

ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

ΕΝΟΤΗΤΑ 2^Η

ΜΕΡΟΣ Β΄

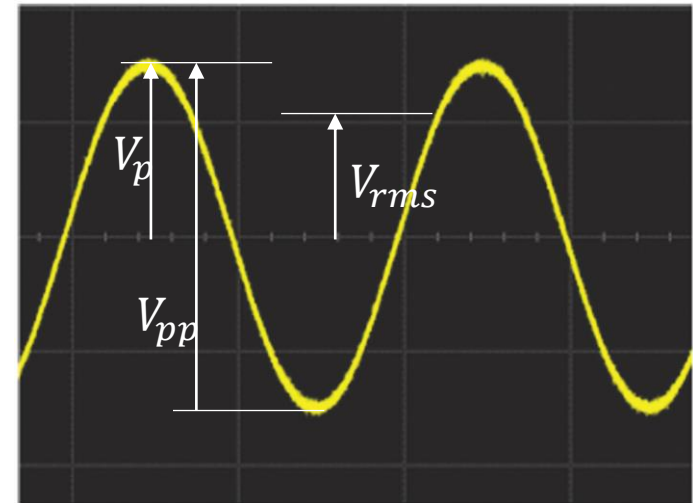
Παλμογράφος

Παλμογράφος

Ο κύριος σκοπός ενός παλμογράφου είναι η εμφάνιση και ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών ηλεκτρονικών σημάτων.

Χαρακτηριστικά σημάτων

- Πλάτος (Amplitude)
 - Πλάτος κορυφής (peak amplitude) - V_p
ή V_{pp}
 - Πλάτος RMS (root-mean-square - RMS amplitude) - V_{rms}
- Για ημιτονοειδές σήμα, $V_{rms} = V_p / \sqrt{2}$



<https://connectlp.keysight.com/AMO1000scopes>

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>

Χαρακτηριστικά σημάτων (συνέχεια)

- Περίοδος (Period) - T

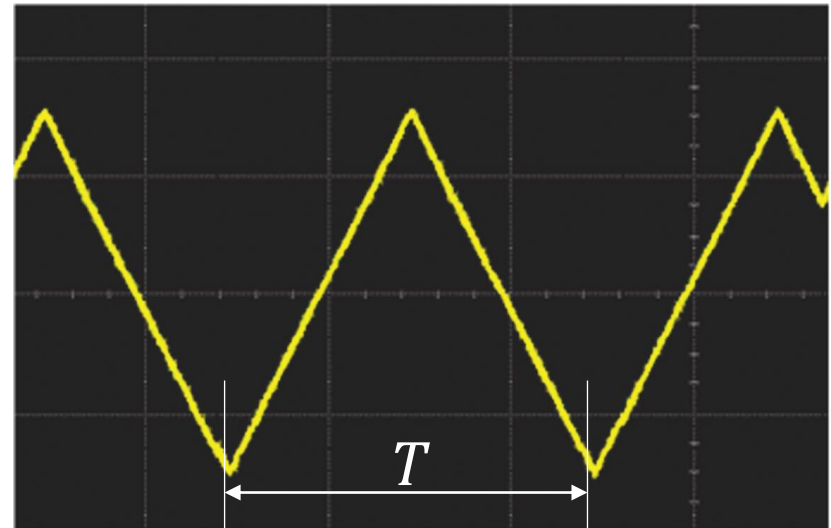
Ο χρόνος που χρειάζεται για να επαναληφθεί ένα κύμα.

Μετράται σε sec.

- Συχνότητα (Frequency) - f

$$f = 1/T$$

Μετράται σε Hz ή sec^{-1} .



