

# Εργαστήριο στις Ασύρματες Ζεύξεις

Βαθμός μαθήματος =  $0.7 \times \text{Τελικό γραπτό} + 0.3 \times \text{Εργαστήριο}$

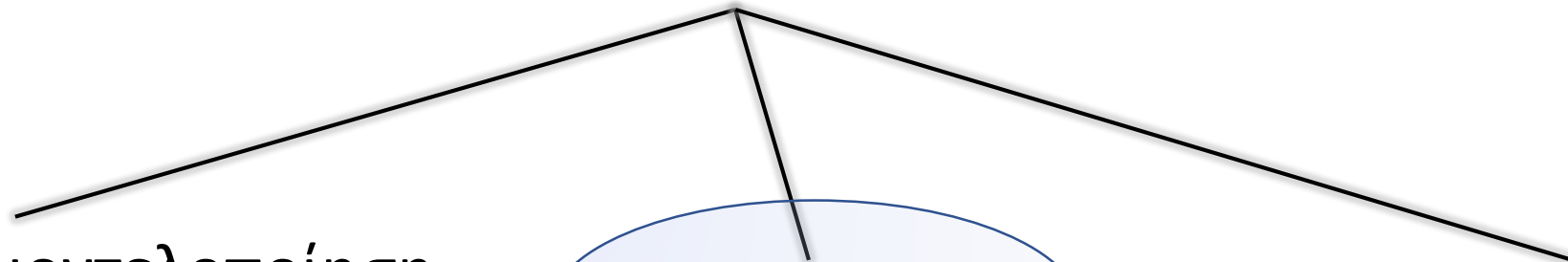
$0.3 \times \text{Εργαστήριο} = 0.15 \times \text{Άσκηση 1} + 0.15 \times \text{Άσκηση 2}$

# Ερευνητής/Μηχανικός Δικτύων – Τηλ/ων

Μαθηματική μοντελοποίηση  
και ανάλυση

Προσομοίωση

Πραγματική μέτρηση



# Εργαστήριο

## Εργαστηριακή Άσκηση 1

EDX Signal Pro v8.3 (Evaluation)

report (.pdf/any word processor)

## Εργαστηριακή Άσκηση 2

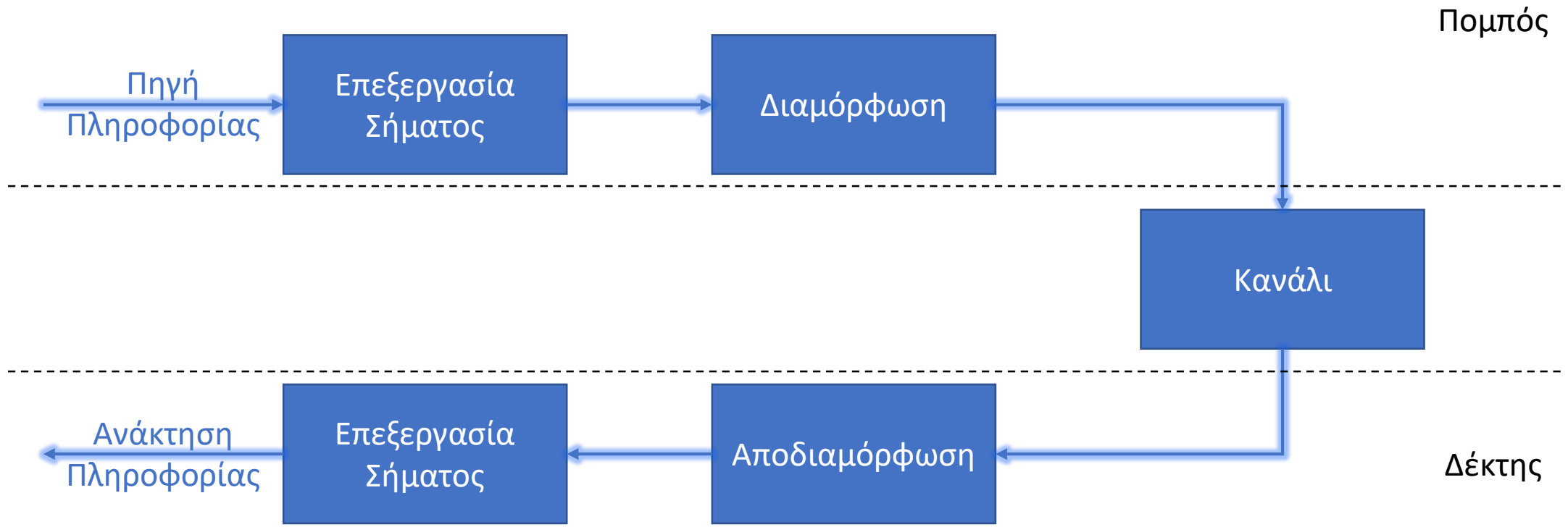
MATLAB

report (.pdf/any word processor)

