

ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ULTRA WIDE BAND

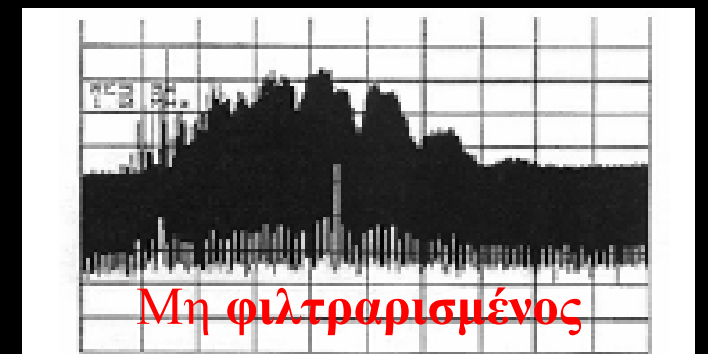
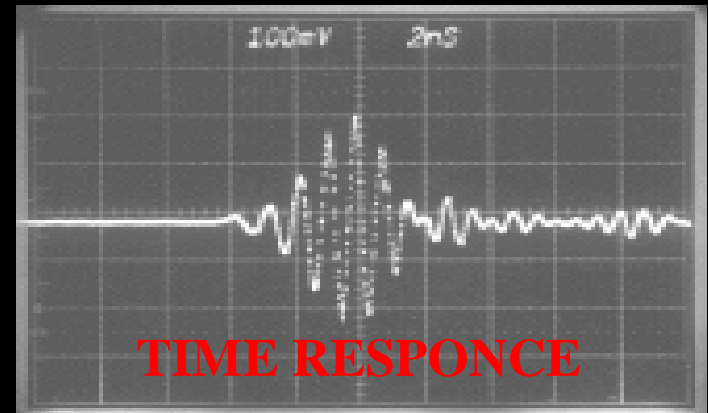
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
ΚΑΡΑΓΙΩΡΓΑΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΜΠΙΑΝΤΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΣΤΕΡΓΙΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΣ

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ULTRA WIDE BAND

UWB ορίζεται ως η τεχνολογία που χρησιμοποιεί πολυ σύντομης διάρκειας παλμικά κυματοειδή και το εύρος ζώνης να είναι αντιστροφος αναλογο της παλμικής διάρκειας συγκεκριμένα >25%

Η βασική έννοια είναι να αναπτυχθεί, να μεταδοθεί και να παραληφθεί μια εξαιρετικά σύντομης διάρκειας έκρηξης της ενέργειας της ραδιοσυχνότητας (RF) – χαρακτηριστικά σε μερικές δεκάδες picosecond



Ο παλμός παράγεται απο Κεραίες “impulse- or step-excited” και φασματικά φίλτρα.

Ένα UWB σύστημα επικοινωνιών έχει μια κεντρική συχνότητα 2GHz, ένα εύρος ζώνης 1.6GHz, ρυθμό μετάδοσης 32kbps και 1km ακτινα εμβέλειας μεχρι στιγμής !!!
Αυτό αποδεικνύει ότι τα συστήματα UWB είναι μεχρι στιγμης τεχνικά εφικτό να υλοποιηθεί. Ο κύριος περιοριστικός παράγοντας ενός συστήματος UWB είναι η κεραία, η οποία ενεργεί όπως ένα φίλτρο με όρια το εύρος ζώνης μετάδοσης.

Ανάπτυξη τεχνολογίας UWB

- 1994 Πρώτα ΑΤΑΞΙΝΟΜΗΤΑ προγράμματα επικοινωνιών του UWB
- 1990 OSD/DARPA “Assessment of UWB Technology”
- 1986 Πρώτο τοποθετημένο σύστημα επικοινωνιών «σύντομου παλμού» UWB (Ross/Fontana)
- 1978 Ross et al.-Πρώτο καταδειγμένο (ελεύθερο διάστημα) σύστημα επικοινωνιών UWB
- 1978 Bennett & Ross – “Time-Domain Electromagnetics and its Applications”- Δημιουργικό έγγραφο
- 1973 Morey-θεμελιώδης δίπλωμα ευρεσιτεχνίας σε UWB GPR U.S. Patent No. 3,806,795 (April 1973)
- 1973 Ross-θεμελιώδης δίπλωμα ευρεσιτεχνίας σε UWB επικοινωνίες U.S. Patent No. 3,728,632 (April 1973)
- 1972 Robins – Θεμελιώδες δίπλωμα ευρεσιτεχνίας στο μονοπαλμικό, κβαντικό ανιχνευτή ανοίγματος
- 1965 G. Ross-Sperry Ερευνητική ανάπτυξη της τεχνολογίας του UWB (1965-1980)
- 1963 G. Ross- Ph.D. thesis (with A. Papoulis) on time –ηλεκτρομαγνητικών περιοχών
- 1950 Ανάγκη για την ανάλυση απάντησης ώθησης του μικροκύματος N-ports (Lincoln Lab, Sperry, others)

ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ UWB

1. Λόγο των σύντομων κυματοειδών uwb οί παλμοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε multi-users εφαρμογές λόγω της υψηλού ρυθμού μετάδοσης data που μπορούν να παρέχουν
2. Τα κυματοειδή uwb είναι απρόσβλητα στις πολλαπλών διαδρομών ακυρώσεις λόγω των σύντομων παλμών. Συγκεκριμένα με τους σύντομους παλμούς το άμεσο Path πάει και έρχεται πριν φθάσει το απεικονισμένο Path που είναι η αιτία εμφάνισης ακυρώσεων. Κατά συνεπεια το uwb είναι αυτό που ταιριάζει για ασύρματες και κινητές εφαρμογές

Πλεονεκτήματα συνέχεια..

3. Η εφαρμογή πρωτοκόλλου (TDMA) για multi-user επικοινωνίες βρισκει αμεση εφαρμογη σε uwb περιβάλλον.

4. Το εύρος ζώνης είναι αντιστροφως ανάλογο της διάρκειας παλμού αυτο σημαίνει ότι η φασματική έκταση μπορεί να γινει πολυ μεγάλη

5. ΒΑΣΙΚΟ πλεονέκτημα..

Η χαμηλή πολυπλοκότητα συστημάτων και χαμηλού κόστους (Ψηφιακή σχεδίαση). Η σχεδίαση αυτή τους επιτρέπει να τοποθετηθούν οπουδήποτε μέσα στο φάσμα RF και έτσι δεν παρεμβάλλονται σε αλλες εφαρμογές

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ UWB

1. Υστερεί σε σχέση με τις οπτικές τεχνολογίες δεν μπορεί να τις ανταγωνιστεί. Όσον αφορά την ταχύτητα μια οπτική τεχνολογία ασύρματης μεταδοσης μπορεί να φτάσει τα 10Gbit/sec!

2. Όπως και κάθε άλλη τεχνολογία υπόκειται στους νόμους της φυσικής έτσι και το uwb υπακούει σ αυτούς τους νόμους και έχει και αυτο τα προβλήματα των RF τεχνολογιών.

3. Βασικό πρόβλημα είναι ο φόβος παρεμβολής σε υπάρχουσες τεχνολογίες και συστήματα όπως πχ GPS κτλ.

