ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧ. Η/Υ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ
Εαρινό εξάμηνο 2010
Διδάσκων: Ιορδάνης Κουτσόπουλος

4η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ
Ψηφιακή Αναπαράσταση Σημάτων, Ψηφιακή Διαμόρφωση

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1 [Ενέργεια PAM διαμόρφωσης]

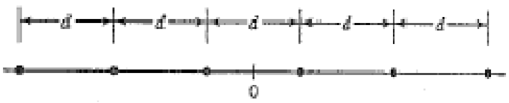
Determine the average energy of a set of M PAM signals of the form

$$s_m(t) = s_m \psi(t), \quad m = 1, 2, \ldots, M \qquad 0 \le t \le T$$

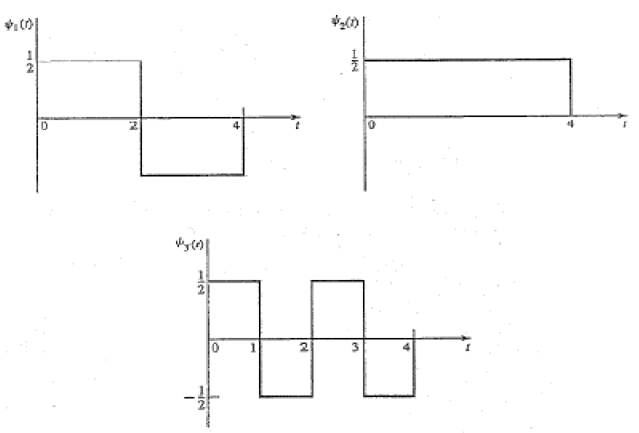
where

$$s_m = \sqrt{\mathcal{E}_g} A_m, \quad m = 1, 2, \ldots, M$$

Τα σήματα είναι ισοπίθανα, με πλάτη που είναι συμμετρικά γύρω από το μηδέν, και τοποθετημένα σε απόσταση d από τα γειτονικά τους,όπως φαίνεται παρακάτω.



ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2 [Αναπαράσταση στο χώρο σημάτων]



Θεωρείστε τις τρεις κυματομορφές $\psi_n(t)$ που φαίνονται στο παραπάνω σχήμα.
α. Δείξτε ότι αυτές είναι ορθοκανονικές
β. Έστω το σήμα

$$x(t) = \begin{cases} -1, & 0 \le t \le 1 \\ 1, & 1 \le t \le 3 \\ -1, & 3 \le t \le 4 \end{cases}$$

Εκφράστε το $x(t)$ ως ένα γραμμικό συνδυασμό (με κατάλληλους συντελεστές) των $\psi_n(t)$, n=1,2,3, και υπολογίστε αυτούς τους συντελεστές.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3 [Συσχέτιση με ορθογώνια σήματα]

Suppose that two signal waveforms $s_1(t)$ and $s_2(t)$ are orthogonal over the interval $(0, T)$. A sample function $n(t)$ of a zero-mean, white noise process is crosscorrelated with $s_1(t)$, and $s_2(t)$, to yield

$$n_1 = \int_0^T s_1(t)n(t)\,dt$$

$$n_2 = \int_0^T s_2(t)n(t)\,dt$$

Prove that $E(n_1 n_2) = 0$.

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 4 [Αναπαράσταση και απόσταση σημείων στο χώρο σημάτων]

Consider the four waveforms shown in Figure P-7.5.

1. Determine the dimensionality of the waveforms and a set of basis functions.
2. Use the basis functions to represent the four waveforms by vectors $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \mathbf{s}_3, \mathbf{s}_4$.
3. Determine the minimum distance between any pair of vectors.

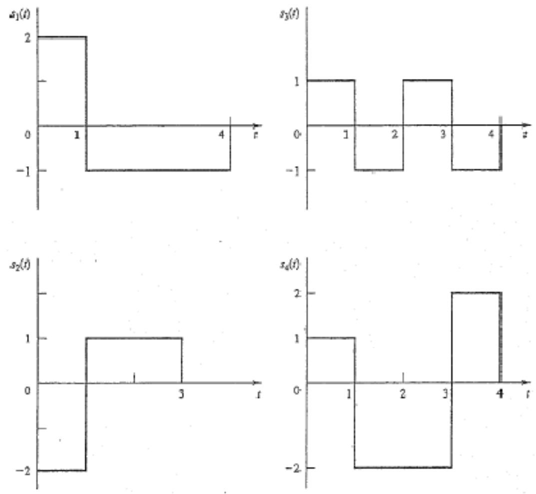


Figure P-7.5

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 5 [Συσχέτιση και ενέργεια στο χώρο σημάτων]

Consider a set of M orthogonal signal waveforms $s_m(t)$, $1 \le m \le M$, $0 \le t \le T$, all of which have the same energy $\mathcal{E}$. Define a new set of M waveforms as

$$s'_m(t) = s_m(t) - \frac{1}{M}\sum_{k=1}^{M} s_k(t), \quad \begin{array}{l} 1 \le m \le M \\ 0 \le t \le T \end{array}$$

Show that the M signal waveform $\{s'_m(t)\}$ have equal energy, given by

$$\mathcal{E}' = (M-1)\mathcal{E}/M$$

and are equally correlated, with correlation coefficient

$$\gamma_{mn} = \frac{1}{\mathcal{E}'}\int_0^T s'_m(t)s'_n(t)\,dt = -\frac{1}{M-1}$$