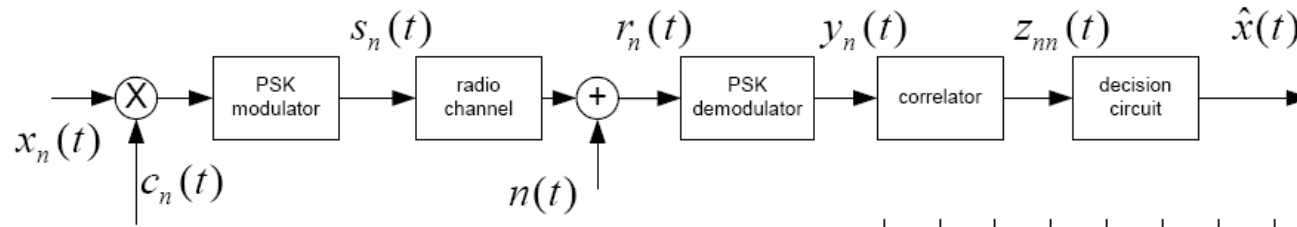


# Διάχυση Φάσματος Άμεσης Ακολουθίας

## DS Spread Spectrum



$x_n(t)$  user  $n$  information signal.

$c_n(t)$  user  $n$  spreading code.

$s_n(t)$  user  $n$  transmit signal.

$n(t)$  noise.

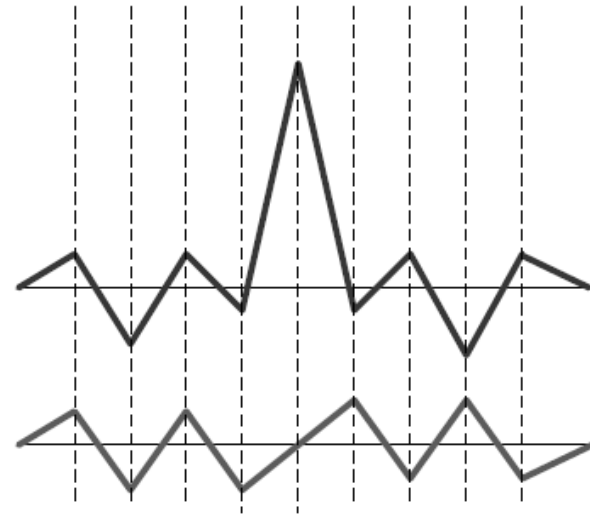
$r_n(t)$  user  $n$  receive signal.

$z_{mn}(t)$  user  $n$  correlation signal.

$\hat{x}(t)$  user  $n$  output information signal.

$$z_{mn}(t) = \int_T y_n(t) c_n(u+t) du$$

$T$  symbol duration.