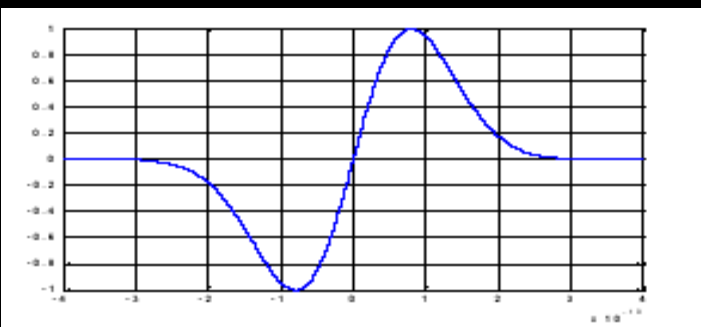
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ UWB

1. Το uwb εφαρμόζεται είδη σε: Τακτικά φορητά & δίκτυα-ικανά για LPI/D
2. Εφαρμόζεται σε μη οπτικής επαφής συστήματα.
3. Σε Συνδέσμους δεδομένων για τα τηλεκατευθυνόμενα εναέρια οχήματα (UAVs) και τα επίγεια ρομποτικά οχήματα. Ποσοστό να φτάνει τα 25 Mb/s .
4. Στά ασύρματα συστήματα ενδοσυνεννοήσεων UWB για ασφαλή επικοινωνίες στα αεροσκάφη .
5. ITS συστήματα ευφυούς μεταφοράς .
6. Σε υψηλά συστήματα γεωτοποθεσίας (τρισεξαστατη αναφορά θέσης εξοπλισμού η προσωπικού χωρίς την χρήση GPS).
7. Σε ραντάρ αποφυγής σύγκρουσης εμποδίων(ελικόπτερα,αεροσκάφη.κτλ).
8. Σε υψομετρητές υψηλής ακρίβειας
9. Σε πολλών διαφορετικών ειδών ραντάρ υψηλής ακρίβειας.

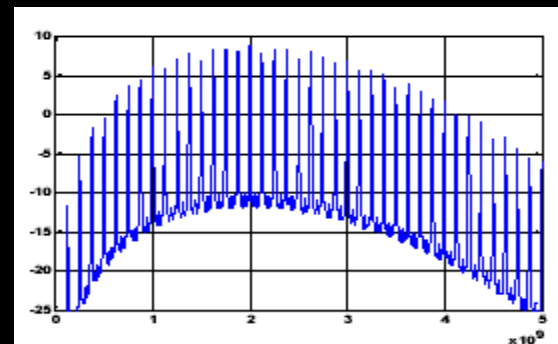
ΤΟ ΣΗΜΑ UWB

Βασικός ορισμός

Το σήμα UWB χαρακτηρίζεται από 20% κλασματικού εύρους ζώνης ή αλλιώς ως ένα σήμα με περισσότερο από 500MHz απόλυτο πλάτος ζώνης. Τα UWB συστήματα εφαρμόζουν ραδιοκυματική μετάδοση (IR) βασισμένη στην τεχνολογία παλλόμενου μεταφορέα. Η μορφή παλμού καθορίζει τα χαρακτηριστικά φάσματος του UWB και τυπικά δεν χρειαζόμαστε επιπρόσθετο φιλτράρισμα. Η βασική μορφή παλμού είναι monocycle γκαουσιανή.

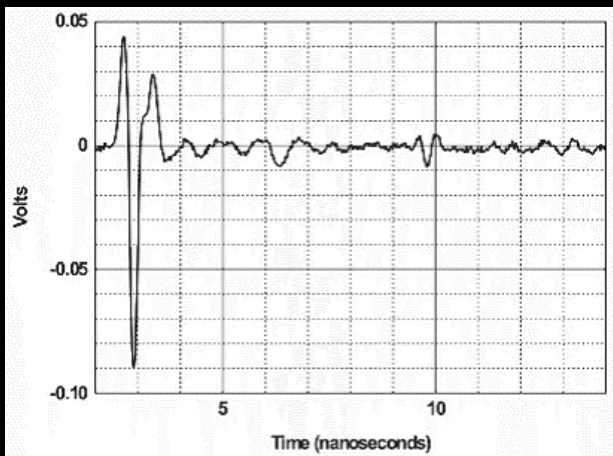


Γκαουσιανο monocycle

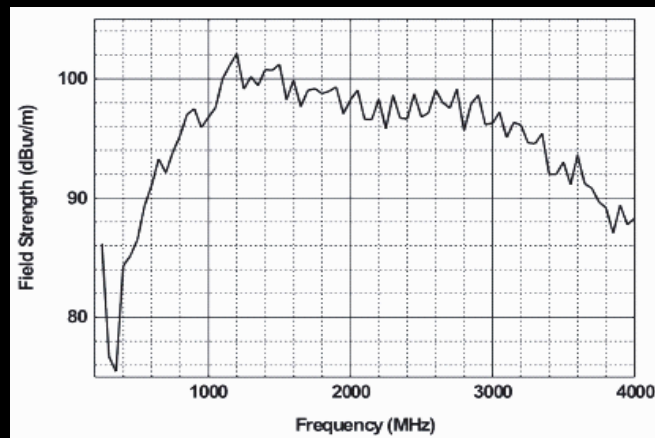


Φάσμα σήματος

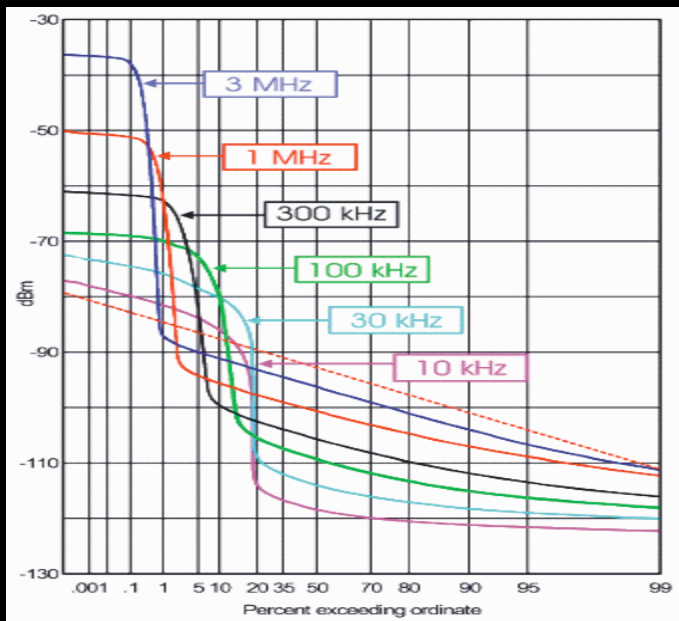
Το monocycle είναι ένα ευρύ εύρους ζώνης σήμα με μία κεντρική συχνότητα και ένα εύρος ζώνης απολύτως εξαρτώμενο από το πλάτος του monocycle.



Μορφή παλμού Full εύρους ζώνης



FFT φάσμα από τη μορφή παλμού πλήρους-εύρους ζώνης



APDs μετρήσεις στα διάφορα εύρη ζώνης

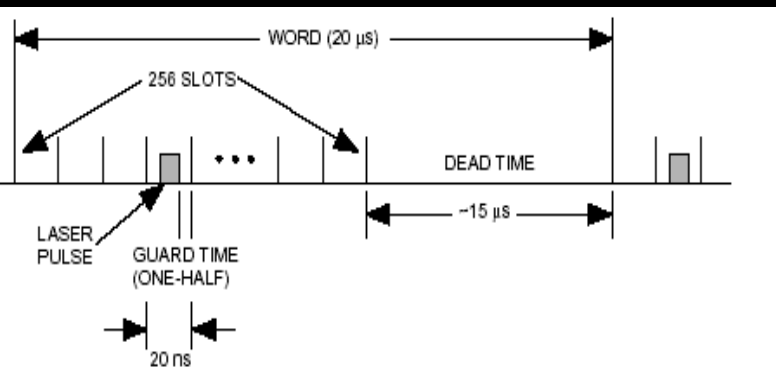
Οι διανομές πιθανότητας εύρους (APDs) αναπτύχθηκαν ως ένας χρήσιμος τρόπος να περιγράψουν τα σήματα UWB ως λειτουργία του εύρους ζώνης

APD Amplitude probability distribution

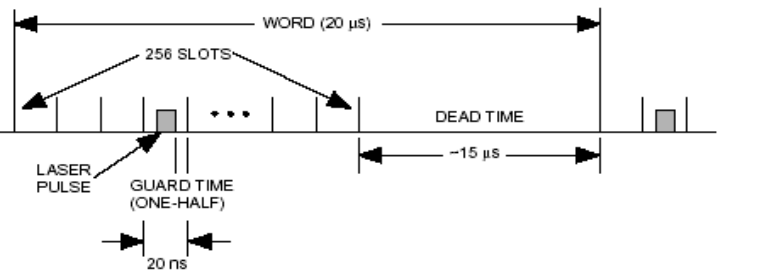
Διαμορφωση uwb σήματος

Η προτιμώμενη διαμόρφωση στην uwb τεχνολογία είναι η PPM (Pulse Position Modulation). Οπου η θέση των σταθέρης διάρκειας παλμών στον άξονα του χρόνου μεταβάλλεται συναρτήσει του πλάτους του αναλογικού σήματος.