<https://connectlp.keysight.com/AMO1000scopes>

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>

Χαρακτηριστικά σημάτων (συνέχεια)

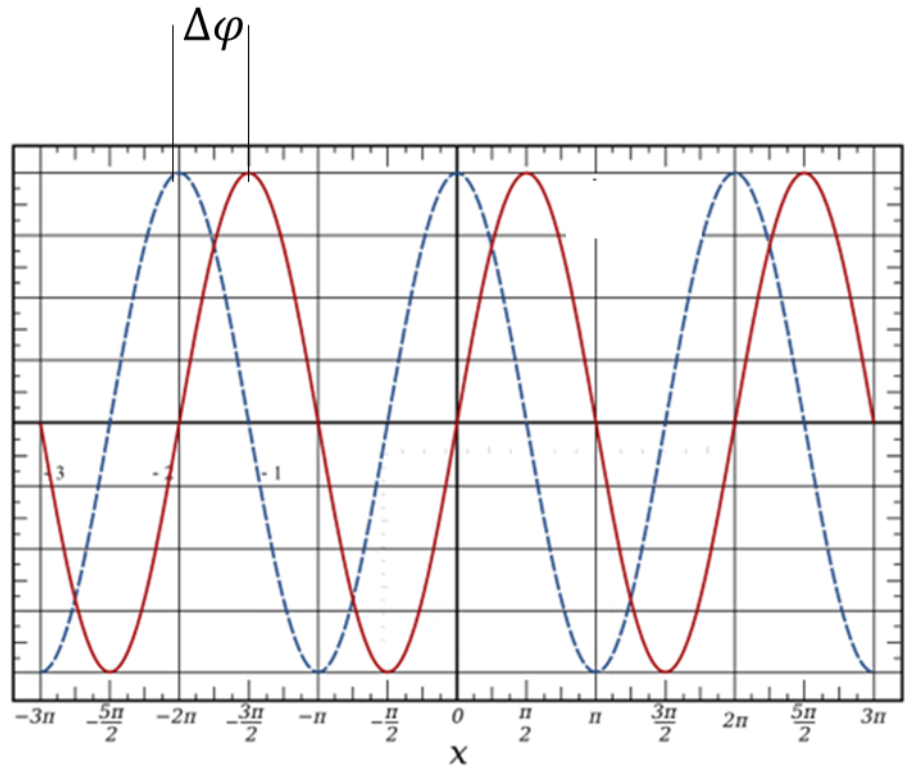
Μετατόπιση φάσης (Phase shift)

- $\Delta\varphi$

είναι το ποσό της οριζόντιας μετατοπισης μεταξύ δύο κατά τα άλλα πανομοιότυπων κυμάτων.

Μετράται σε μοίρες ή ακτίνια.
Για ένα περιοδικό σήμα, γενικά ένας κύκλος αντιπροσωπεύεται από 360°

$$\Delta\varphi(\text{second}) = \frac{\Delta\varphi(^{\circ})}{360^{\circ}} T(s)$$

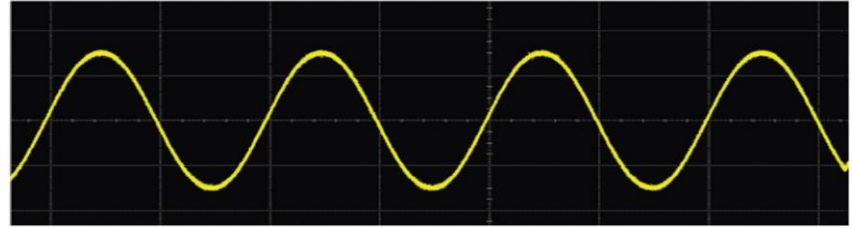


<https://connectlp.keysight.com/AMO1000scopes>

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>

Είδη σημάτων

Ημιτονοειδή (Sine waves)



Τετραγωνικά ή ορθογώνια
(Square/rectangular waves)



Τριγωνικά (Triangular)



Πριονοειδή (sawtooth)