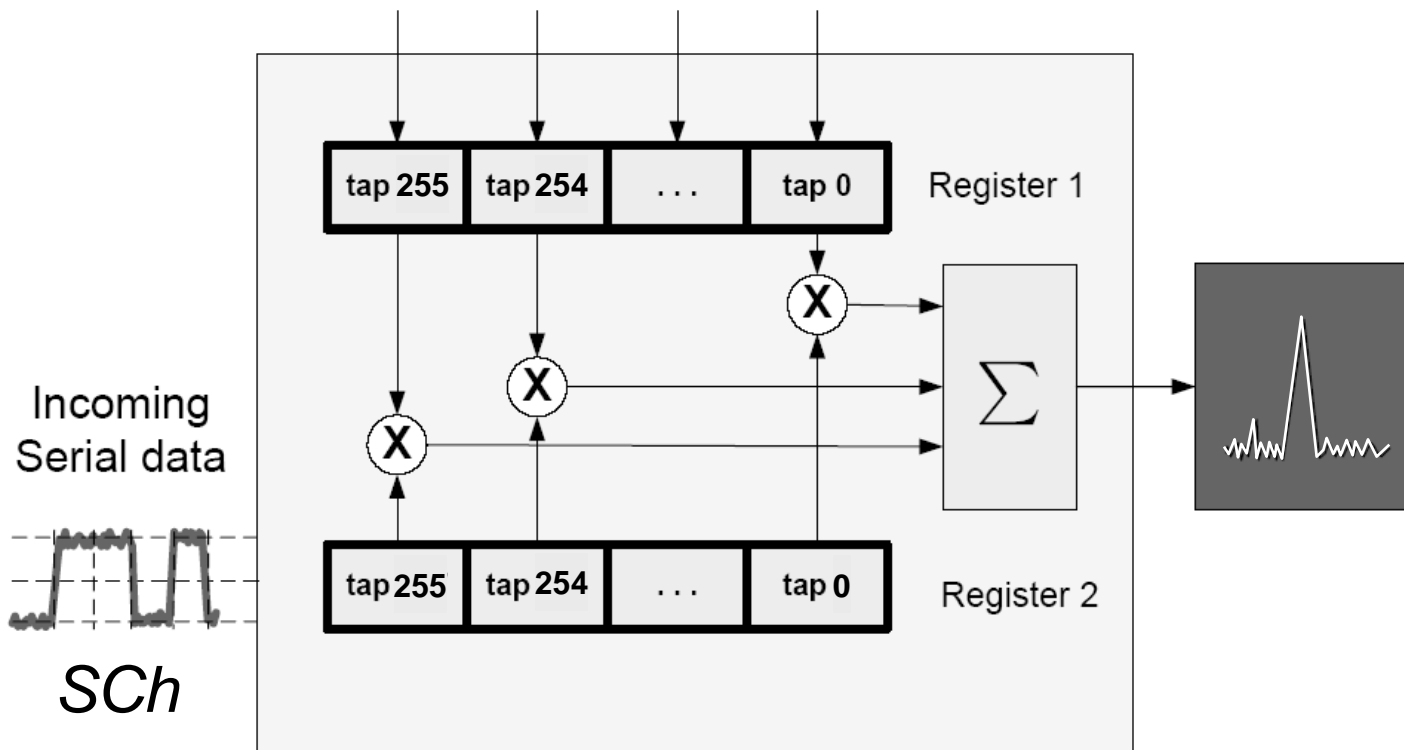


Με ιδανικούς κώδικες και σωστό συγχρονισμό η διασυσχέτιση μεταξύ των διαφόρων χρηστών θα είναι μηδενική

# Προσαρμοσμένο Φίλτρο (*Matched Filter*)

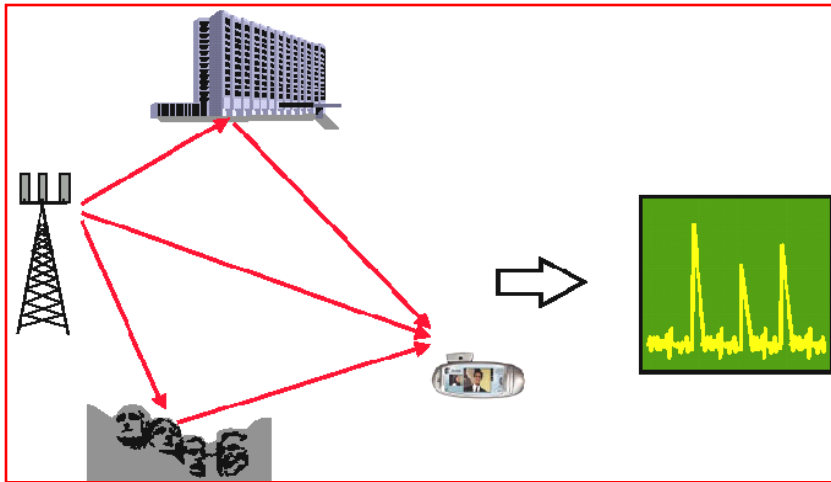
## Συγχρονισμός δέκτη

Predefined Parallel data



Για να συμπτυχθεί το λαμβανόμενο σήμα με τον κατάλληλο κώδικα πρέπει να υπάρχει συγχρονισμός. Αυτός ανιχνεύεται με το κατάλληλο προσαρμοσμένο φίλτρο.