Το μοντέλο σήματος PPM που προτείνεται είναι το παρακάτω



Ας θεωρήσουμε ένα PPM σήμα στο οποίο το ορθογώνιο παλμικό σήμα $p(t)$ πάχους τ_p και μέσο όρο ύψους n_s μπορεί με όμοια πιθανότητα ($1/M$) να καταλάβει μια από τις M σχισμές πάχους $\tau > \tau_p$.



Το PPM σχήμα αποτελείται από τις M χρονικές σχισμές που ακολουθούνται από ένα νεκρό χρόνο μήκους K . ακέραιος

Το μεταδιδόμενο PPM κυματοειδές $s(t)$ μπορεί να εκφραστεί μαθηματικά ως

$$s(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i p \left(t - \left(i - \frac{1}{2} \right) T_f - l_i \tau - \varepsilon_i \right) \quad (1)$$

$\{\varepsilon_i\}$ είναι η χρονική ακολουθία κίνησης

$\{a_i\}$ είναι μία ακολουθία τυχαίων μεταβολών της έντασης

T_f είναι το σχήμα μήκους (σε δευτερόλεπτα)

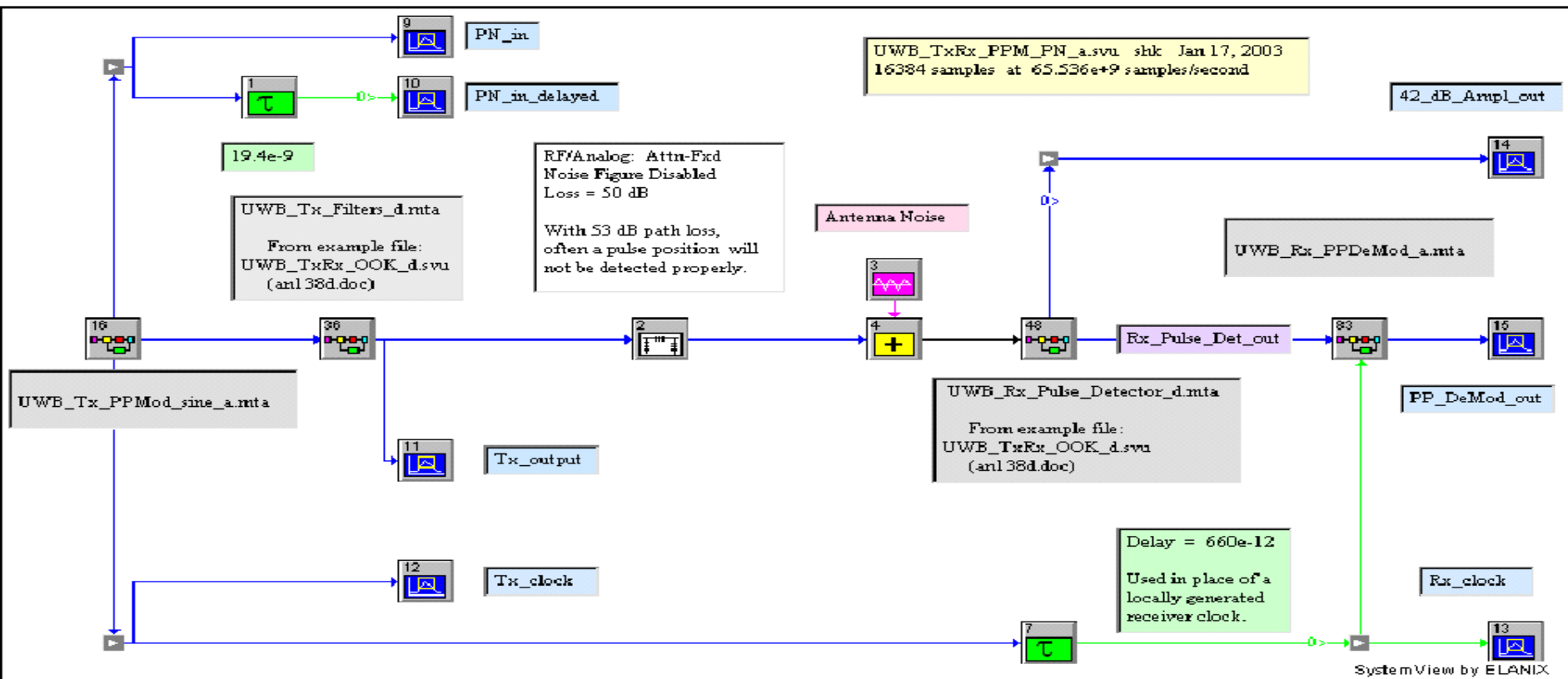
Ο παλμός θεωρείται ότι είναι συμμετρικά τοποθετημένος μέσα σε μια σχισμή και έτσι, $\tau = \tau_p + 2\tau_d$, όπου τ_d είναι το χρονικό διάστημα σχισμής που προηγείται και ακολουθεί τον παλμό.

Αυτή είναι και η βασική φιλοσοφία που προτείνεται για uwb συστήματα

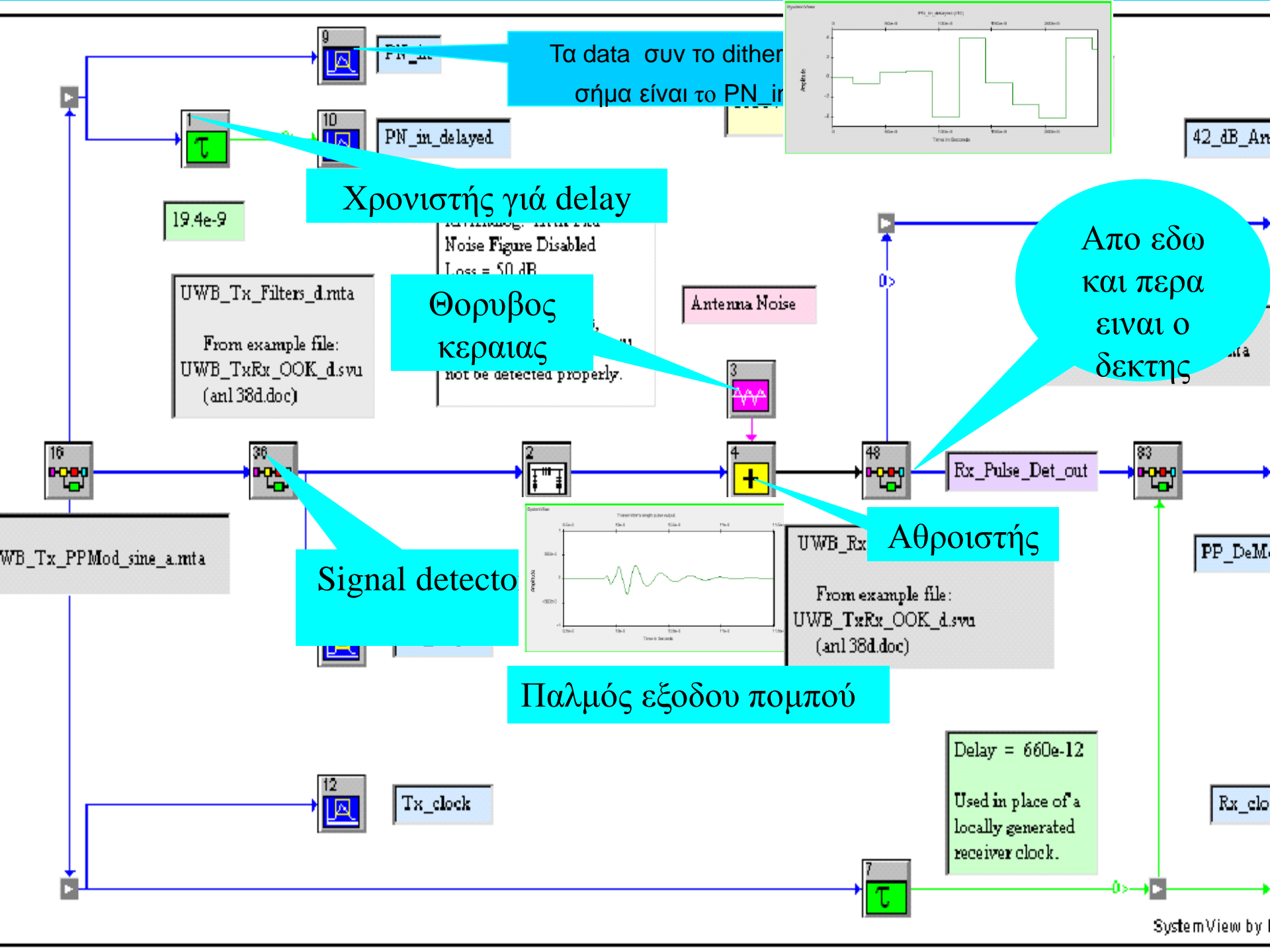
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ UWB ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στην ενότητα αυτή αναφερόμαστε σε πομπους δέκτες καιρές uwb. Η τεχνολογία uwb βρίσκεται σε καθαρά πειραματικό στάδιο γιαυτο και στην προσπάθεια μας να βρεθούν πρότυπα πομπών

