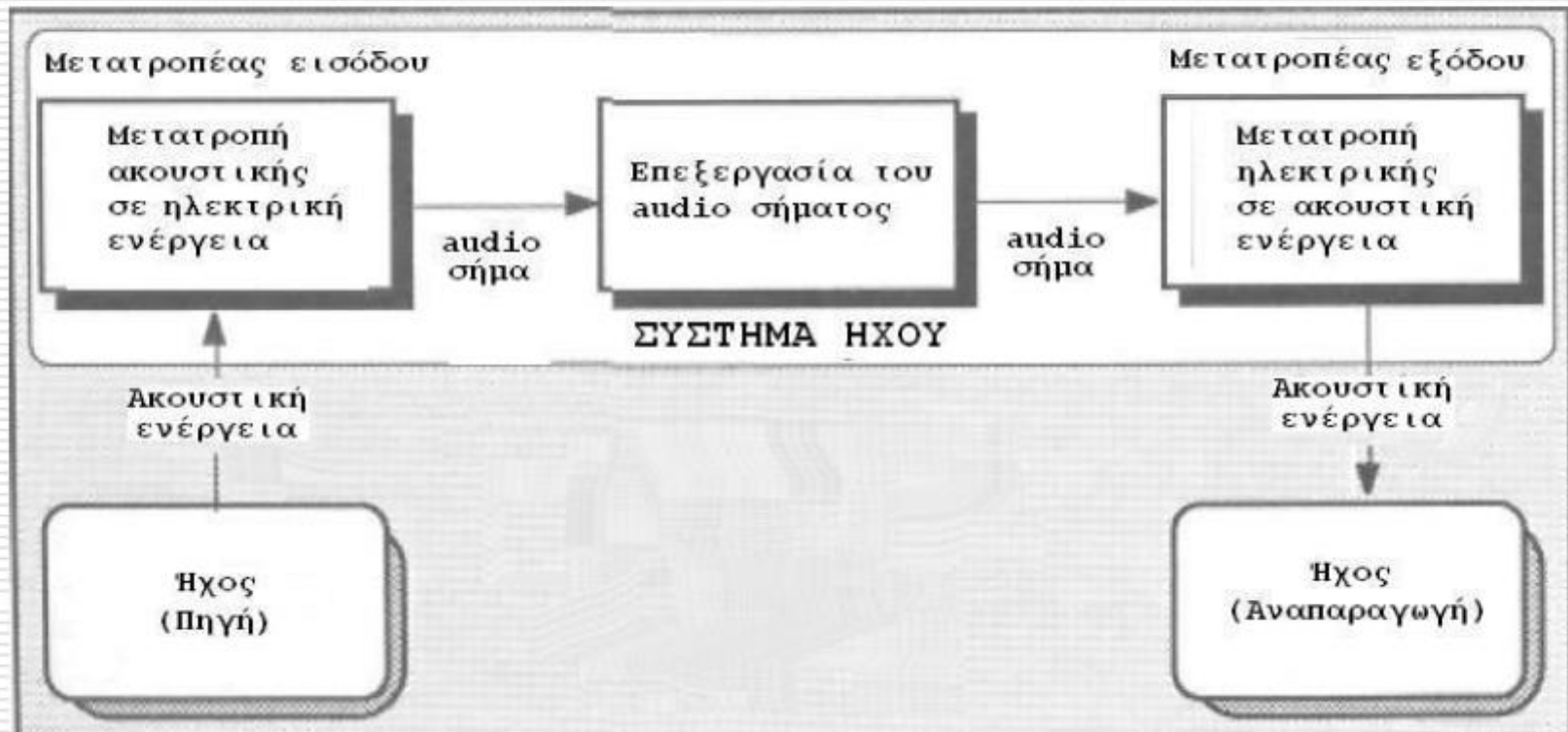
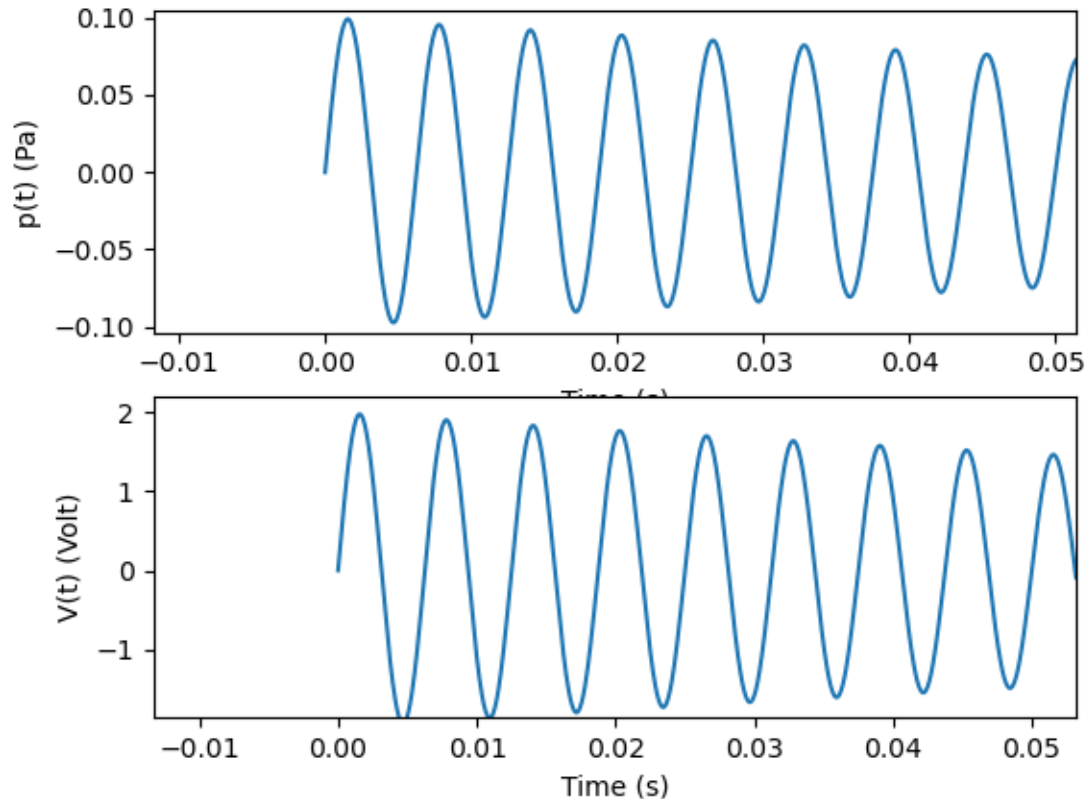


