

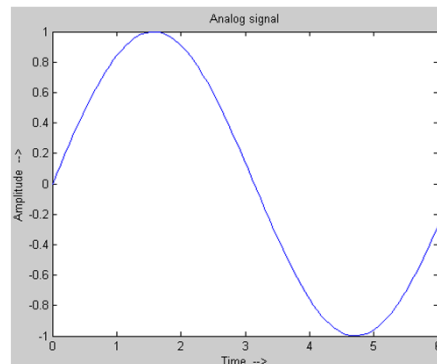
Αναλογικά & Ψηφιακά Κυκλώματα

Διαφάνειες Μαθήματος
Δρ. Μηχ. Μαραβελάκης Εμ.



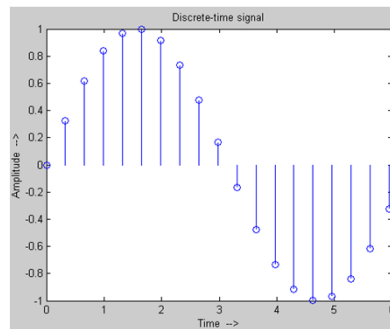
Εισαγωγή

- **Αναλογικό σήμα (analog signal):** συνεχής συνάρτηση στην οποία η ανεξάρτητη μεταβλητή και η εξαρτημένη μεταβλητή (π.χ. χρόνος και πλάτος) παίρνουν συνεχείς τιμές. Τα περισσότερα φυσικά σήματα είναι αναλογικά (π.χ. ομιλία, ηλεκτρισμός)

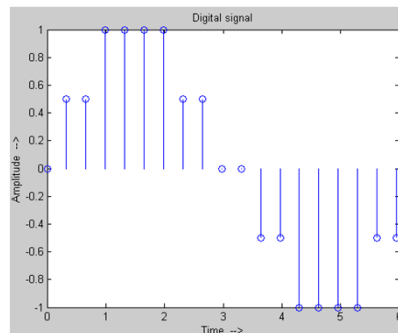




- **Σήμα διακριτού χρόνου (discrete-time signal):** συνάρτηση στην οποία η ανεξάρτητη μεταβλητή (π.χ. χρόνος) παίρνει μόνο ορισμένες (διακριτές) τιμές και η εξαρτημένη μεταβλητή (π.χ. πλάτος) παίρνει συνεχείς τιμές. Δημιουργούνται συνήθως από τη δειγματοληψία αναλογικών σημάτων.



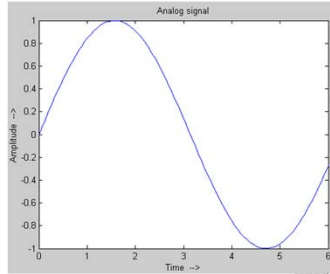
- **Ψηφιακό σήμα (digital signal):** συνάρτηση στην οποία η ανεξάρτητη μεταβλητή και η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνουν μόνο ορισμένες (διακριτές) τιμές. Δημιουργούνται συνήθως από τη δειγματοληψία και την κβαντοποίηση αναλογικών σημάτων.