δεκτών βρέθηκε μια εξομοίωση αυτών με την ονομασία



Εμοιοίωση ενός uwb πομπού .



Τα data συν το dither σήμα είναι το PN_in

Χρονιστής για delay

Θορυβος κεραιας

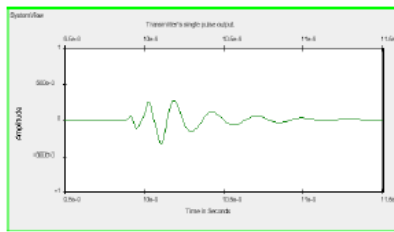
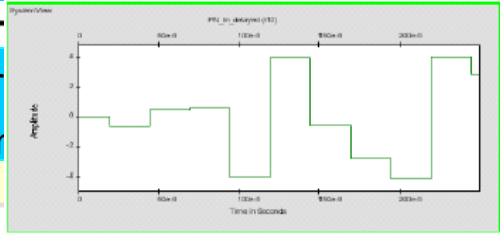
Signal detecto

Αθροιστής

Παλμός εξόδου πομπού

Απο εδώ και περα είναι ο δεκτης

Delay = 660e-12
Used in place of a locally generated receiver clock.



UWB_Tx_PP

Pulse Position Modulator

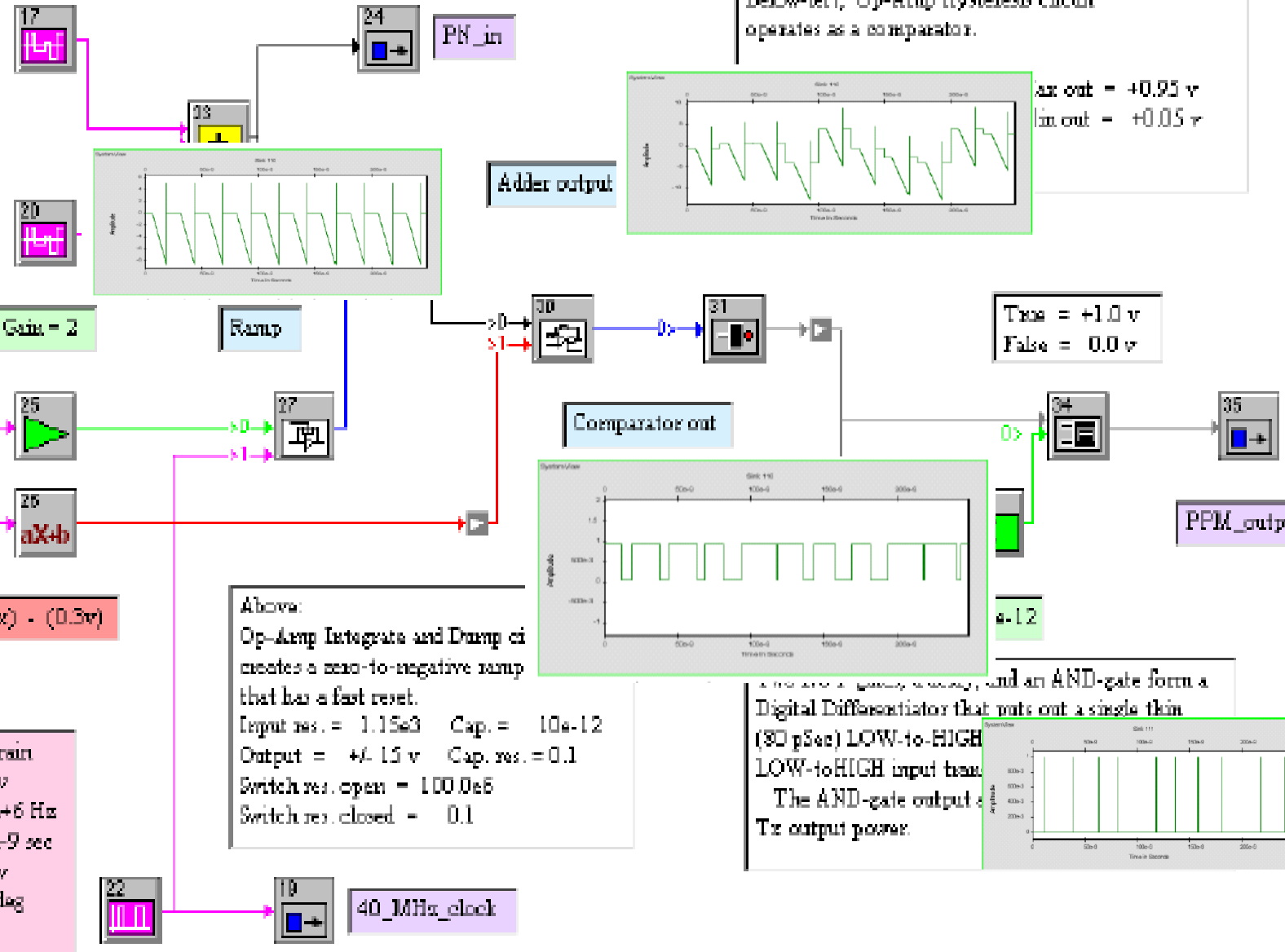
Data Entering:
 Source: PN Seq
 Amp = 100e-3 v
 Offset = 0 v
 Rate = 40e+6 Hz
 Levels = 8
 Phase = 0 deg

Data:
 Source: PN Seq
 Amp = 4 v
 Offset = 0 v
 Rate = 40e+6 Hz
 Levels = 8
 Phase = 0 deg

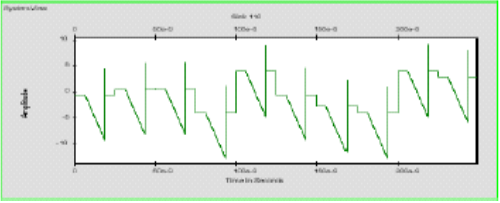
+4.0 volts
 Matches
 the PN
 amplitude.