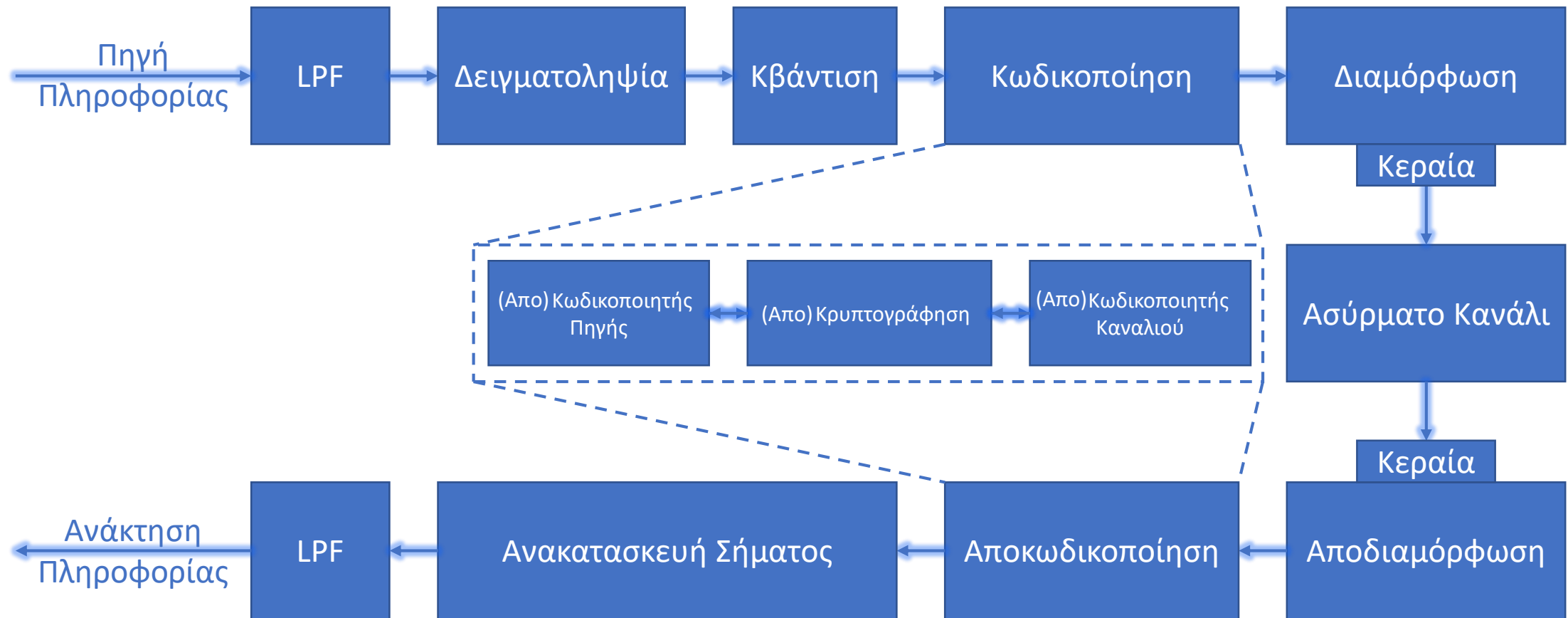
source files (.m/any .m processor)

presentation (.pdf/any presentation software)