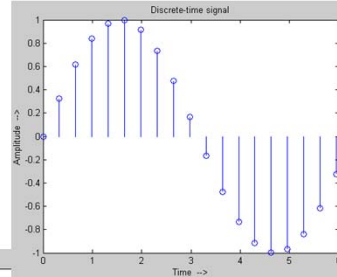


Παραδείγματα

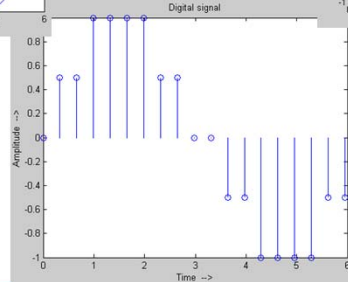
Αναλογικό σήμα



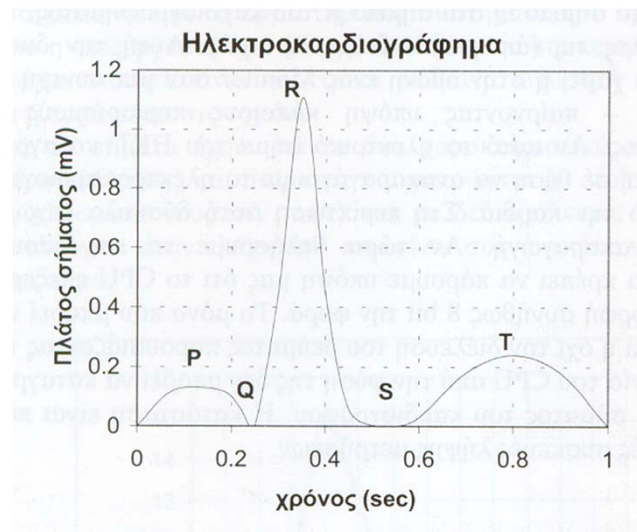
Σήμα διακριτού χρόνου

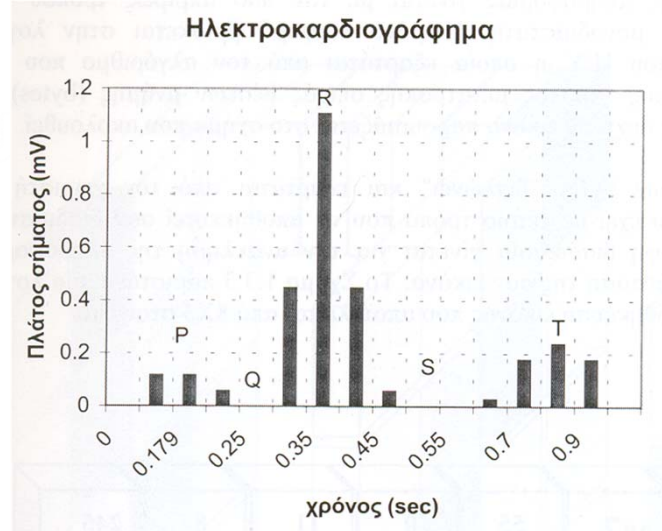


Ψηφιακό σήμα

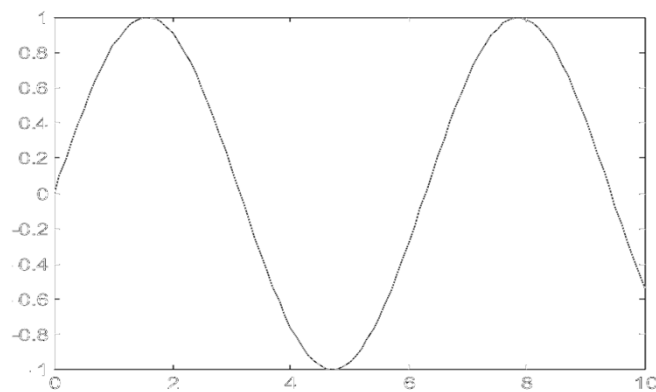


Αναλογικό καρδιογράφημα



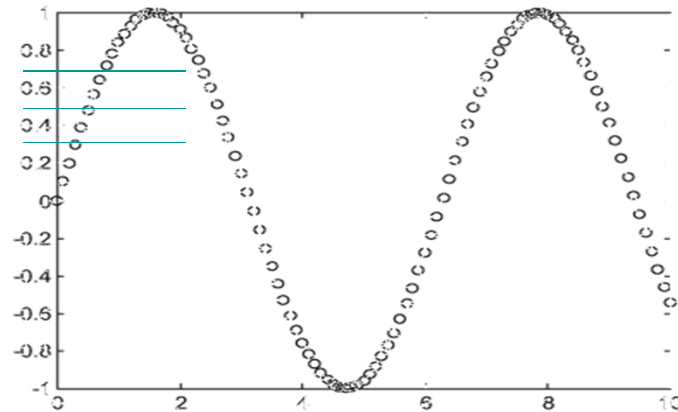


- Τα αναλογικά σήματα (π.χ. η φωνή, το video) είναι σήματα συνεχή στον χρόνο και στο μέγεθος (amplitude) τους