$(-v) - (0.3v)$

Source: Pulse Train
 Amp = 0.4 v
 Freq = 40.0e+6 Hz
 PulseW = 13.5e-9 sec
 Offset = 0.3 v
 Phase = -90.0 deg
 Same freq. as the PN



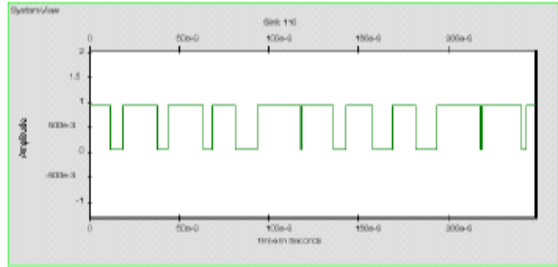
Below-left, Op-Amp Hysteresis circuit operates as a comparator.



max out = +0.95 v
 min out = +0.05 v

Adder output

Comparator out

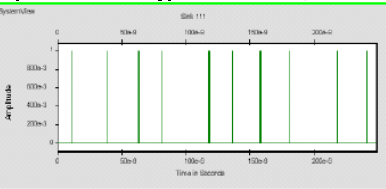


True = +1.0 v
 False = 0.0 v

PPM_output

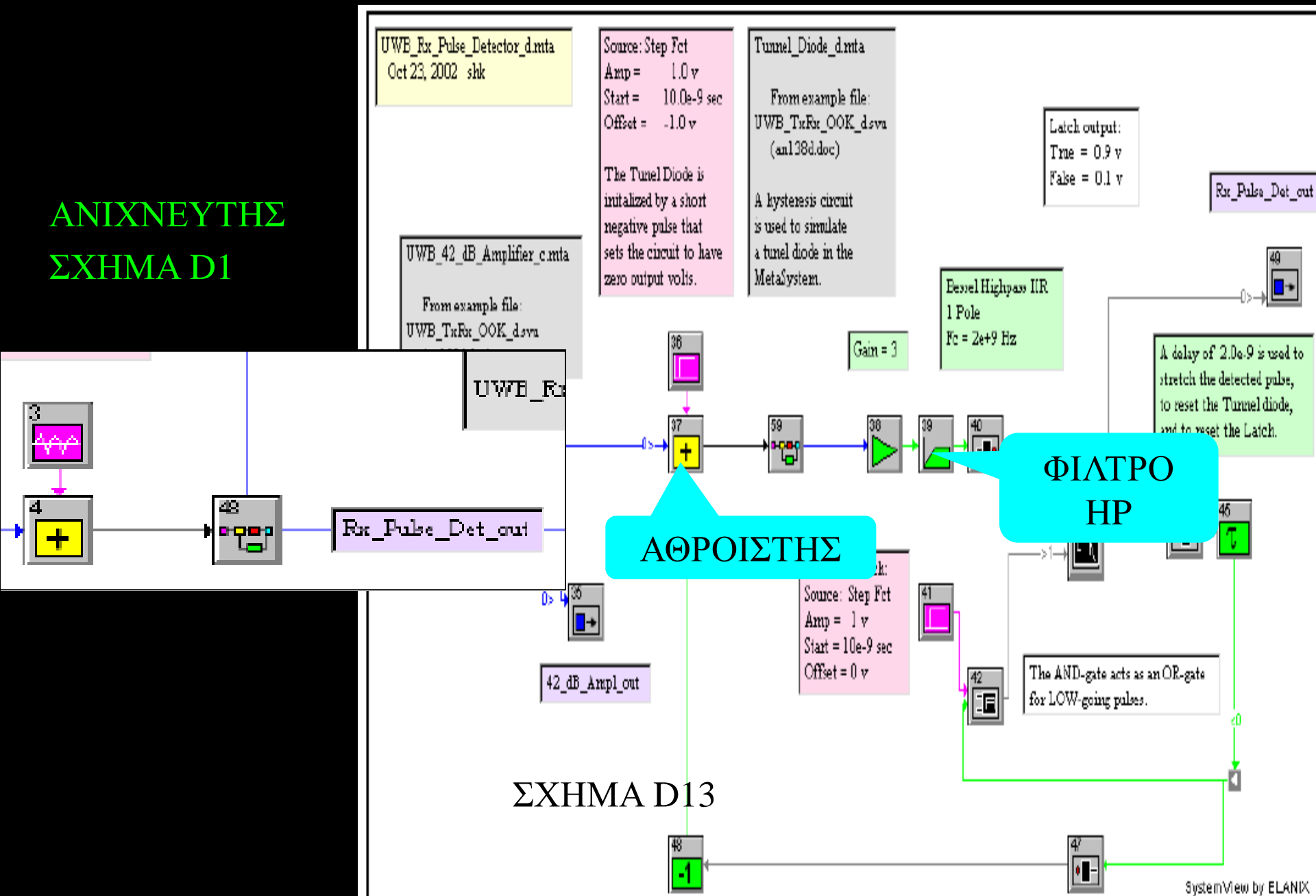
Above:
 Op-Amp Integrate and Dump circuit creates a zero-to-negative ramp that has a fast reset.
 Input res. = 1.15e3 Cap. = 10e-12
 Output = +/- 1.5 v Cap. res. = 0.1
 Switch res. open = 100.0e5
 Switch res. closed = 0.1

The ramp signal, the comparator output, and an AND-gate form a Digital Differentiator that puts out a single thin (80 pSec) LOW-to-HIGH transition for each LOW-to-HIGH input transition. The AND-gate output is the Tx output power.



ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗ (ΔΕΚΤΗΣ)

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΣΧΗΜΑ D1



Ο ανιχνευτής είναι φτιαγμένος επάνω σε 4 λειτουργίες:

1. Μπροστινό φιλτράρισμα και ενίσχυση .
2. Ένα σημείο αθροιστών που χρησιμοποιείται για να μονογράψει το κύκλωμα.
3. Ένα MetaSystem που μιμείται μια αιχμή διόδων σηράγγων ανιχνευτή.
4. Ένα stretcher παλμού φτιαγμένο επάνω από set/reset latch και μερικές πύλες λογικής