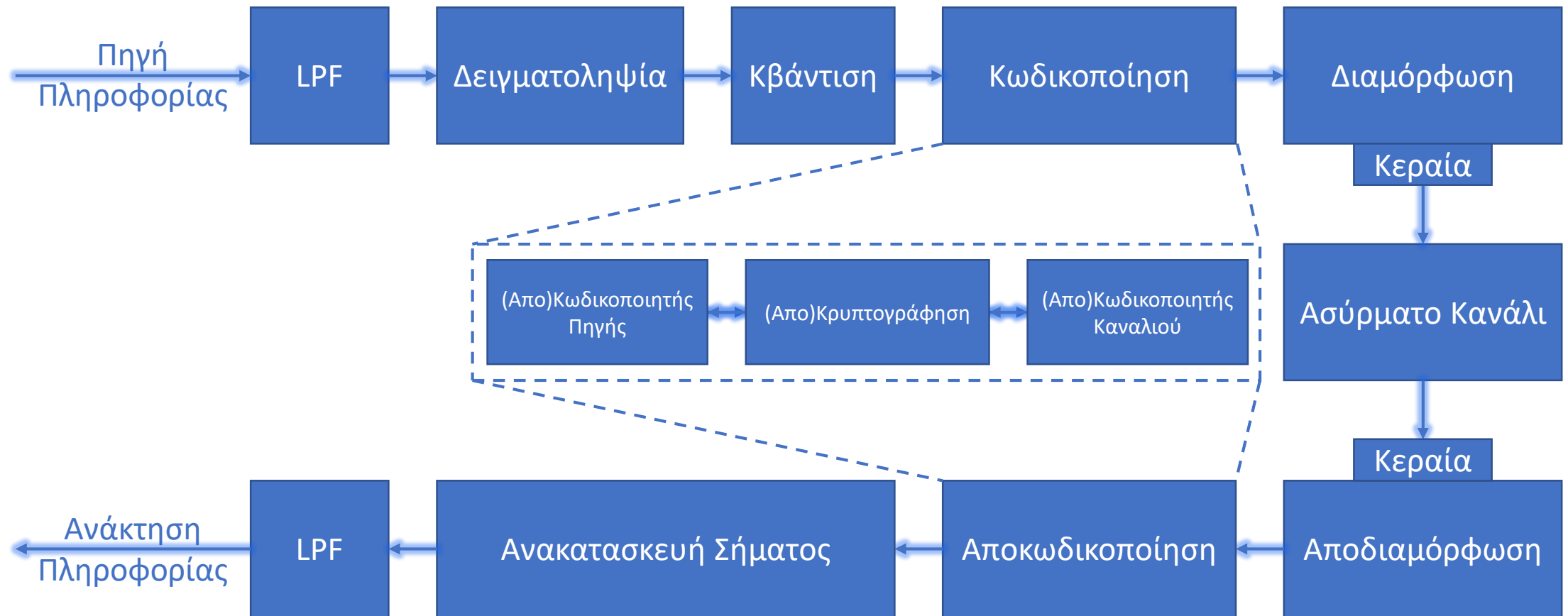
# Βασικό Δομικό Διάγραμμα Τηλεπικοινωνιακής Ζεύξης [1]



# Πλήρες Δομικό Διάγραμμα Ψηφιακής Ασύρματης Ζεύξης



# Πλήρες Δομικό Διάγραμμα Ψηφιακής Ασύρματης Ζεύξης



## Κεραία [2]

- Διάγραμμα Ακτινοβολίας
- Πυκνότητα Ισχύος Ακτινοβολίας
- Κατευθυντικότητα
- Απολαβή (Κέρδος)
- Εύρος Ζώνης
- Πόλωση

## Ασύρματο Κανάλι

- Παρεμβολές
- Παραμόρφωση Σήματος
- Χρονική Καθυστέρηση
- Αλλαγές Πλάτους/Φάσης
- Θόρυβος



# Εργαστηριακή Άσκηση 1

- EDX Signal Pro
  - Παράμετροι Πομπού
    - Ύψος, θέση, τύπος κεραίας, ισχύς μετάδοσης, συχνότητα λειτουργίας
  - Παράμετροι Δέκτη
    - Ύψος, θέση, τύπος κεραίας, ισχύς μετάδοσης, συχνότητα λειτουργίας
  - Παράμετροι Περιβάλλοντος
    - Γεωγραφικό ανάγλυφο, εμπόδια, περιβαλλοντικά στοιχεία, απόσταση πομποδεκτών, μοντέλα απωλειών

# Εργαστηριακή Άσκηση 1 (cont'd)

## Τρόποι μετάδοσης

```
graph TD; A[Τρόποι μετάδοσης] --> B[Σημείο-προς-Σημείο]; A --> C[Ευρεία κάλυψη]; B --> D[Point-to-Point (P2P) ζεύξη – 1ο μέρος]; C --> E[Wide Coverage ζεύξη – 2ο μέρος];
```