Μάθημα 1ο

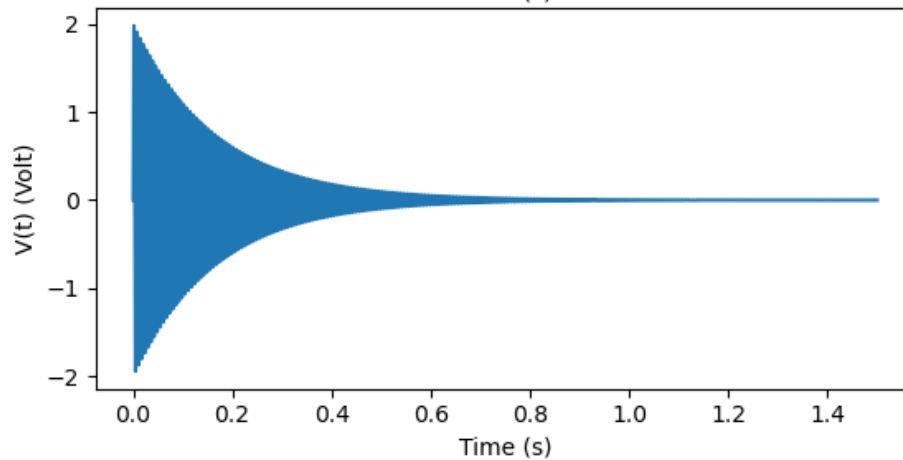
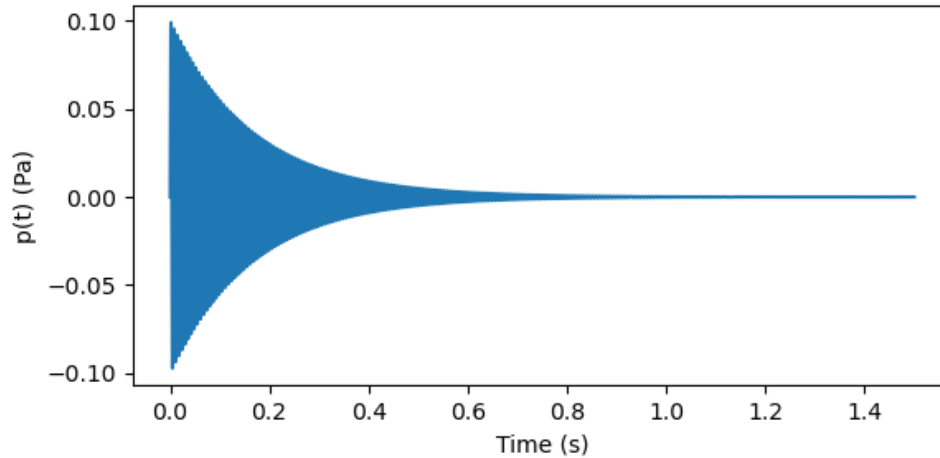
Το σύστημα ήχου (ορισμός)



