

Διαμόρφωση Δέλτα (Delta Modulation – DM)

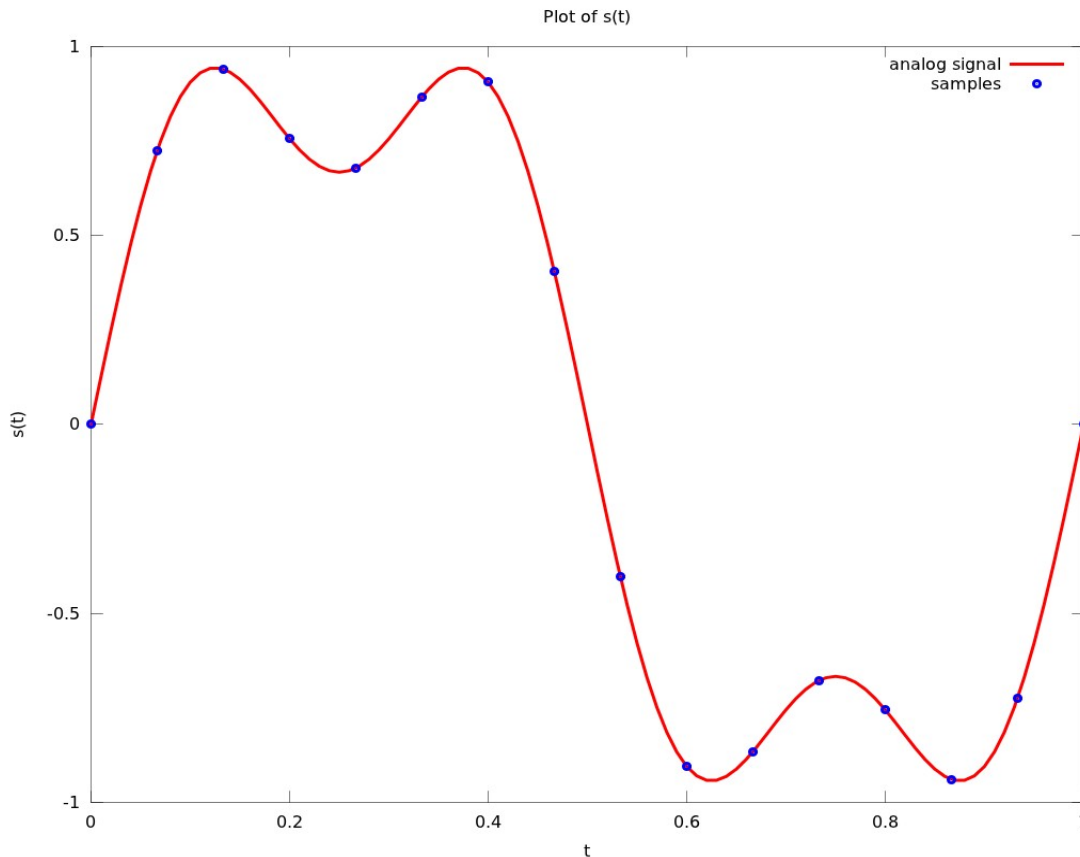
Η διαμόρφωση Δέλτα αποτελεί μία μορφή διαφορικής μεθόδου κωδικοποίησης. Τέτοιες μέθοδοι βασίζονται στον υπολογισμό της διαφοράς μεταξύ των πραγματικών τιμών ενός αναλογικού σήματος και στις τιμές που προβλέπεται να έχει αφού υποστεί δειγματοληψία. Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί μια οικονομικότερη εναλλακτική της **DPCM(διαφορική παλμοκωδική)**, καθώς η υπολογιζόμενη διαφορά κωδικοποιείται με ένα μόνο bit.

1) Δημιουργήστε τη γραφική παράσταση του αναλογικού σήματος $s(t) = \sin(2\pi ft) + (1/3)\sin(2\pi(3f)t)$ στο χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου για μια συγκεκριμένη τιμή της συχνότητας f .

Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας το θεώρημα δειγματοληψίας Nyquist-Shannon, υπολογίστε έναν κατάλληλο ρυθμό δειγματοληψίας του σήματος που δημιουργήσατε, έτσι ώστε η ανάκτηση του δειγματολειπτούμενου σήματος να είναι δυνατή.

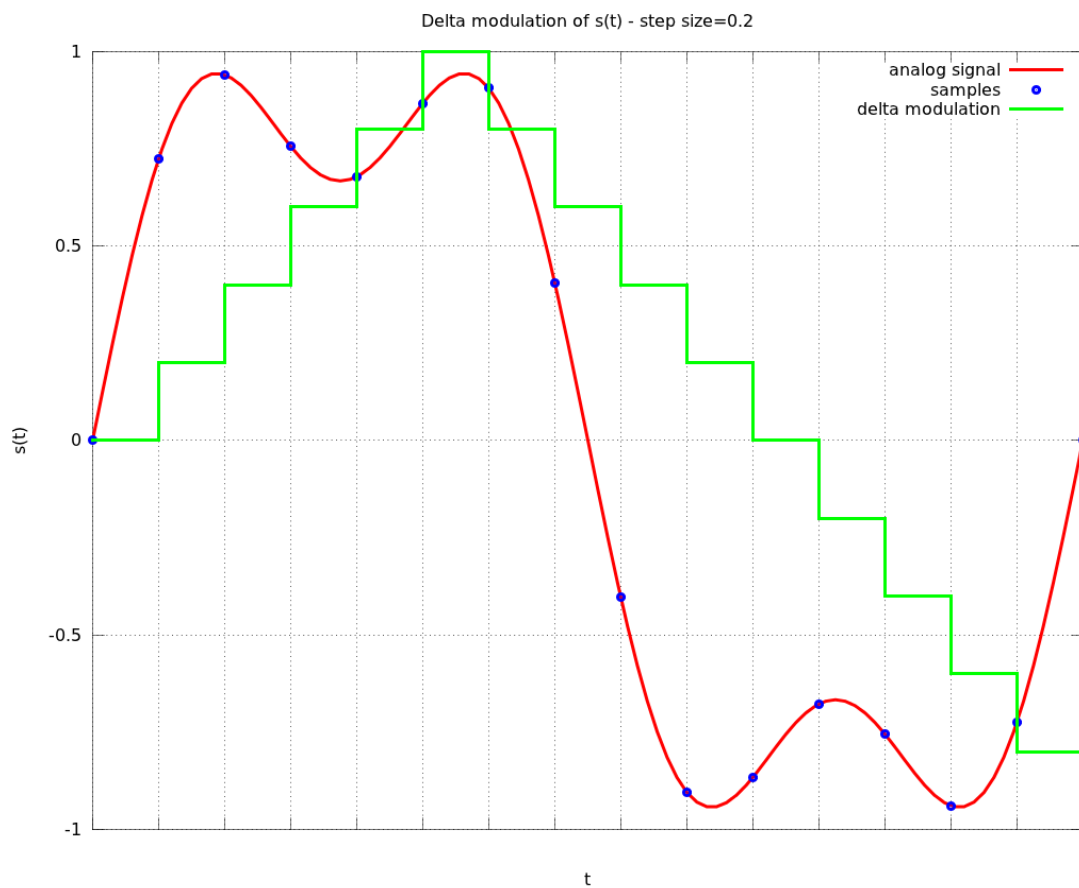
Με τις κατάλληλες προσθήκες στο πρόγραμμά σας προσδιορίστε τα σημεία του αναλογικού σήματος στα οποία θα υπολογιστούν τα δείγματα. Αποθηκεύστε το πρόγραμμα σας με όνομα **dm.m**.

Το παρακάτω σχήμα αποτελεί παράδειγμα γραφικής παράστασης του παραπάνω σήματος με συχνότητα $f=1$ Hz και υπογισμό δειγμάτων με περίοδο δειγματοληψίας $1/15$.