Σημείο-προς-Σημείο



Point-to-Point (P2P) ζεύξη – 1<sup>ο</sup> μέρος

Ευρεία κάλυψη



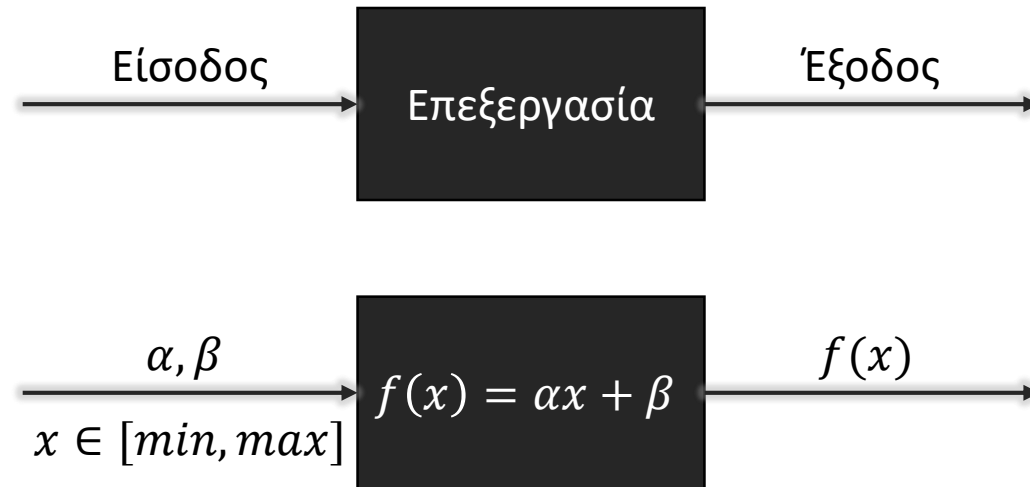
Wide Coverage ζεύξη – 2<sup>ο</sup> μέρος

# Εργαστηριακή Άσκηση 2

- MATLAB - Υλοποίηση μαθηματικών εξισώσεων με (πιθανές) παραμέτρους:
  - Συχνότητες εφαρμογής του μοντέλου
  - Απόσταση πομποδεκτών
  - Ύψη κεραιών
  - Τύποι περιβαλλόντων
  - Πλήθος εμποδίων
  - Τύποι εμποδίων

# Εργαστηριακή Άσκηση 2 (cont'd)

- Black-box programming



# Decibel (dB)

- Τα decibel (dB) **δεν** είναι **μονάδα μέτρησης!**
- Τα decibel (dB) είναι **κλίμακα!**
  - συγκεκριμένα, λογαριθμική
- 20dB σε λογαριθμική κλίμακα ισούνται με τον αριθμό 100 σε γραμμική κλίμακα
- 20dBm ισχύ σε λογαριθμική κλίμακα ισούνται με 100mW ισχύ σε γραμμική κλίμακα

# Γραμμική $\leftrightarrow$ Λογαριθμική

$$X_{dB} = 10 * \log_{10} X_{linear} \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow \log_{10} X_{linear} = \frac{X_{dB}}{10}$$

$$\stackrel{\log^{-1}}{\Leftrightarrow} X_{linear} = 10^{\frac{X_{dB}}{10}} \quad (2)$$

# Προσεγγιστικοί κανόνες

Γραμμική κλίμακα	Λογαριθμική κλίμακα
1	0
*2	+3
/2	-3
*10	+10
/10	-10
*100	+20
/100	-20

# Γιατί dB;

- Πολλά φαινόμενα σε δίκτυα-τηλ/νίες (ειδικά στα ασύρματα) έχουν πολλαπλασιαστική επίδραση
  - π.χ., fading
- Πιο εύκολες πράξεις στη λογαριθμική κλίμακα (προσθέσεις/αφαιρέσεις), σε σχέση με τη γραμμική κλίμακα (πολλαπλασιασμοί/διαιρέσεις)
- Ευκολότεροι προς χειρισμό αριθμοί



# Παραδείγματα

- Κέρδος ενισχυτή

- $G_{dB} = +30dB \stackrel{(2)}{\Rightarrow} G_{linear} = 10^{\frac{30}{10}} = 10^3 = 1000$

- Απώλειες μονοπατιού

- $L_{dB} = -90dB \stackrel{(2)}{\Rightarrow} L_{linear} = 10^{-9} = 0.000000001$

- Μαχ. ισχύς εκπομπής ενός 5G σταθμού βάσης (μικροκυψέλες) [3]

- $P_{dBm}^{Tx} \approx 50dBm \stackrel{(2)}{\Rightarrow} P_{linear}^{Tx} \approx 100000mW = 100W$

- Ισχύς λήψης

- $P_{dBm}^{Rx} = P_{dBm}^{Tx} + L_{dB} = 50dBm + (-90dB) = -40dBm$

- $P_{linear}^{Rx} = P_{linear}^{Tx} * L_{linear} = 100000mW * 0.000000001 = 0.0001mW$

- Σήματα τέτοιας ισχύος καταφέρνει και αποκωδικοποιεί ο δέκτης (Receiver Sensitivity)

# Αναφορές

[1] Γ. Καραγιαννίδης, Κ. Ν. Παππή, *Τηλεπικοινωνιακά συστήματα*, Εκδόσεις Τζιόλα, 3η Έκδοση, 2016

[2] <https://www.antenna-theory.com/>, Πρόσβαση: 21/03/2022

[3] ETSI “5G; NR; Base Station (BS) radio transmission and reception”, Technical Specification 138 104 v.15.16.0, 03/2022

[4] <https://www.youtube.com/watch?v=377Zv8H45sc>, Πρόσβαση: 21/03/2022