<https://connectlp.keysight.com/AMO1000scopes>

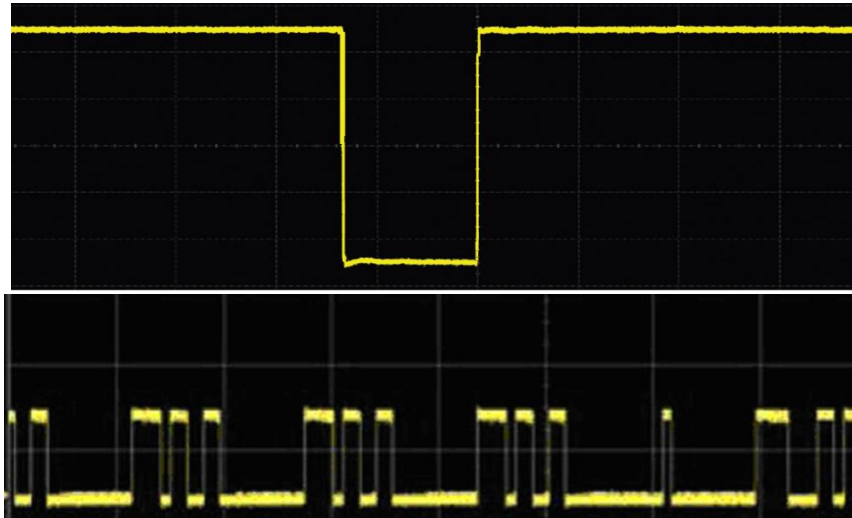
<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>

Είδη σημάτων (συνέχεια)

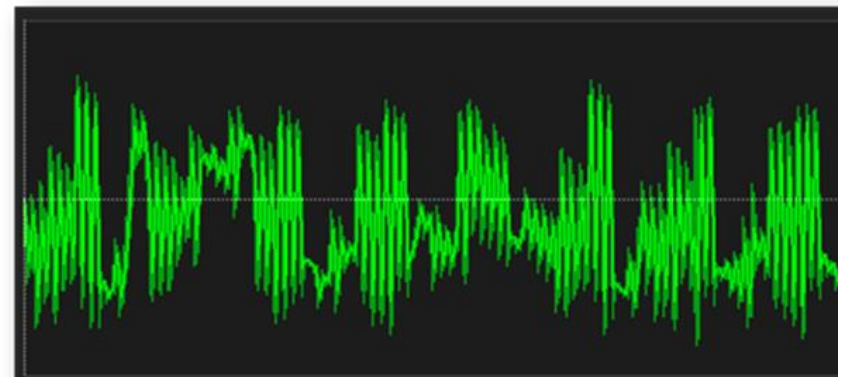
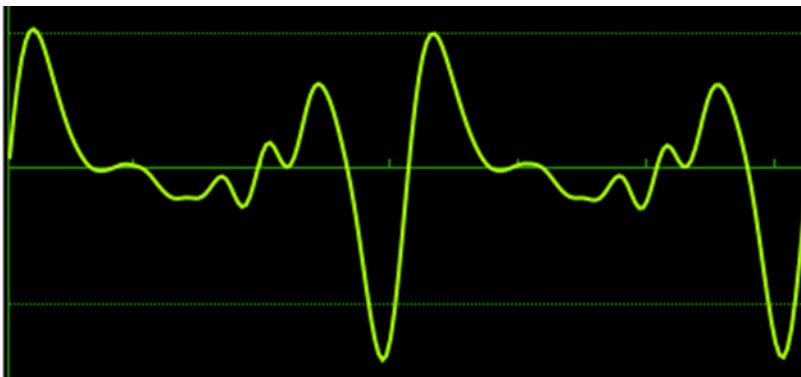
Παλμοί (Pulses)

ή

Παλμοσειρές (Pulse trains)