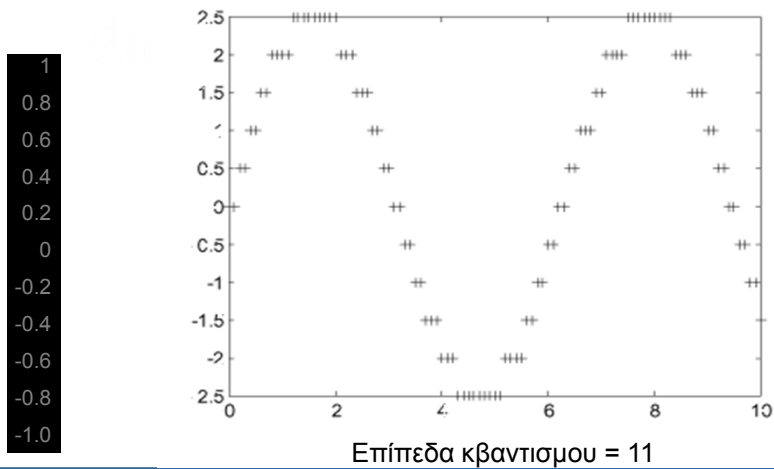


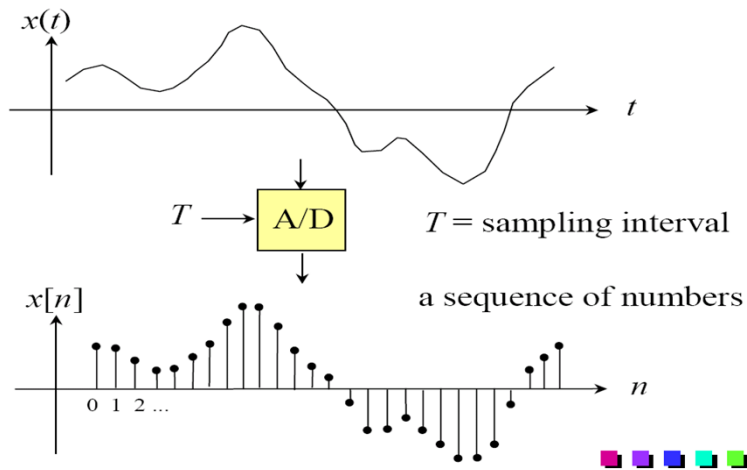


- Με την **δειγματοληψία** τα αναλογικά σήματα μετατρέπονται σε σήματα **διακριτού χρόνου**

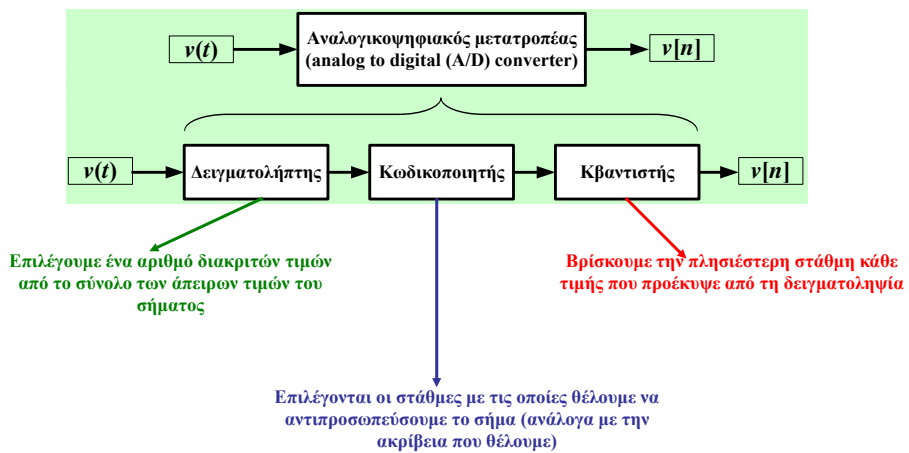


- Με τον **κβαντισμο (Quantization)** τα δείγματα ενός σήματος γίνονται διακριτά ως προς την τιμή τους





Ένα αναλογικό σήμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό (και αντίστροφα).