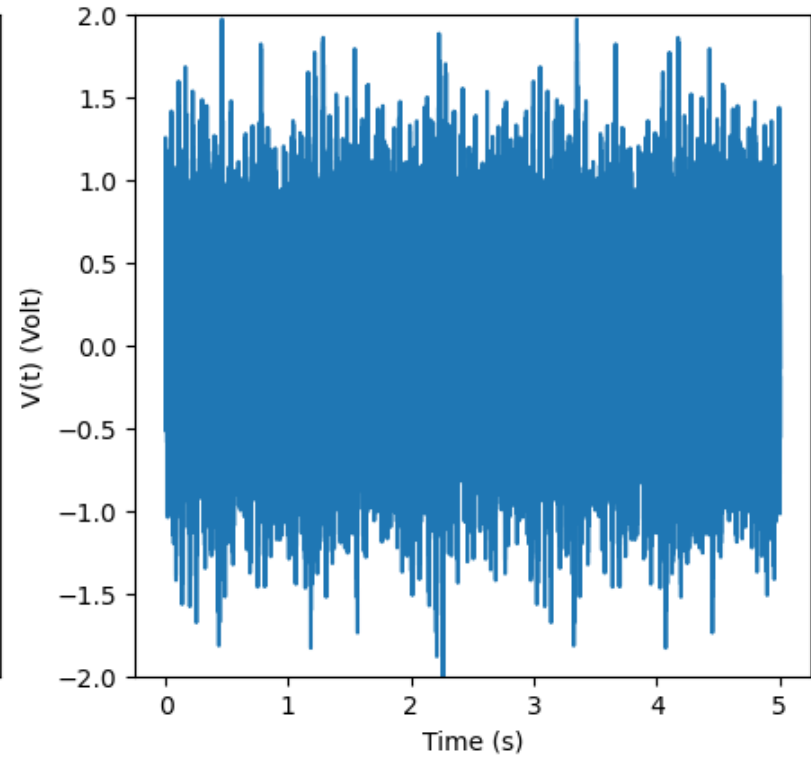
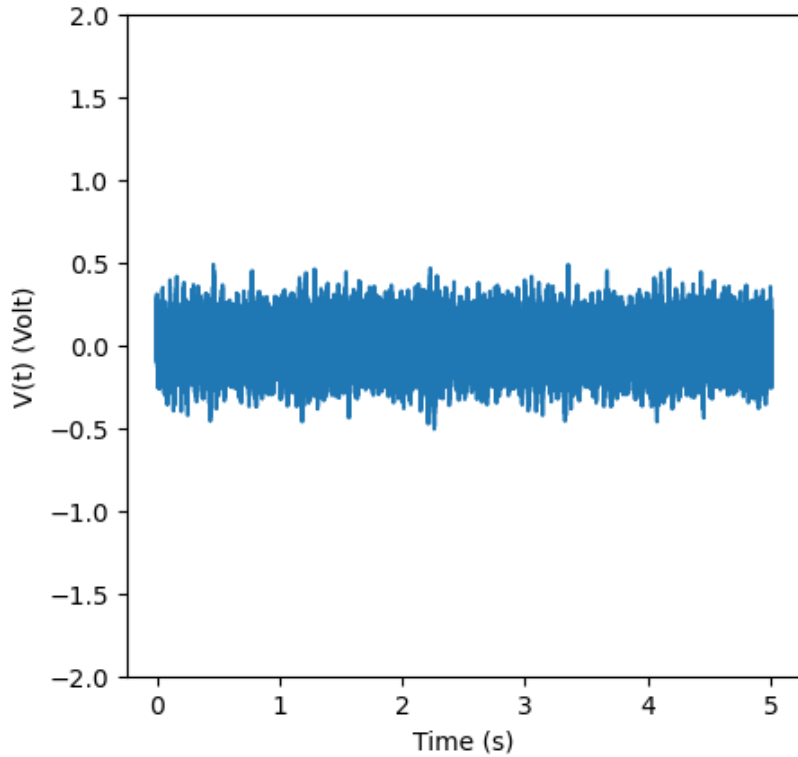
Διαγράμματα πλάτους χρόνου