2) Επεκτείνοντας το παραπάνω πρόγραμμα και κάνοντας χρήση της δομής **for** και της συνάρτησης **stair** δημιουργήστε ένα ψηφιακό σήμα που θα προσεγγίζει το αναλογικό $s(t)$. Σε κάθε χρόνο δειγματοληψίας, θα χρειαστεί να συγκρίνετε την τιμή του αναλογικού σας σήματος με την αμέσως προηγούμενη της κλιμακωτής σας συνάρτησης. Ανάλογα με το ποια από τις δύο υπερσχύει η τιμή της κλιμακωτής συνάρτησης αυξάνεται ή μειώνεται κατά μια σταθερή τιμή, η οποία και αποτελεί το **μέγεθος του βήματος(step size)**.

Ένα παράδειγμα προσέγγισης του σήματος $s(t)$ με διαμόρφωση Δέλτα και μέγεθος βήματος 0.2 είναι το παρακάτω.

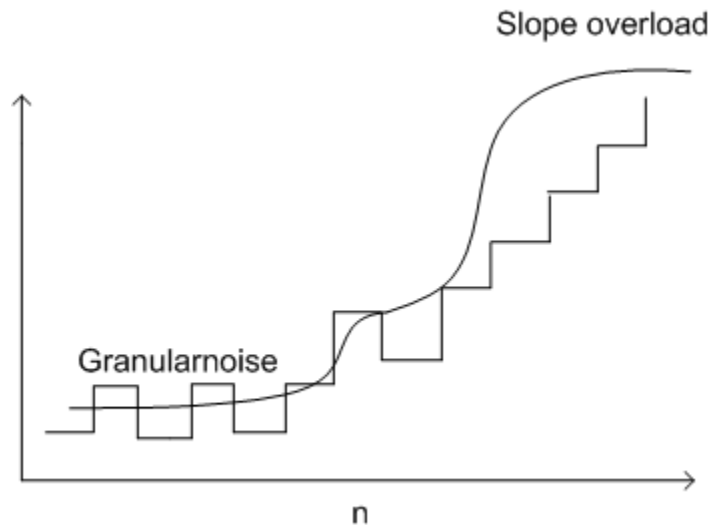


Σε ποια δυαδική ακολουθία αντιστοιχεί η κλιμακωτή συνάρτηση που δημιουργήσατε;

3) Στο πρόγραμμα που δημιουργήσατε δοκιμάστε διάφορες τιμές για το μέγεθος του βήματος. Τι παρατηρείτε όταν αυτό γίνει πολύ μικρό και τι όταν γίνει πολύ μεγάλο;

Προκύπτει ότι σημαντικές παράμετροι στη διαμόρφωση δέλτα αποτελεί εκτός από το ρυθμό δειγματοληψίας και το μέγεθος του βήματος.