Codage de l'information

Choisissez la résolution

Codage sur 1 bit : 2 possibilités ▶ play

Codage sur 2 bits : 4 possibilités ▶ play

Codage sur 3 bits : 8 possibilités ▶ play

Ph. Avé



- Οι υπολογιστές χειρίζονται δεδομένα που βρίσκονται σε ψηφιακή μορφή (δηλαδή που αναπαρίστανται με ακολουθίες των ψηφίων 0 και 1).
- Γι' αυτό υπάρχει η ανάγκη μετατροπής των δεδομένων (ήχου, εικόνας) από αναλογικά σε ψηφιακά για να γίνει η μεταφορά τους ή η επεξεργασία τους.
- Για να παρουσιαστούν στην οθόνη του υπολογιστή πρέπει να μετατραπούν από ψηφιακά σε αναλογικά, χρησιμοποιώντας την αντίστροφη διαδικασία (ψηφιοαναλογική μετατροπή (digital to analog (D/A conversion))).



ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ
ΨΗΦΙΑΚΑ

Πλεονεκτήματα των ψηφιακών έναντι των αναλογικών σημάτων

- Ομοιομορφία (όλα τα είδη πληροφορίας μπορούν να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή και να επεξεργαστούν με τον ίδιο τρόπο και το ίδιο υλικό)
- Λιγότερο ευαίσθητα στον θόρυβο
- Πιο εύκολη κρυπτογράφηση πληροφορίας
- Πολυμεσικές (multimedia) πηγές (φωνή, βίντεο, δεδομένα) μπορούν να συνυπάρξουν και να μεταδοθούν διαμέσου ενός κοινού ψηφιακού συστήματος
- Μπορεί να υλοποιηθεί διαδικασία ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών
- Χαμηλό κόστος



ΑΝΑΛΟΓΙΚΑ
ΨΗΦΙΑΚΑ

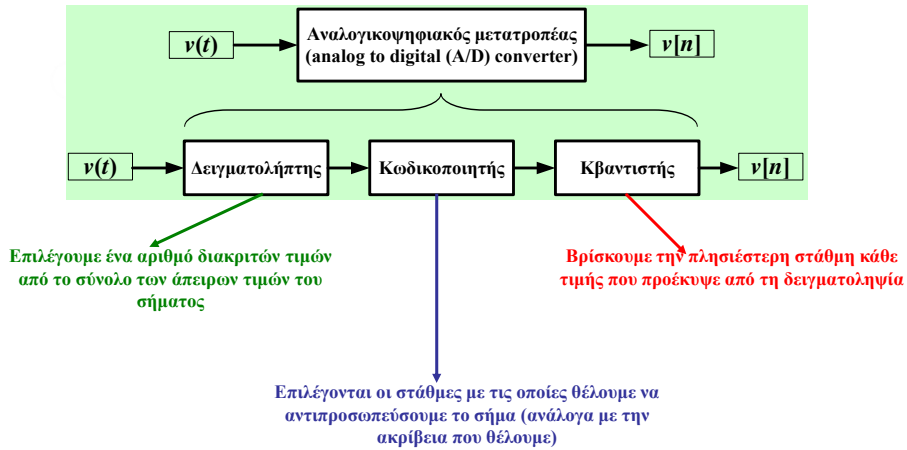
Μειονεκτήματα των ψηφιακών έναντι των αναλογικών σημάτων

- Παραμόρφωση του σήματος λόγω της διαδικασίας δειγματοληψίας και κβαντοποίησης.
- Χρειάζονται μεγαλύτερο εύρος ζώνης.



Μετατροπή σήματος

Ένα αναλογικό σήμα μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό (και αντίστροφα).