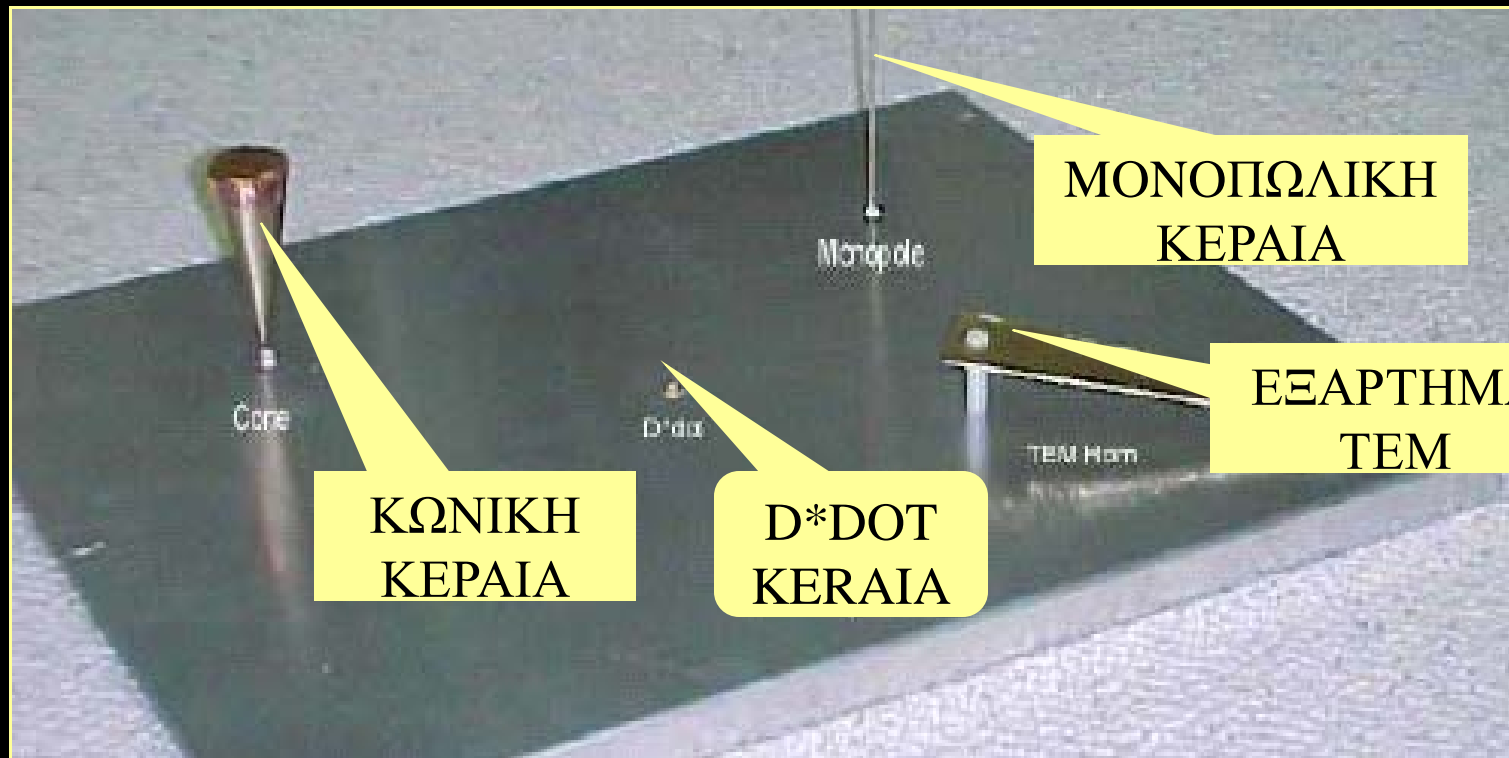
Κεραίες UWB

1. Δεν υπάρχει σχεδόν καμία επιχείρηση που πωλεί τις εμπορικές κεραίες UWB στηριζόμεστε σε επιστημονικές αναφορές .
2. Οι κεραίες uwb παρουσιάζουν μια ιδιαίτερη ποικιλομορφία.
3. Οι κεραίες σχεδιάζονται βάση τών απαιτήσεων τών συστημάτων που θα πλαισιώσουν γιαυτό και παρουσιάζονται σε πολλές διαφορετικές μορφές.

4.Βασικός παραγοντας χαρακτηρισμού της κεραίας είναι το κέρδος της.Στίς uwb κεραιες όμως θεωρείται ίδιο τόσο για εκπομπή όσο και για λήψη.

5.Η κεραιες που προτείνονται για uwb συστήματα είναι οι κωνικές κεραίες για μετάδοση και το εξάρτημα TEM για την λήψη. Καθώς και οι multiband για multi-users εφαρμογές .Και η $d \cdot \dot{}$ που είναι κεραία μετρολογίας.

ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΕΡΑΙΩΝ

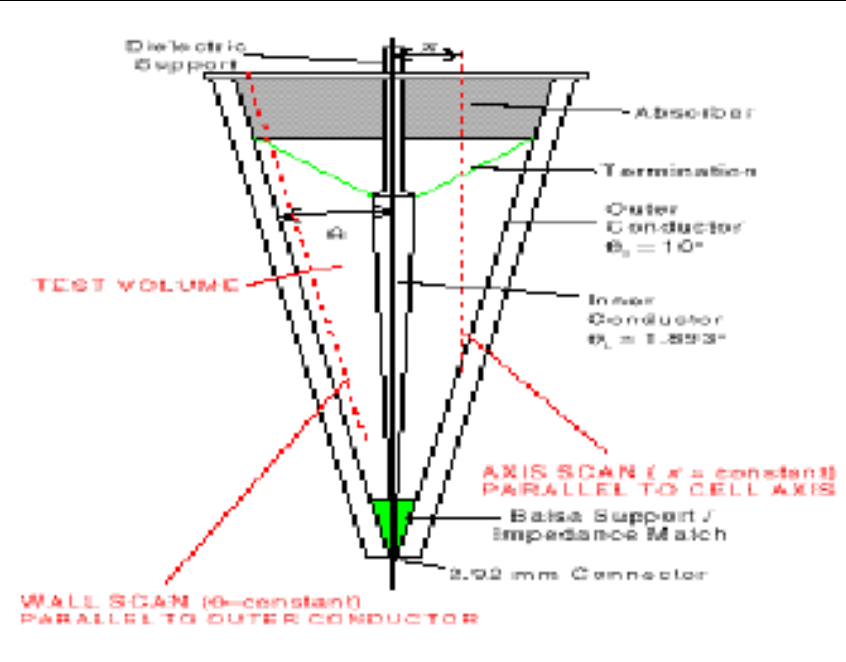


ΚΩΝΙΚΗ
ΚΕΡΑΙΑ

D*DOT
ΚΕΡΑΙΑ

ΜΟΝΟΠΩΛΙΚΗ
ΚΕΡΑΙΑ

ΕΞΑΡΤΗΜΑ
TEM



Οι κωνικές κεραίες θα λειτουργούν καλύτερα σε συχνότητες megahertz και φάσματα συχνότητας gigahertz.

Κατά των σχεδιασμό μιας κωνικής κεραίας στοχεύουμε στο να έχουμε ένα πολύ καλό κέρδος πού να χρησιμοποιεί ελάχιστο ποσό υλικού

Μετά απο έρευνες διαπιστώθηκε ότι μπορούμε να να κοντένουμε την κεραία και στον ίδιο χρόνο, να βελτιώνουμε πάρα πολύ το κέρδος.

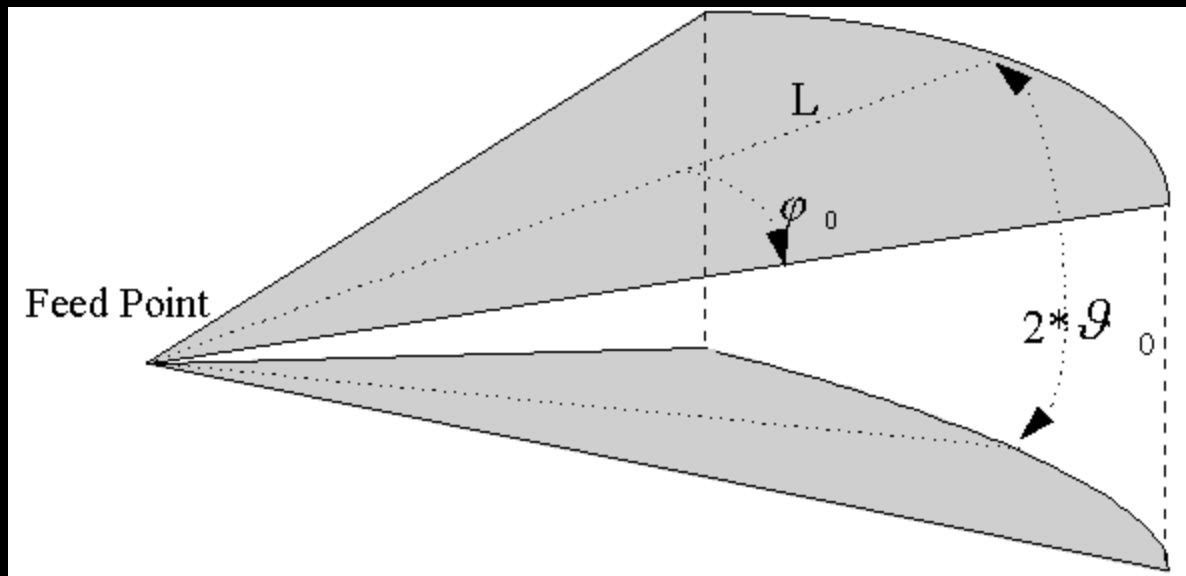
TEM HORN KERAIA

Η Tem κεραία παρουσιάζει πλεονεκτήματα στην χρήση της για λήψη uwb σήματος.



Η TEM υλοποιείται χρησιμοποιώντας μια κωνικότητα από ένα μεγάλο άνοιγμα στη λαμβάνουσα εισαγωγή. Η αναλογία ύψους πλάτους παράλληλου πιάτου διατηρηταί σταθερή κατά μήκος της κεραίας για να διατηρηθεί μία ομοιόμορφη χαρακτηριστική σύνθετη αντίσταση .