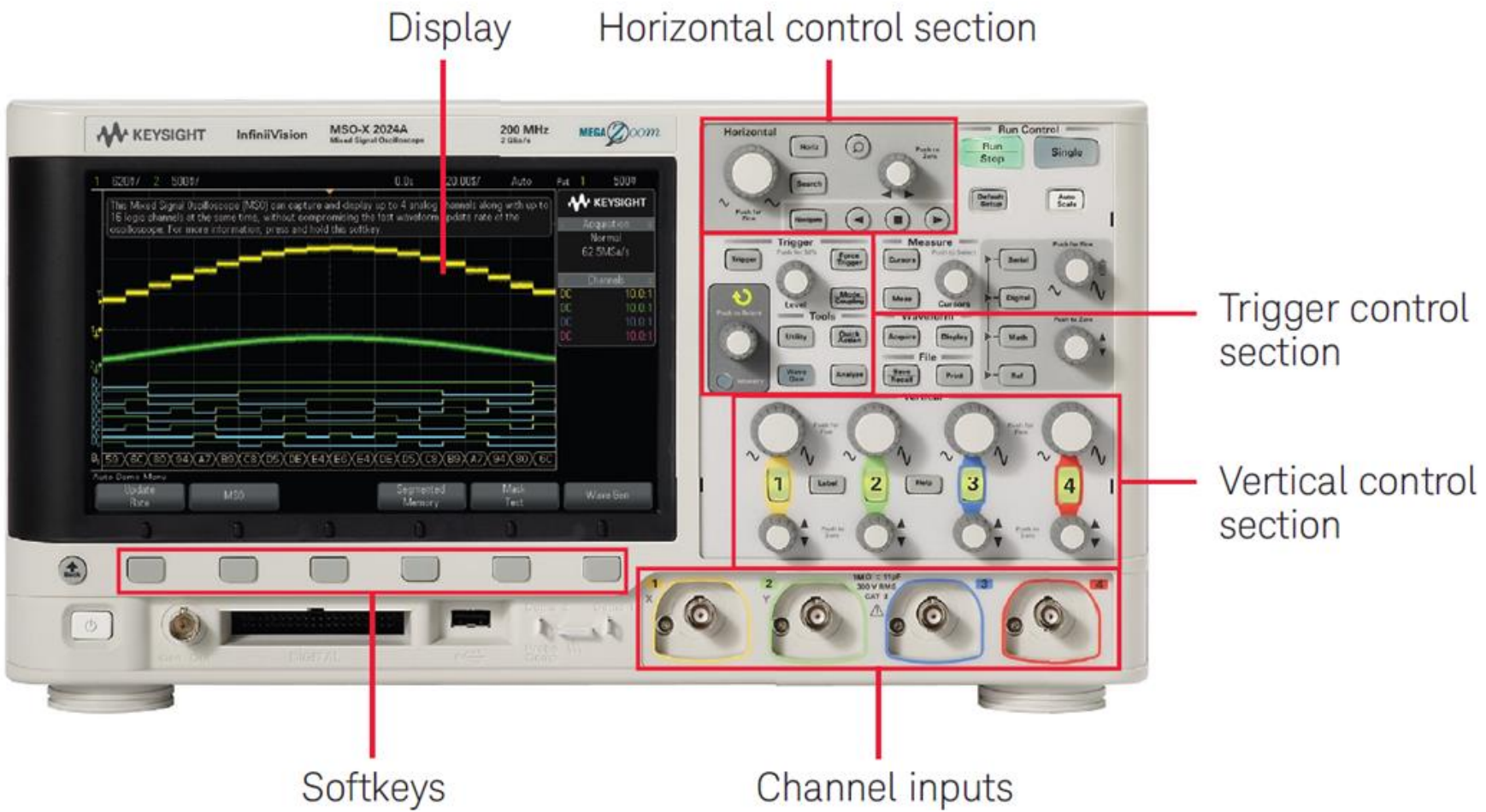


Σύνθετα ή μικτά σήματα (Complex waves) – Περιοδικά ή μη



Πώς μοιάζει ένας παλμογράφος

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01761/application-notes/5989-8064.pdf?success=true>