Δειγματοληψία (sampling)

- Η δειγματοληψία είναι το πρώτο στάδιο της μετατροπής ενός σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό.
- Από το σύνολο των άπειρων τιμών ενός αναλογικού σήματος επιλέγουμε ένα αριθμό δειγμάτων (samples) τα οποία λαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα T .
- Ο χρόνος T είναι η περίοδος της δειγματοληψίας (sampling period).

$$v_{\delta}[n] = v(nT) \quad (\delta: \text{δείγμα})$$

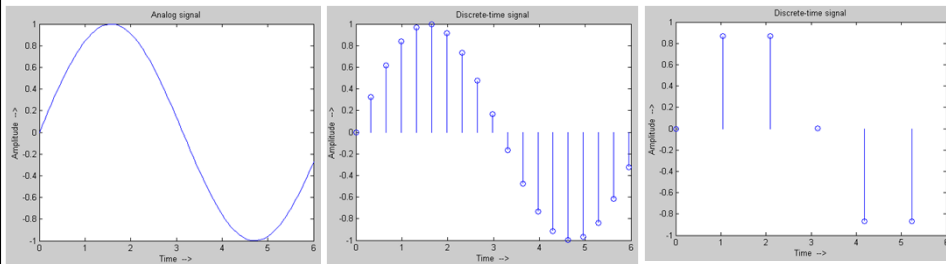
- Οι τιμές του $v_{\delta}[n]$ είναι αναλογικές.
- Η συχνότητα ή ο ρυθμός δειγματοληψίας (sampling rate) είναι

$$f_s = \frac{1}{T}$$

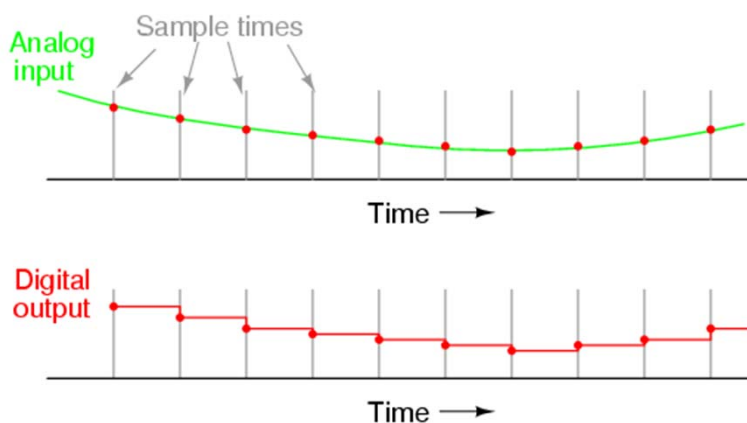


Δειγματοληψία (sampling)

- Αναγκαίο κακό: Στη δειγματοληψία χάνονται ορισμένες πληροφορίες του σήματος.
- Η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται με τέτοιο ρυθμό ούτως ώστε το σήμα να μπορεί να αναγνωρισθεί από τα δείγματα.
- Αυτό εξαρτάται από το είδος και τη μορφή του σήματος.

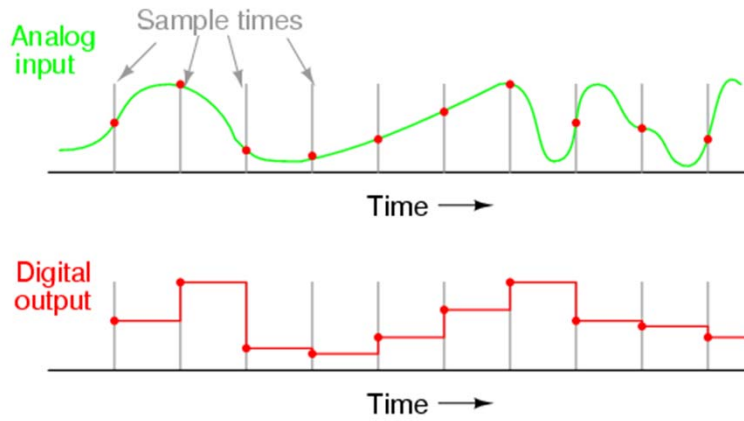


Δειγματοληψία (sampling)