Το παραπάνω αναφέρεται λόγω του ότι σε τέτοιες κεραίες παρατηρούνται πολλές αντανακλάσεις. Για να κατασταλούν οι πολλαπλάσιες αντανακλάσει πρέπει η σύνθετη αντίσταση κεραιών να ταιριάζει με τα 50Ω . παραγωγής καλωδίου. Εντούτοις, για να βελτιστοποιήθει η ευαισθησία,οί κεραίες TEM σχεδιάζονται με 100Ω .



Το TEM HORN χαρακτηρίζεται από 3 βασικούς παράγοντες

1. L = Μήκος τής κεραίας

2. φ_0 = Γωνία κορυφής

3. ϑ_0 = Γωνία ανύψωσης

ΑΛΛΕΣ ΚΕΡΑΙΕΣ UWB

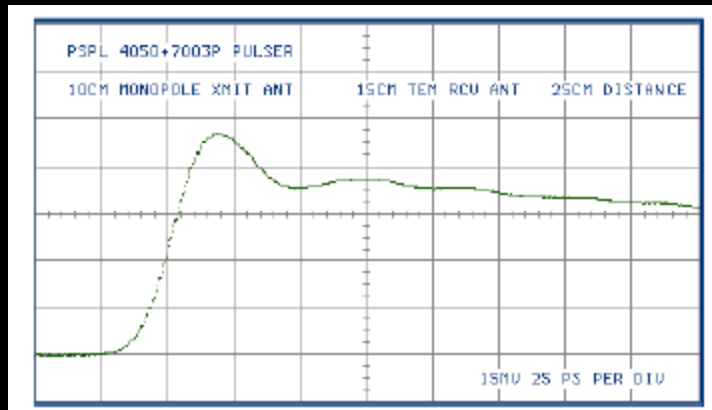


2 ΚΕΡΑΙΕΣ MULTIBAND UWB ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

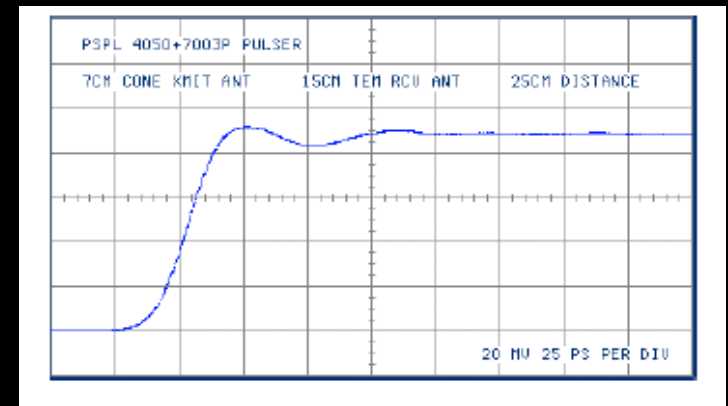
ΜΟΝΟΠΩΛΙΚΗ ΚΕΡΑΙΑ

Είναι η πιο θεμελιώδης κεραία δομικών μονάδων για τα περισσότερα σχέδια κεραιών. Η μονοπωλική κεραία χρησιμοποιείται μερικές φορές ως απλούστερη έκδοση των κωνικών κεραιών για τη διαβίβαση σήματων UWB που είναι παρόμοια σε μορφή κυμάτος με αυτο των κωνικών. Εντούτοις, τα πεδία που ακτινοβολούνται δεν είναι τόσο ομοιόμορφα όσο εκείνων των κωνικών κεραιών. Η σύνθετη αντίσταση σημείου της δεν είναι σταθερή, αλλά άνοδικη αφού λειτουργεί σαν μια συνάρτηση του χρόνου.

Το σχέδιο K13 παρουσιάζει των ακτινοβολούντα τομέα 10 cm μονοπολικού. Μοιάζει με τον τομέα E από την κωνική κεραία, σχέδιο K6. Εντούτοις η κορυφή του δεν είναι επίπεδη, αλλά “κρεμα” κάμπτεται με τον αυξανόμενο χρόνο. Αυτό οφείλεται στην ανομοιόμορφη σύνθετη αντίσταση TDR αυτής της κεραίας. Όταν μια μονοπωλική χρησιμοποιείται για τη λήψη του φέρωντος E-M τομέα η εξοδος της είναι το ολοκλήρωμα του Τομέως E και αυτή είναι και η βασική τους διαφορά.



K13

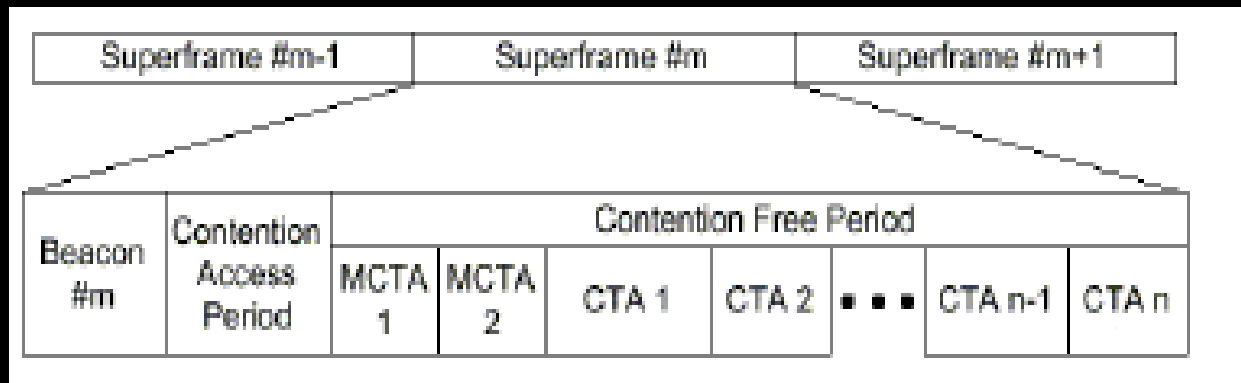


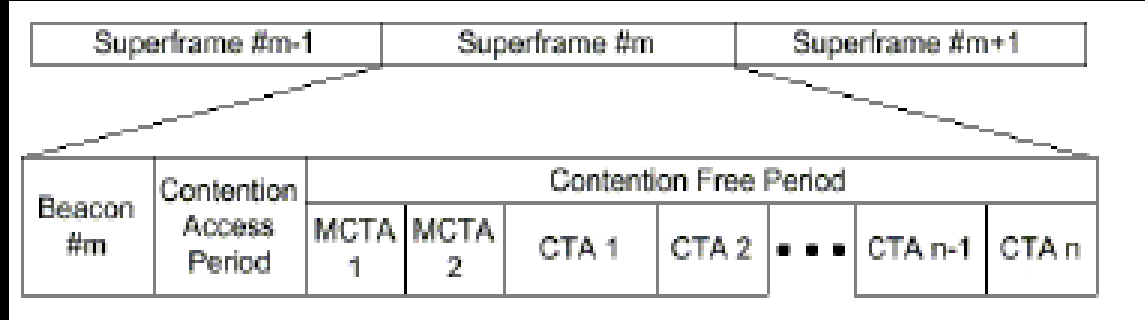
K6

Πρωτοκόλλα και δρομολογήσεις που θα χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές τεχνολογίας Ultra Wide Band αναγκαστικές προϋποθέσεις ανάπτυξης αυτών.

U.C.A.N. (Ultra wideband Concepts for Ad-hoc Networks)

Το **IEEE 802.15.3 MAC** είναι ένα πρωτόκολλο που δημιουργήθηκε για UWB εφαρμογές αλλά και αυτό βρίσκεται σε καθαρά στάδιο προσομοίωσης. Βασίζεται στο superframe .