Διαγράμματα πλάτους χρόνου



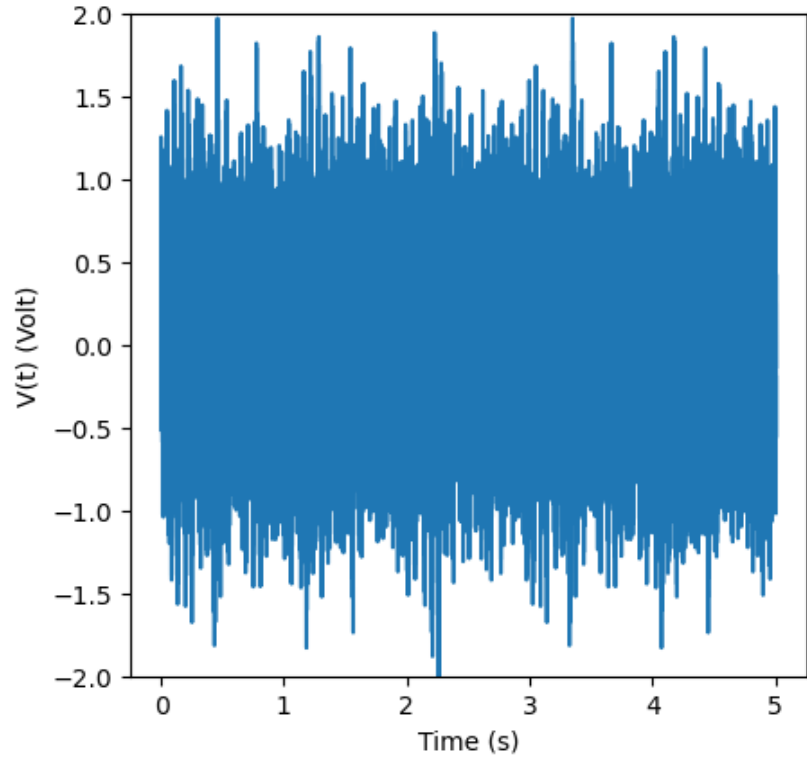
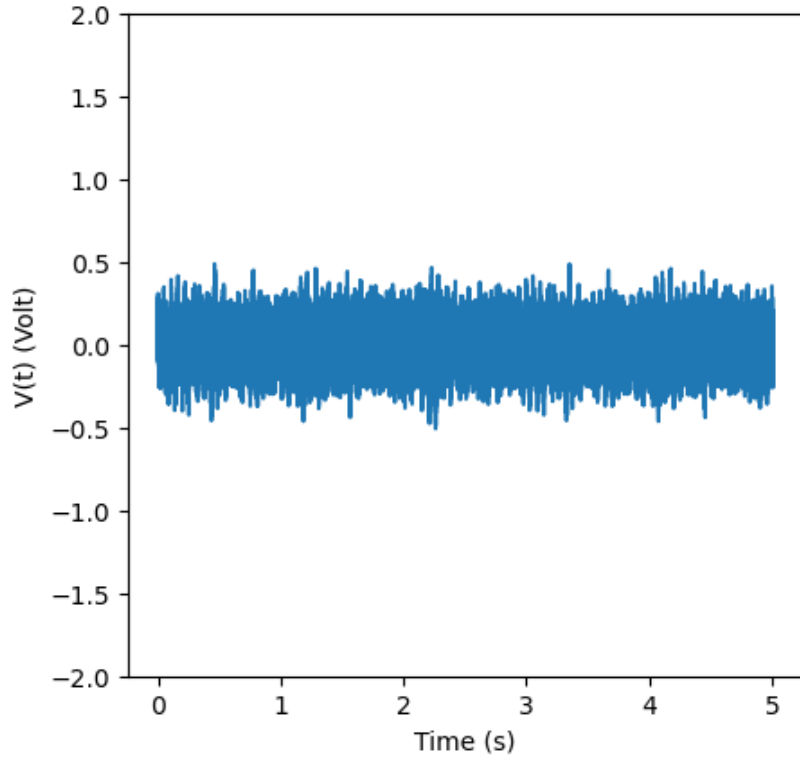
Στάθμη σήματος