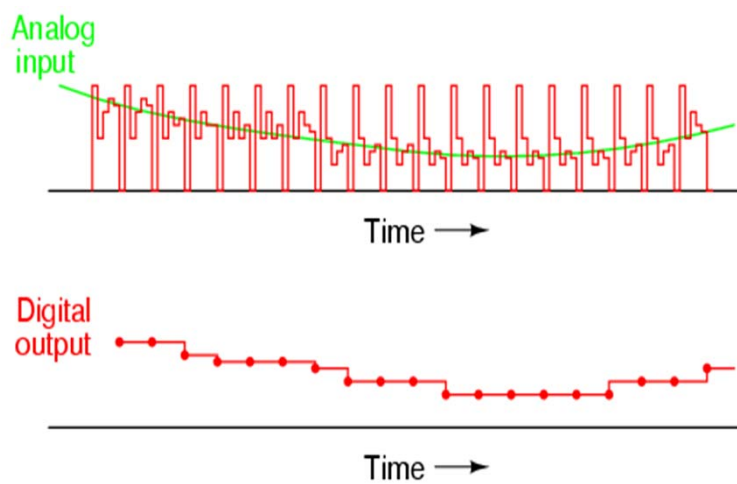




Δειγματοληψία (sampling)



Δειγματοληψία (sampling)





Κωδικοποίηση (encoding)

- Επιλέγονται οι στάθμες με τις οποίες θέλουμε να αντιπροσωπεύσουμε το σήμα.
- Αφού επιλεγθούν οι στάθμες, αντιστοιχίζεται σε κάθε μια από αυτές μια λέξη.
- Μια λέξη μήκους n bits μπορεί να περιγράψει 2^n στάθμες.
- Η επιλογή του αριθμού των σταθμών γίνεται ανάλογα με την ακρίβεια που επιθυμούμε (συμβιβασμός μεταξύ ακρίβειας αναπαράστασης του σήματος, χώρου φύλαξης και χρόνου επεξεργασίας).



Κβαντοποίηση (quantizing)

- Με την κβαντοποίηση βρίσκουμε την πλησιέστερη στάθμη κάθε τιμής που προέκυψε από τη δειγματοληψία.
- Μετά από αυτό το σημείο το σήμα είναι πλέον ψηφιακό.
- Με την κβαντοποίηση περιορίζουμε το πεδίο τιμών σε ένα σύνολο πεπερασμένου αριθμού τιμών M .
- Η ευκρίνεια του σήματος καθορίζεται από τον αριθμό M .
- Οι τιμές αυτές αναπαρίστανται με μια σειρά δυαδικών αριθμών 1 και 0.



Παράδειγμα

Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση της τάσης

$$v = 3\sin(2\pi t)$$

χρησιμοποιώντας το λογισμικό MATLAB. Πόσα δείγματα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ανά δευτερόλεπτο;

Πρώτα πρέπει να ορίσουμε το διάστημα t .

Έστω ότι θα σχεδιάσουμε τη γραφική παράσταση από 0 μέχρι 5 δευτερόλεπτα.

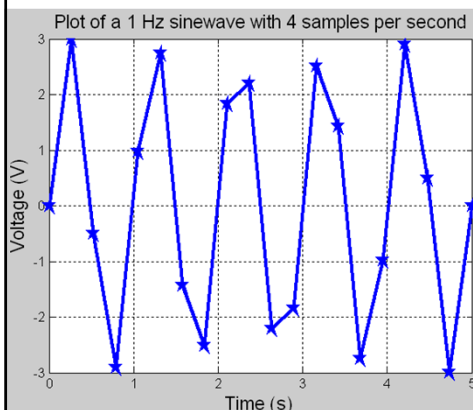
$$t = \text{linspace}(0, 5, x)$$

όπου x ο αριθμός των σημείων μεταξύ 0 και 5.