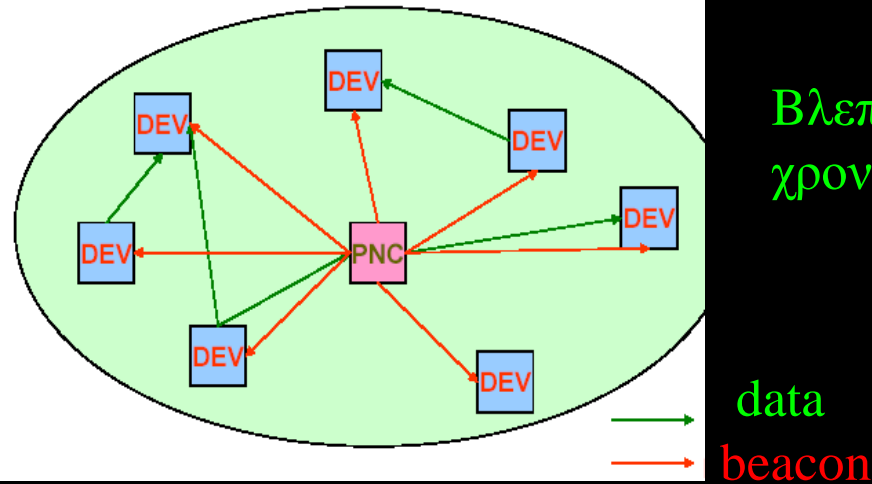


Το υπερπλαίσιο αποτελείται από τρία μέρη: ένα αναγνωριστικό σήμα, μια Περίοδο Πρόσβασης Επιχειρήματος (CAP) και μια Περίοδο Ελεύθερου Επιχειρήματος (CFP).

Το υπερπλαίσιο έχει ένα σταθερό μήκος περίπου 10ms. Η περίοδος πρόσβασης έχει επίσης μια σταθερή διάρκεια περίπου 800ms.

Το πλαίσιο αναγνωριστικών σημάτων στέλνεται από το PNC στην αρχή κάθε υπερπλαισίου. Χρησιμοποιείται για να συγχρονιστεί χρονικά όλα τα DEVs στο ρολόι του PNC (piconet controller).

PICONET είναι ορισμός δικτύου αναμεσα σε dev (πχ ένα PC, ένα τηλέφωνο) σε ad-hoc σύνδεση και υλοποιείται και ονομάζεται PICONET από την στιγμή του connect έστω και 2 dev.



Βλειτουργε πώς ο piconet controller συγχρονίζει χρονικά στο ρολόι του τα dev.

Η CAP(Περίοδος Πρόσβασης Επιχειρήματος)χρησιμοποιείται για να μεταβιβάσει εντολές και τα ασύγχρονα στοιχεία .

Η Περίοδος Ελεύθερου Επιχειρήματος (CFP) διαιρείται σε περισσότερα κομμάτια από τον PNC τα CTA. Το CTA έχει μεταβλητό μήκος και διατίθεται δυναμικά από το PNC

Το IEEE 802.15.3 προορίζεται αρχικά για περιορισμένη ζώνη 2.4 GHz WPAN, και είναι πολύ πιθανό να χρειαστεί τις προσαρμογές για UWB WPAN.

ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΑ UWB ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2 ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΕΙΣ

1.Μετρική Δρομολόγηση

2.Δρομολογημένος Αλγόριθμος

1.Μετρική Δρομολόγηση

Η μετρική δρομολόγηση είναι βασισμένη στην εισαγωγή μιας πρόσθετης συνάρτησης κόστους συνδέσεων που λαμβάνεται ως το ποσό διάφορων όρων λαμβάνοντας υπόψη τις ανωτέρω πτυχές, με τη γενική μορφή:

$$C(x, y) = C(\text{power}) + C(\text{setup}) + C(\text{interference}) + C(\text{quality}) + C(\text{delay})$$

Το κόστος μιας πορείας επικοινωνίας είναι το ποσό του κόστους από τις συνδέσεις του:

$$C(\text{path}) = \sum_{(x,y) \in \text{path}} C(x, y)$$

Γενικά, θα υπάρξουν πολλές πιθανές πορείες επικοινωνίας μεταξύ της πηγής και του προορισμού. Η βασική στρατηγική δρομολόγησης θα επιλέξει την πορεία με το ελάχιστο κόστος. Ας σημειώσουμε ότι ο τρόπος, που μια τέτοια πορεία είναι εξατομικευμένη, θα εξαρτιέται από τη διαδικασία αναζήτησης πορείας, αλλά αυτό όμως δεν έχει επιπτώσεις στον καθορισμό των δαπανών σύνδεσης και πορείας

Δρομολογημένος Αλγόριθμος

Ο Δρομολογημένος Αλγόριθμος λαμβάνει υπόψη δύο κύρια κριτήρια, μερικώς αντίθετα μεταξύ τους:

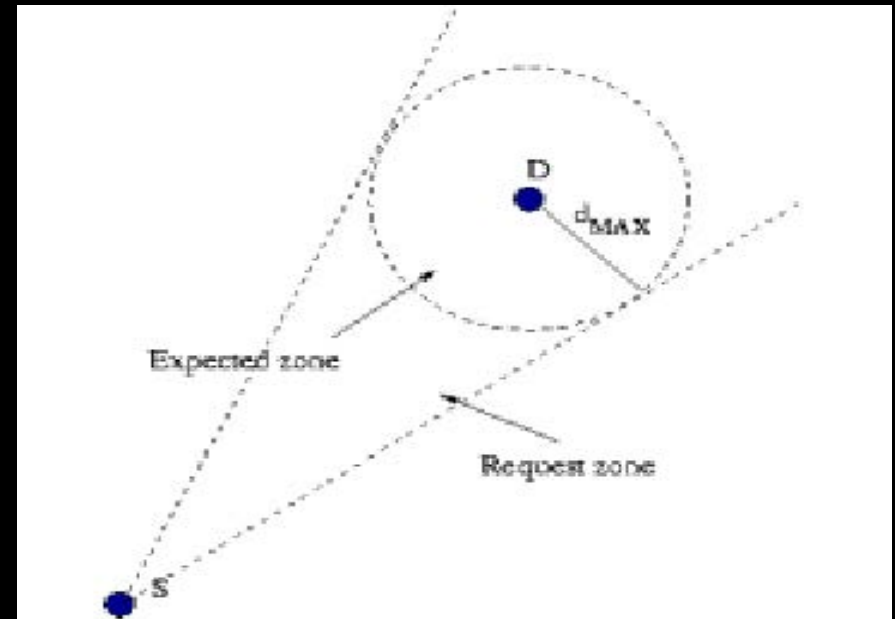
1. Τήν έκμετάλλευση προσδιορισμού θέσης των πληροφοριών στη δρομολόγηση
2. Τήν ανεξαρτησία της δρομολόγησης από τον προσδιορισμό τής θέσης

Το πρωτόκολλο LAR

Το πρωτόκολλο LAR είναι ένα χαρακτηριστικό κατόπιν παραγγελίας πρωτόκολλο δρομολόγησης. Προκειμένου να βρεθεί μια διαδρομή μεταξύ της πηγής και του τερματικού προορισμού, στηρίζεται σε μια διαδικασία βασισμένη στην *Ανακάλυψη Διαδρομών*.

Στο LAR, ένα ενδιάμεσο τερματικό διαβιβάζει μόνο το πρώτο πακέτο αιτήματος διαδρομών που παραλαμβάνεται για κάθε αίτημα σύνδεσης. Εάν, η μετρική δρομολόγηση δεν είναι κανένας αριθμός από hops, μια τέτοια στρατηγική αποστολής θα απέρριπτε γενικά τα πακέτα που ταξιδεύουν πέρα από τις πορείες με χαμηλότερο κόστος από το πρώτο.

Προκειμένου να περιοριστούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι εκπομπές ισχύος, μια βελτιστοποιημένης κωνικής ζώνης αιτήματος επιλέχτηκε, η οποία εγγυάται το χαμηλότερο αριθμό εκπεμπόμενων πακέτων αιτημάτων διαδρομών κατά τη διάρκεια μιας διαδικασίας ανακαλύψεων διαδρομών



Το σχήμα request zone σε LAR