Στάθμη σήματος

L=-16,65 dBu

L=-4,61 dBu



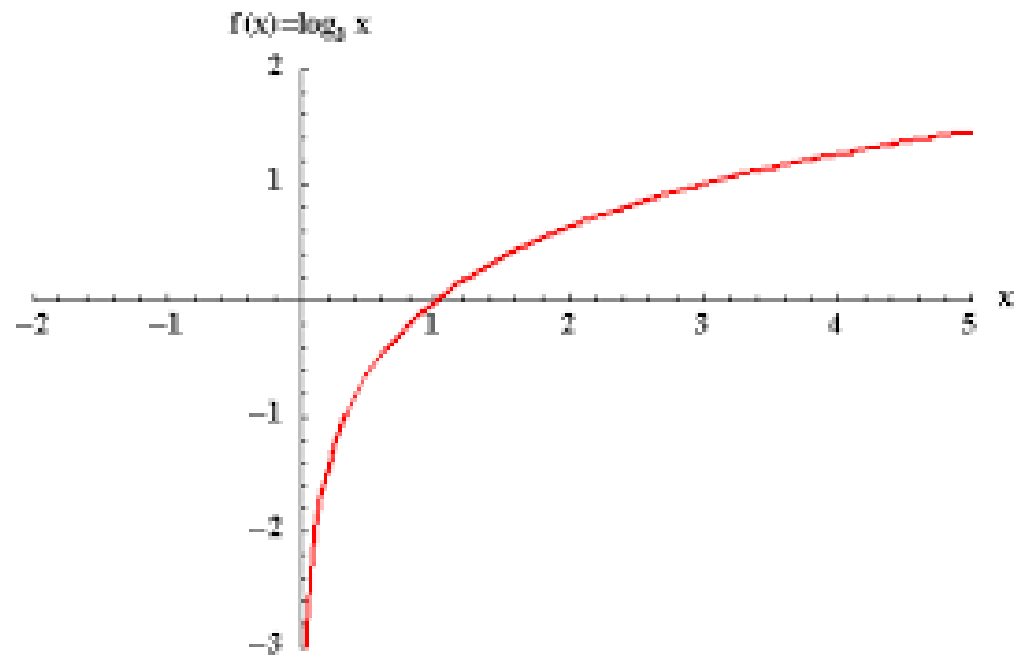
Στάθμες

Φυσικά μεγέθη: Ακουστική πίεση, ηλεκτρική τάση, ακουστική ισχύς, ηλεκτρική ισχύς

Με μία τιμή μπορώ να προσδιορίσω

- την ένταση ενός φυσικού φαινομένου (πχ πόσο δυνατός είναι ένας ήχος)
- Τα άνω ή κάτω όρια λειτουργίας ενός συστήματος (πχ, πόσα dB SPL μπορεί να βγάλει ένα ηχείο ή να αντέξει ένα μικρόφωνο χωρίς να βγει από την γραμμική περιοχή λειτουργίας).

Λογαριθμική συνάρτηση



Ιδιότητες λογαρίθμων

$$\log ab = \log a + \log b$$

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$$

$$\log a^b = b \log a$$

$$\log_{10} a = b \Leftrightarrow a = 10^b$$

$$20 \log_{10} \sqrt{2} = +3\text{dB}$$

$$20 \log_{10} 2 = +6\text{dB}$$

$$20 \log_{10} 10 = +20\text{dB}$$

$$20 \log_{10} 1000 = +60\text{dB}$$

$$20 \log A = 10 \log A^2$$

Στάθμη ήχου

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_{ref}} \right)$$

$$p_{ref} = 20 \mu\text{Pa}$$

Τυπικές στάθμες ηχητικής πίεσης (dB) διαφόρων πηγών και αντίστοιχες τιμές ηχητικής πίεσης (σε Pa)