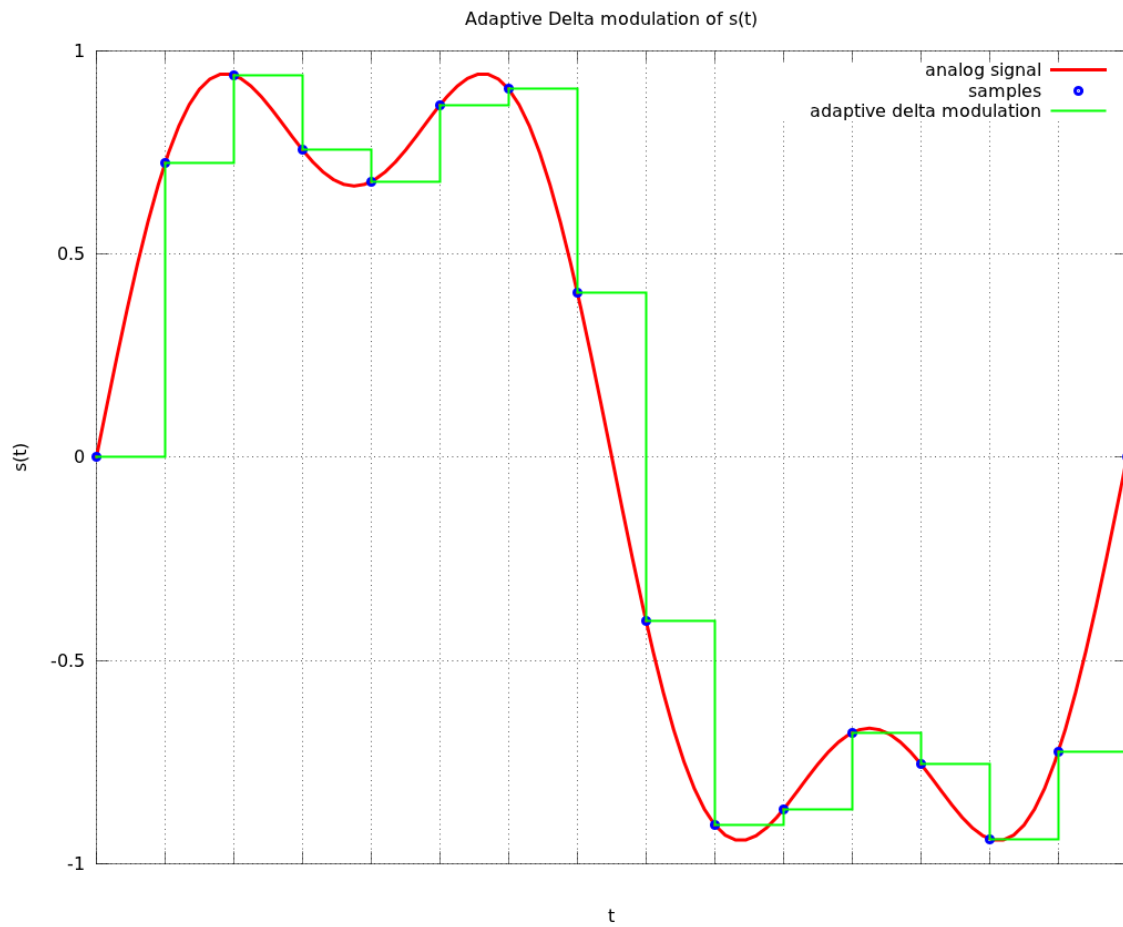
Παρά την καλή επιλογή όμως ενός βήματος είναι δυνατό να υπάρξουν δύο ειδών θόρυβοι. Αυτοί είναι ο **κβαντικός** και ο **θόρυβος υπερφόρτωσης κλίσης**. Η διαφορά των δύο γίνεται φανερή από το σχήμα.



Ο θόρυβος υπερφόρτωσης κλίσης γίνεται ορατός στην παραπάνω προσέγγιση του σήματος $s(t)$. Στα σημεία όπου το σήμα μεταβάλλεται πολύ γρήγορα, η κλιμακωτή συνάρτηση δεν καταφέρνει να το προσεγγίσει με επιτυχία. Λύση σε ένα τέτοιο πρόβλημα αποτελεί μια άλλη εκδοχή της διαμόρφωσης Δέλτα, η προσαρμοστική (ADM – adaptive delta modulation).

Σε πρόγραμμα με όνομα **adm.m** προσπαθήστε με μη προκαθορισμένο βήμα αυτή τη φορά να προσεγγίσετε το σήμα $s(t)$, τροποποιώντας όπου χρειάζεστε τον κώδικα που χρησιμοποιήσατε στο προηγούμενο πρόγραμμα. Σε κάθε χρόνο δειγματοληψίας, η τιμή του βήματος θα γίνεται όση και η διαφορά μεταξύ του αναλογικού σήματος της εισόδου και της αμέσως προηγούμενης τιμής της κλιμακωτής συνάρτησης. Η γραφική παράσταστη που θα προκύψει θα μοιάζει με τυτήν της επόμενης σελίδας.

Ποια είναι τώρα η κωδικοποιημένη δυαδική ακολουθία που προκύπτει;



Η μέθοδος αυτή μειώνει το θόρυβο υπερφόρτωσης κλίσης αυξάνει όμως, όταν το σήμα είναι αργά μεταβαλλόμενο, το θόρυβο κβαντισμού(κάτι το οποίο μπορεί να αντιμετωπιστεί με ένα κατωδιαβατό φίλτρο στη πλευρά του δέκτη).