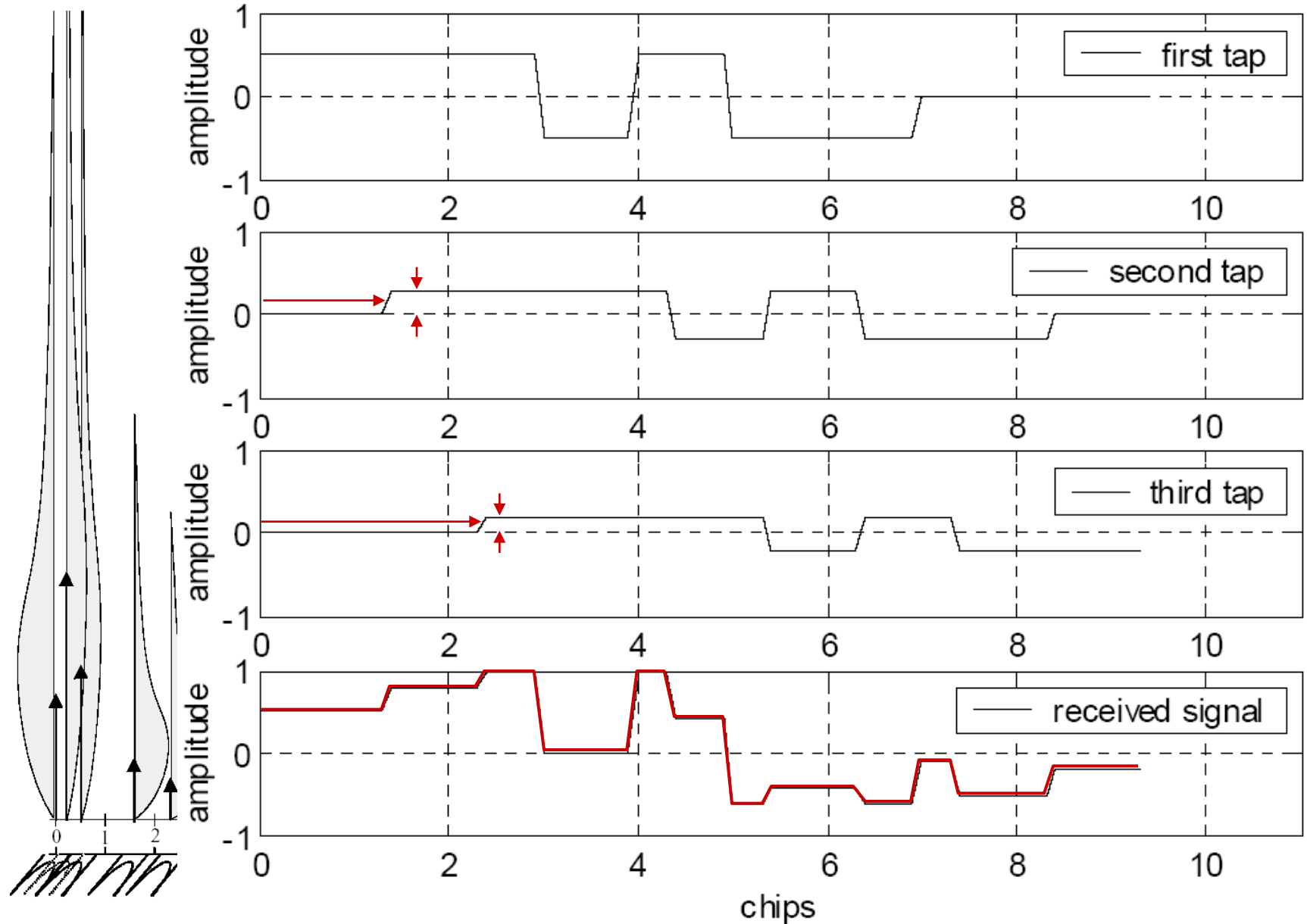
# Πολυδιόδευση



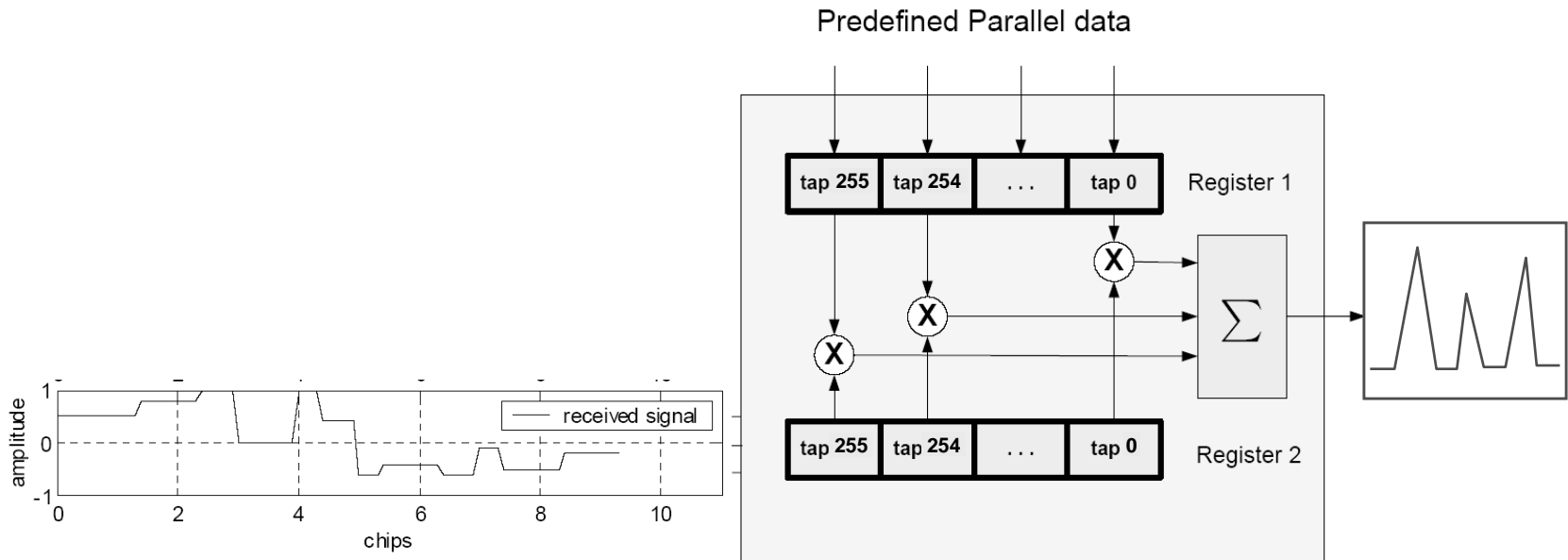
- Αρκετές διαδρομές προς κάθε δέκτη
- Διαφορετικά μήκη => χρόνοι λήψης (φάσεις)
- 1G, 2G επιλογή ισχυρότερου σήματος
- 3G εκμετάλλευση της ενέργειας όλων των σημάτων

- Καθυστερημένα αντίγραφα του σήματος (λόγω πολυδιόδευσης) παράγουν πολλαπλές αιχμές στην έξοδο του φίλτρου.
- Κάθε αιχμή προσδιορίζει την έναρξη λήψης μιας καθυστερημένης ριπής από την ίδια ριπή εκπομπής.
- Στον δέκτη RAKE, κάθε καθυστερημένο αντίγραφο σήματος εισάγεται “στον δικό του” σύγχρονο δέκτη και έτσι παράγονται ξεχωριστές (μια για κάθε διαδρομή) χρονικά καθυστερημένες ροές δεδομένων.
- Αυτές μπορεί να ευθυγραμμιστούν στον χρόνο (φάση) και να συνδυαστούν για να παραχθεί η τελική έξοδος του δέκτη.