Πηγή ήχου	Ένταση ήχου (Pa)	Ένταση ήχου (dB SPL)
Θεωρητικό όριο (πίεση 1 ατμόσφαιρας)	101.325	194
Πυροβολισμός (1 m)	200	140
Όριο πόνου	100	134
Σύντομη ακουστική βλάβη	20	~ 120
Αεροπλάνο (100 m)	6 – 200	110 – 140
Ντισκοτέκ	2	~ 100
Μακροχρόνια ακουστική βλάβη	6×10^{-1}	~ 90
Αυτοκινητόδρομος (10 m)	$2 \times 10^{-1} - 6 \times 10^{-1}$	80 – 90
Επιβατικό αυτοκίνητο (10 m)	$2 \times 10^{-2} - 2 \times 10^{-1}$	60 – 80
Τηλεόραση στο σπίτι (1 m)	2×10^{-2}	~ 60
Κανονική συνομιλία (1 m)	$2 \times 10^{-3} - 2 \times 10^{-2}$	40 – 60
Ήσυχο δωμάτιο	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$	20 – 30
Θρόισμα φύλλων, αναπνοή	6×10^{-5}	10
Κατώφλι ήχου (1kHz)	2×10^{-5}	0

Απόλυτες στάθμες στην ηλεκτρακουστική

dBm \rightarrow 1 mW

dBu \rightarrow 0,775 Vrms

dBV \rightarrow 1 Vrms

dBW \rightarrow 1 W

dB SPL \rightarrow 20 μ Pa

Απόλυτες στάθμες στην ηλεκτρακουστική

Ακουστική πίεση $\text{dB SPL} = L_p = 20 \log_{10} \frac{p}{p_{\text{ref}}}$, όπου p πίεση σε μPa ,

Άρα, 0dB SPL αντιστοιχούν σε $p = p_{\text{ref}} = 20\mu\text{Pa}$

Ηλεκτρική Τάση $\text{dBu} = 20 \log_{10} \frac{V}{0.775}$, όπου V τάση σε Volt,

Άρα, $0\text{dBu} = 0.775\text{ Volt}$

Ηλεκτρική Ισχύς $\text{dBm} = 10 \log_{10} \frac{W}{0.001}$, όπου W ισχύς σε Watt

Άρα $0\text{dBm} = 0.001\text{ Watt} = 1\text{mW}$

Ηλεκτρική Ισχύς $\text{dBW} = 10 \log_{10} \frac{W}{1}$ όπου W ισχύς σε Watt

Άρα $0\text{dBW} = 1\text{ Watt}$

Μετατρέψτε τα παρακάτω μεγέθη από τη γραμμική κλίμακα στη λογαριθμική

Γραμμικά μεγέθη	Λογαριθμικά μεγέθη
20 mPa	dB-SPL
8 Pa	112 dB-SPL
$4 \cdot 10^{-4}$ Pa	26 dB-SPL
0.4 Pa	dB-SPL
1 Volt	2,2 dBu
1 mVolt	-57,8 dBu
1 μ Volt	-117,8 dBu
0.00001 Watt	-20 dBm
100 Watt	50 dBm

Μετατρέψτε τα παρακάτω μεγέθη από τη λογαριθμική κλίμακα στη γραμμική

Γραμμικά μεγέθη	Λογαριθμικά μεγέθη
20 dBu	7,75 Volt
-40 dBu	7,75 mVolt
-30 dBm	1 μ Watt
12 dBm	Watt
0 dB SPL	$2 \cdot 10^{-5}$ Pa
80 dB SPL	Pa

Μετατροπή από λογαριθμικά σε γραμμικά μεγέθη

Από dB-SPL σε Pa: $p = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{\frac{L_p}{20}}$

Από dBu σε Volt : $V = 0.775 \cdot 10^{\frac{L_u}{20}}$

Από dBm σε Watt : $W = 0.001 \cdot 10^{\frac{L_m}{10}}$

<i>db</i>	<i>Voltage, current, or SPL ratio</i>	<i>Power ratio</i>
0	1.00	1.00
1	1.12	1.26
2	1.26	1.59
3	1.41	2.00
4	1.59	2.51
5	1.78	3.16
6	2.00	3.98
7	2.24	5.01
8	2.51	6.3
9	2.81	7.94
10	3.16	10.00
20	10.00	100.00
30	31.6	10^3
40	10^2	10^4
50	3.16×10^2	10^5
60	10^3	10^6
70	3.6×10^3	10^7
80	10^4	10^8
90	3.16×10^4	10^9
100	10^5	10^{10}
110	3.16×10^5	10^{11}
120	10^6	10^{12}