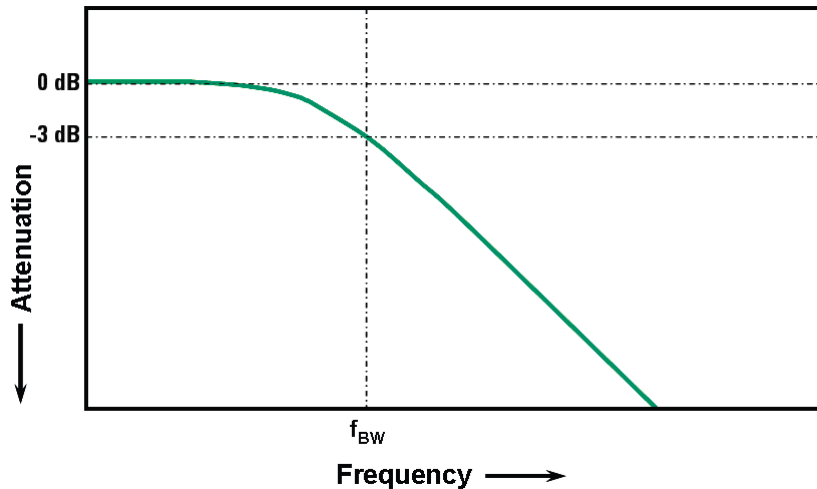
<https://connectp.keysight.com/AMO1000scopes>

Σημαντικά χαρακτηριστικά της απόδοσης παλμογράφου

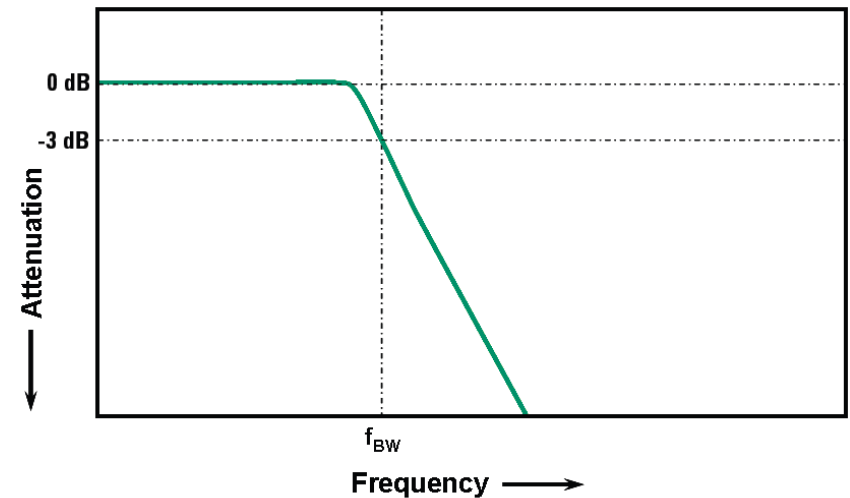
Εύρος ζώνης (Bandwidth)

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>

- Οι περισσότεροι παλμογράφοι με προδιαγραφές εύρους ζώνης 1 GHz και κάτω έχουν συνήθως Gaussian απόκριση (Gaussian frequency response) - παρουσιάζουν ένα αργό χαρακτηριστικό roll-off ξεκινώντας περίπου από το ένα τρίτο της συχνότητας -3 dB.
- Παλμογράφοι με προδιαγραφές εύρους ζώνης μεγαλύτερες από 1 GHz έχουν συνήθως μέγιστη-επίπεδη απόδοση συχνότητας (maximally-flat frequency response)



