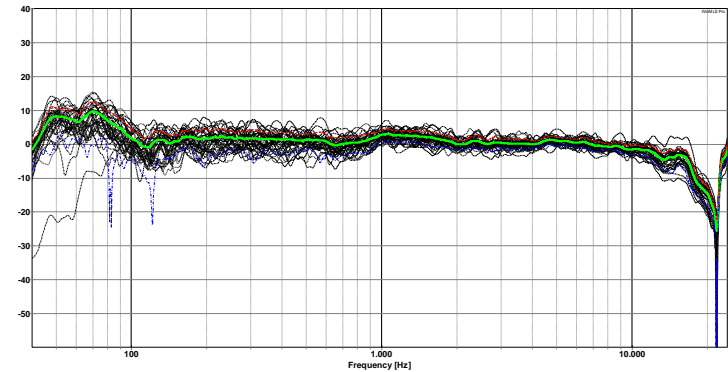
## Θ. Badminton



## Ο.Μ.Μ.Α. Α.Τ

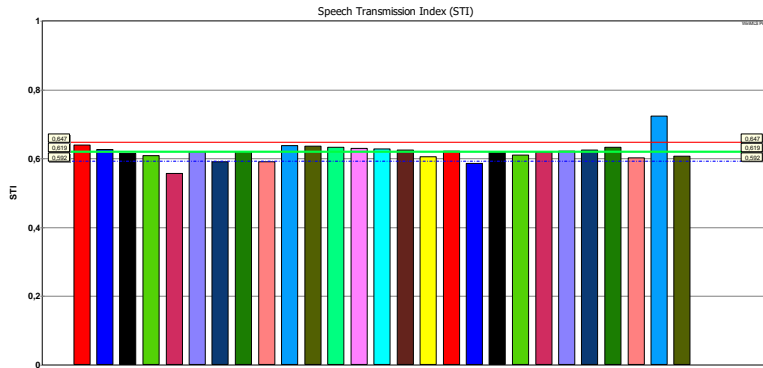


## Ι.Ω. Σ.Γ.&Τ.

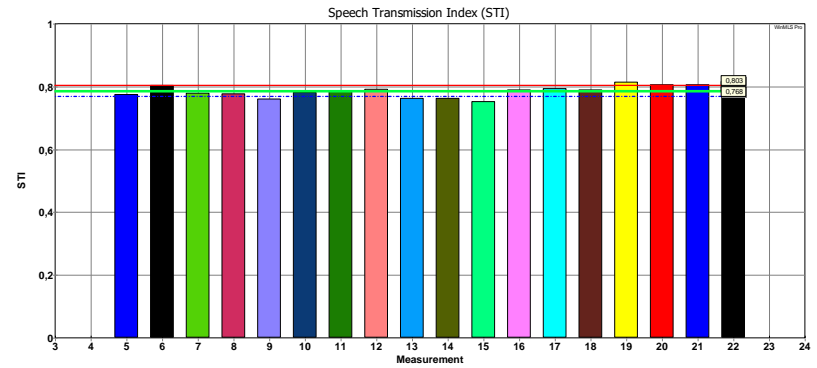


# Συγκρίσεις μετρήσεων (καταληπτότητα ομιλίας STI)

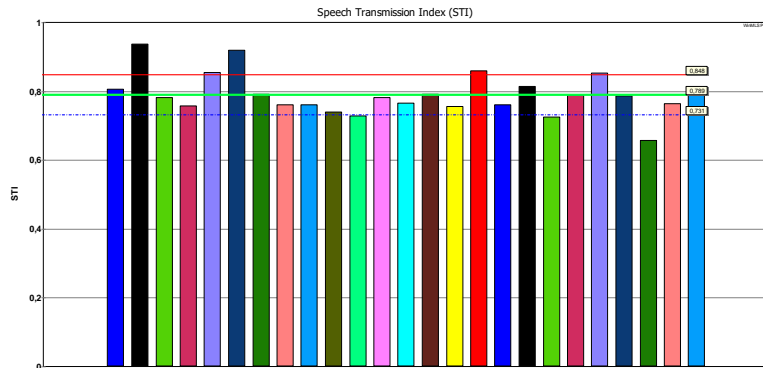
## ΣΠΚ Π/Π



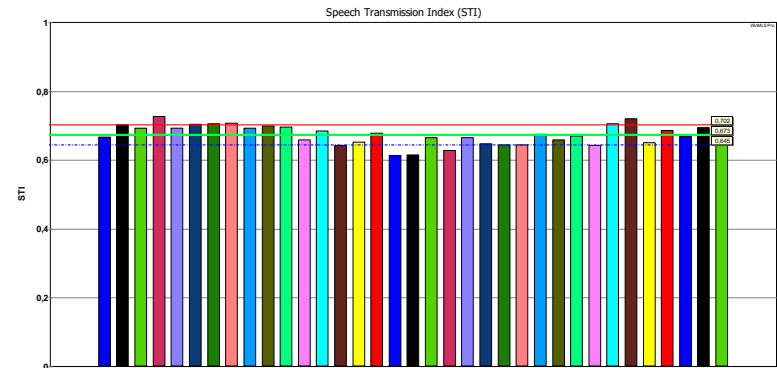
## Θ. Badminton



## Ο.Μ.Α. Α.Τ



## Ι.Ω. Σ.Γ.&Τ.



# απόκλιση μετρήσεων - εξομοιώσεων (ηχοστάθμη)

			Εξομοίωση (EASE)		Μέτρηση (WinMLS)	
	Θέσεις	RT60 (T30) 1KHz Average (sec)	Direct SPL variation (dB)	Total SPL variation (dB)	Total SPL variation (dB)	Διαφορά εξομοίωσης - μέτρησης (dB)
ΣΠΚ Π/Π	930	2	+3 / -3	+3 / -1,5	+1,41 / -2,2	0,89
Θ. Badminton	2500	1	+5 / -2	+4 / -1	+2 / -1,1	1,9
Ο.Μ.Μ.Α. Α.Τ	1700	1,7	+5 / -5	+2 / -2	+3,37 / -3,87	-3,24
Ι.Ω. Σ.Γ.&Τ.	880	1,6	+1 / -2	+1 / -1	+3,17 / -3	-4,17





**ομάδα τεχνολογίας ήχου & ακουστικής**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΣΥΡΜΑΤΗΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

*<http://www.wcl.ece.upatras.gr/AudioGroup/>*