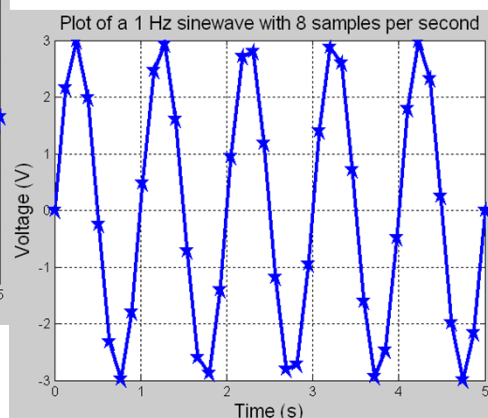


Παράδειγμα

$$t = \text{linspace}(0, 5, 20)$$



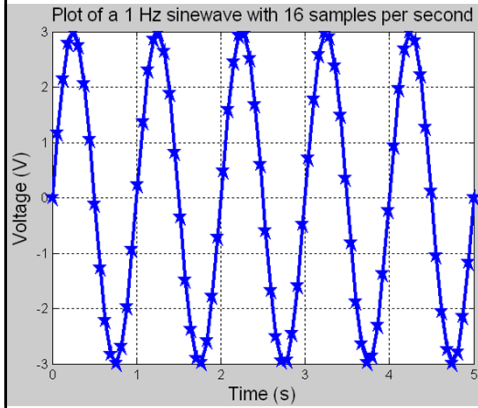
$$t = \text{linspace}(0, 5, 40)$$



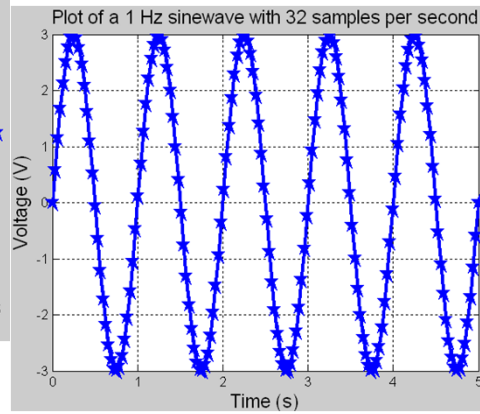


Παράδειγμα

$t = \text{linspace}(0, 5, 80)$

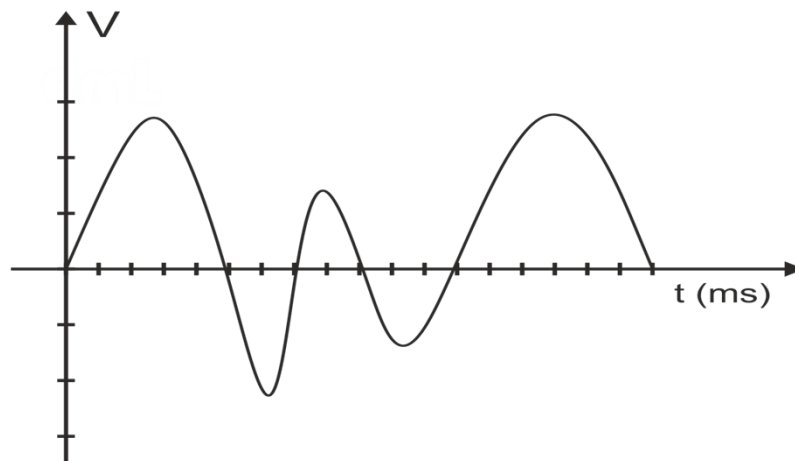


$t = \text{linspace}(0, 5, 160)$



Άσκηση

Μετατρέψτε το παρακάτω σήμα σε ψηφιακό και γράψτε τον τελικό κώδικα που προκύπτει.





Άσκηση

Μετατρέψτε το παρακάτω σήμα σε ψηφιακό και γράψτε τον τελικό κώδικα που προκύπτει.