Gaussian frequency response



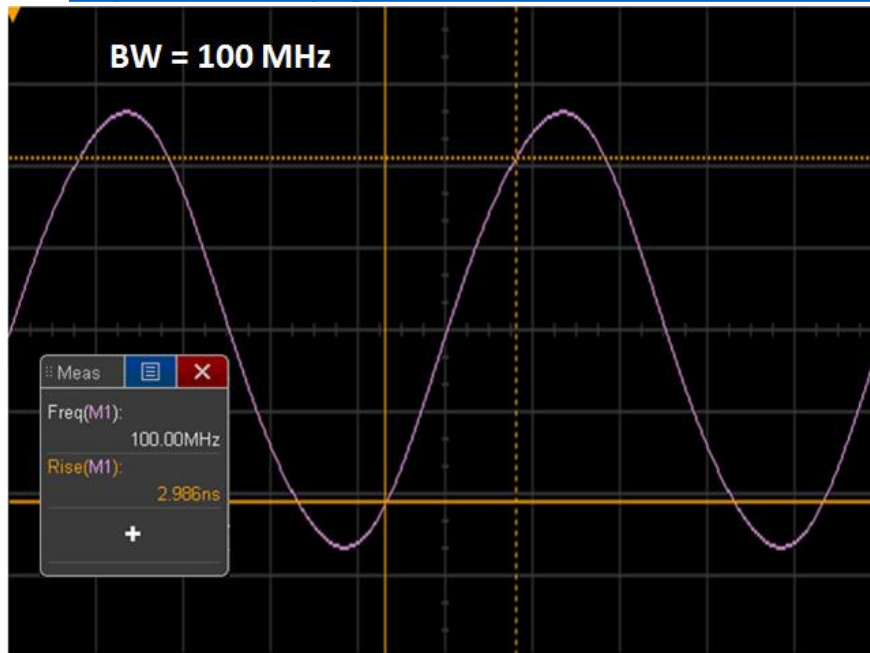
maximally-flat frequency response

Απαιτούμενο εύρος ζώνης παλμογράφου για ψηφιακές εφαρμογές (π.χ. καταγραφή παλμοσειρών)

Κατά κανόνα, το εύρος ζώνης του παλμογράφου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον πέντε φορές υψηλότερο από τον ταχύτερο ρυθμό ψηφιακού ρολογιού στο υπό μέτρηση σύστημα παλμών

$$f_{BW} \geq 5 \times f_{clk}$$

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>



100-MHz παλμοσειρά σε οθόνη παλμογράφου με BW 100-MHz



100-MHz παλμοσειρά σε οθόνη παλμογράφου με BW 500-MHz

Σημαντικά χαρακτηριστικά της απόδοσης παλμογράφου (συνέχεια)

Ρυθμός δειγματοληψίας (Sample rate)

Συνιστάται ο παλμογράφος να έχει ρυθμό δειγματοληψίας τουλάχιστον 2,5 φορές μεγαλύτερο από το εύρος ζώνης του .