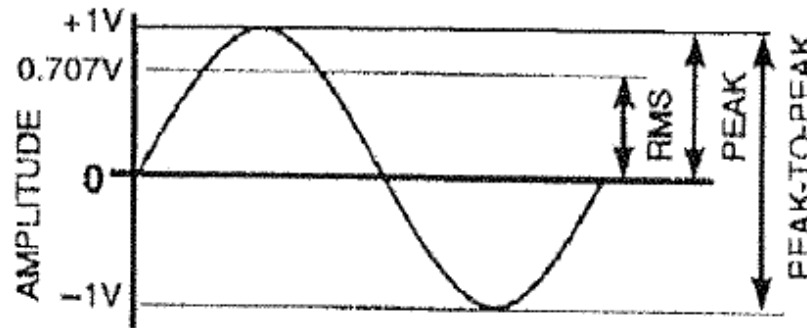
Root Mean Square - RMS

Ορισμός για την περίπτωση της τάσης:

Η τιμή μιας συνεχούς πηγής τάσης που πρέπει να εφαρμοστεί στα άκρα μιας αντίστασης ώστε σε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα να παραχθεί το ίδιο ποσό θερμότητας με αυτό που παράγεται από την εναλλασσόμενη πηγή τάσης.

RMS τιμές

Για τα ημιτονοειδή σήματα υπάρχει συγκεκριμένη σχέση μεταξύ πλάτους και RMS τιμής. Ωστόσο για πιο σύνθετα σήματα, δεν υπάρχει συγκεκριμένος τύπος.



Σχήμα 3: Σχέση μεταξύ μέγιστης στιγμιαίας τιμής (peak), πλάτους από κορυφή σε κορυφή (peak to peak, p-p) και μέσης τετραγωνικής τιμής (RMS) για ένα ημιτονικό σήμα. ($\frac{1}{\sqrt{2}} = 2^{-1/2} = 0.707$)

RMS τιμές

Για τα ημιτονοειδής μεταβολές υπάρχει συγκεκριμένη σχέση μεταξύ πλάτους και RMS τιμής. Ωστόσο για πιο σύνθετα σήματα, δεν υπάρχει κάποια αναλυτική σχέση – πρέπει να το υπολογίζω κάνοντας στατιστική ανάλυση.

$$P_{RMS} = \left(\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt \right)^{1/2} = \sqrt{p(t)^2} .$$

$$V_{RMS} = \left(\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt \right)^{1/2} = \sqrt{V(t)^2}$$

Άσκηση 1:

Ημιτονοειδής ηλεκτρική πηγή συνδέεται σε αντίσταση φορτίου 10Ω . Θεωρώντας τιμές πλάτους για την ημιτονοειδή πηγή $V_0=1.414, 2.828$ και 14.14 Volt

- 1) Υπολογίστε την RMS τάση εξόδου και την μέση ισχύ που αποδίδεται στο φορτίο
- 2) Υπολογίστε τη στάθμη εξόδου του σήματος σε dBu και dBm
- 3) Τι παρατηρείτε?

Άσκηση 1:

Ημιτονοειδής ηλεκτρική πηγή συνδέεται σε αντίσταση φορτίου 10Ω . Θεωρώντας τιμές πλάτους για την ημιτονοειδή πηγή $V_0=1.414, 2.828$ και 14.14 Volt

- 1) Υπολογίστε την RMS τάση εξόδου και την μέση ισχύ που αποδίδεται στο φορτίο
- 2) Υπολογίστε τη στάθμη εξόδου του σήματος σε dBu και dBm
- 3) Τι παρατηρείτε?

Απάντηση: Βλέπουμε ότι για μια ποσοστιαία μεταβολή της τάσης η ποσοστιαία μεταβολή της ισχύος σχετίζεται με το τετράγωνο της πρώτης. Ωστόσο, οι μεταβολές στάθμης της τάσης συμφωνούν ακριβώς με τις μεταβολές στάθμης της ισχύος. Άρα, οι σχετικές μεταβολές σε dB μεταξύ τάσης και ισχύος είναι πάντα ίδιες!

Άσκηση 2:

- Δείξτε ότι στάθμες τάσης σε dBu και στάθμες ισχύος σε dBm έχουν την ίδια τιμή όταν η αντίσταση του φορτίου είναι 600Ω .