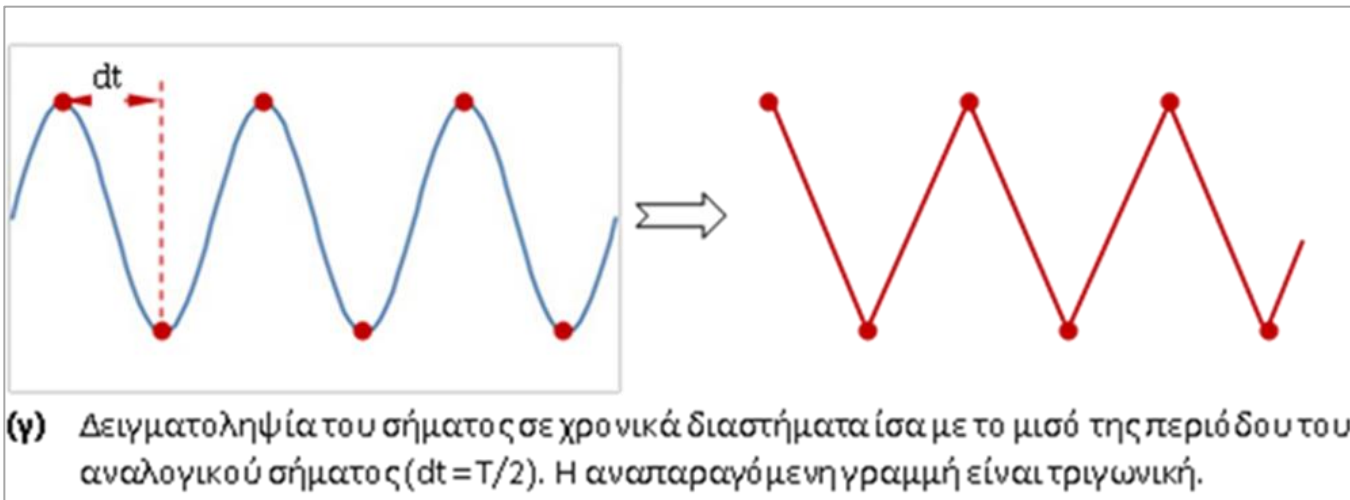
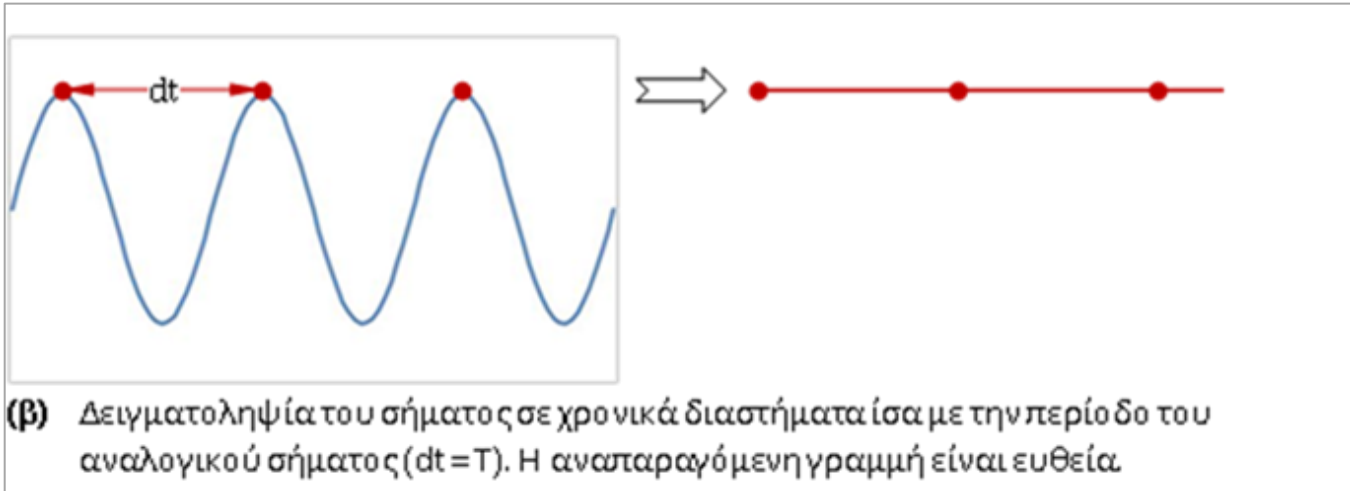
$$f_s \geq 2.5 \times BW$$

Ωστόσο, ιδανικά ο ρυθμός δειγματοληψίας πρέπει να είναι 3 φορές μεγαλύτερος από το εύρος ζώνης ή μεγαλύτερος.

Γιατί ; 

<https://www.keysight.com/zz/en/assets/7018-01455/application-notes/5989-5733.pdf>

Σημαντικά χαρακτηριστικά της απόδοσης παλμογράφου (συνέχεια)



Θεώρημα του Nyquist ή Θεώρημα της Δειγματοληψίας

$$f_s \geq 2 \times f_{measured\ signal}$$