# Μοντέλο Πολυδιόδευσης

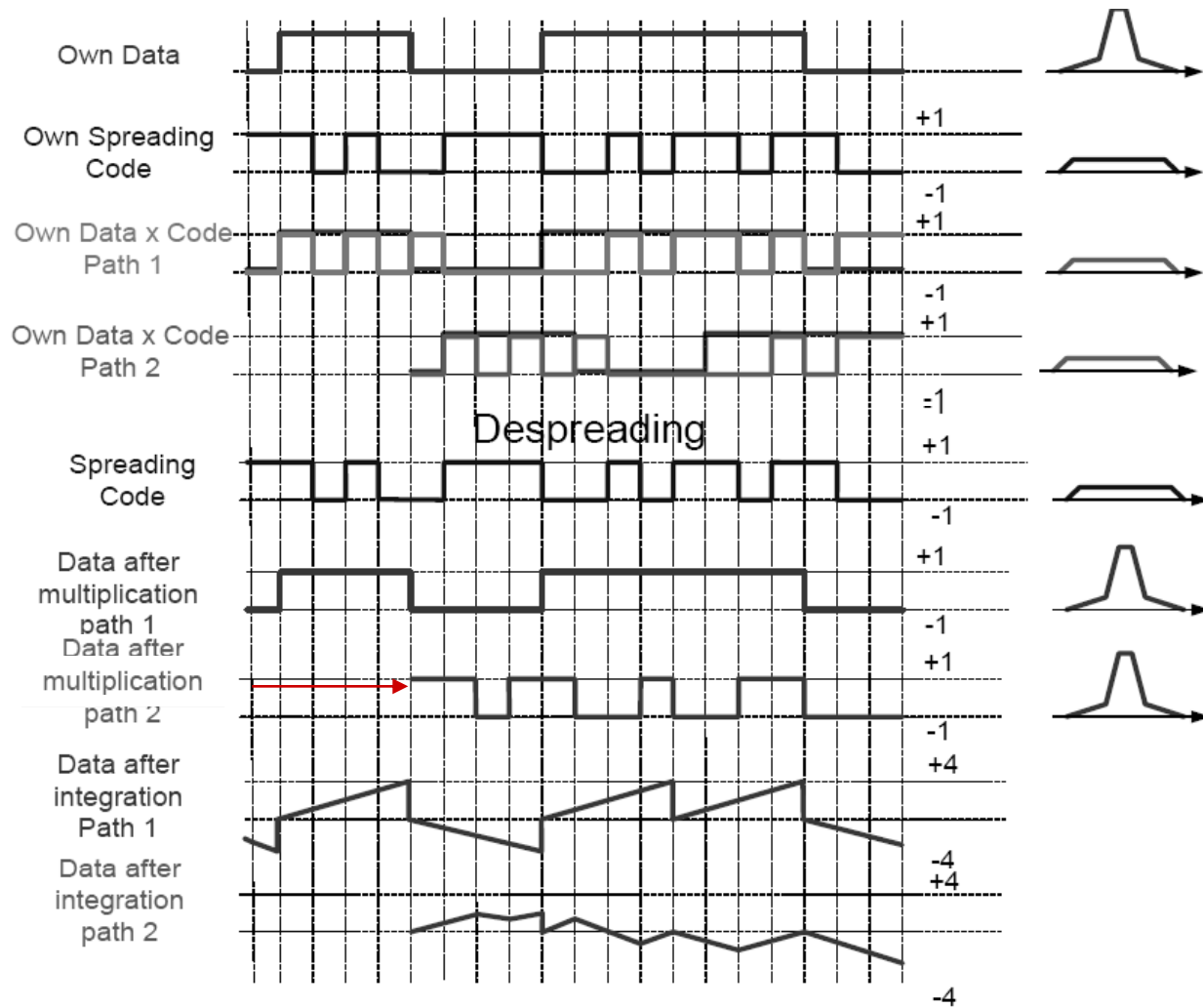


# Στο προσαρμοσμένο φίλτρο

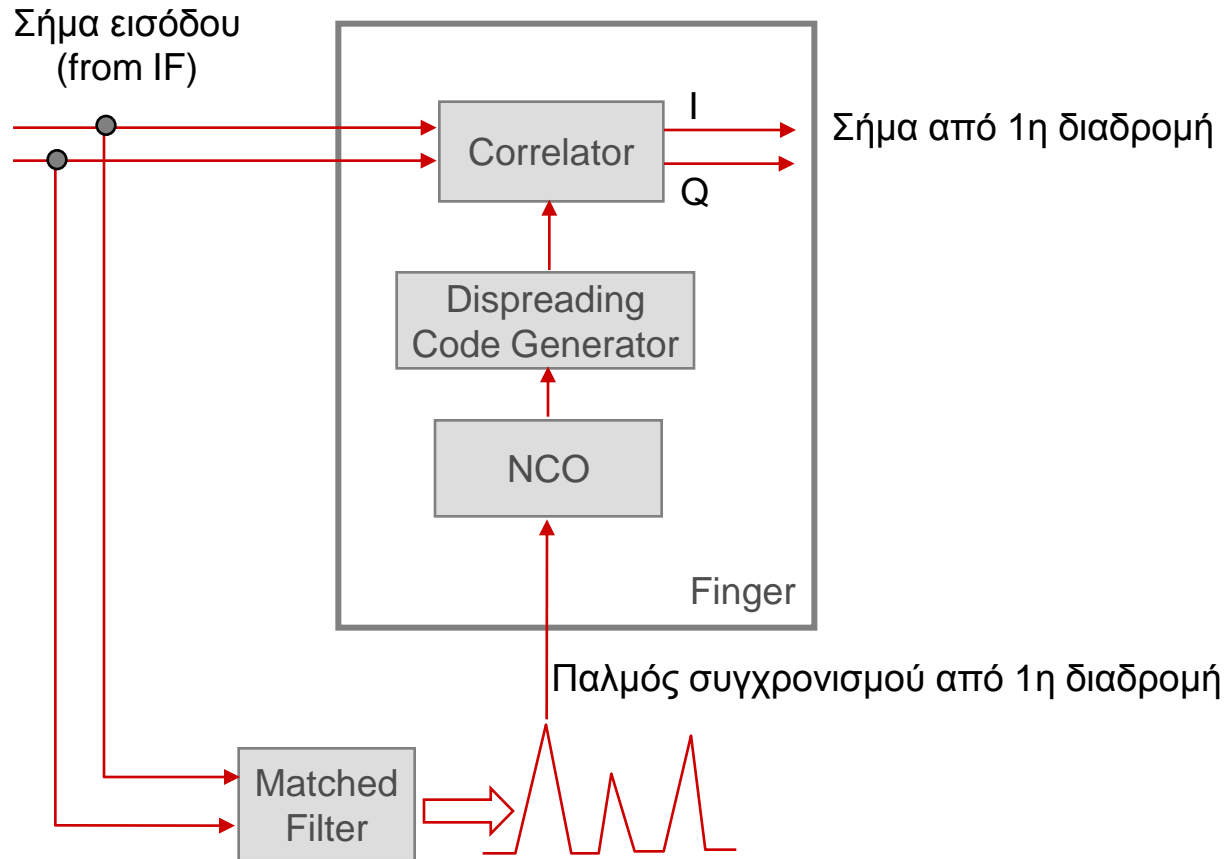


*Η πολυδιάσχυση προκαλεί πολλαπλές κορυφές στην έξοδο του φίλτρου. Στον δέκτη RAKE εκχωρείται ένα υποσύστημα (finger) για κάθε κορυφή.*

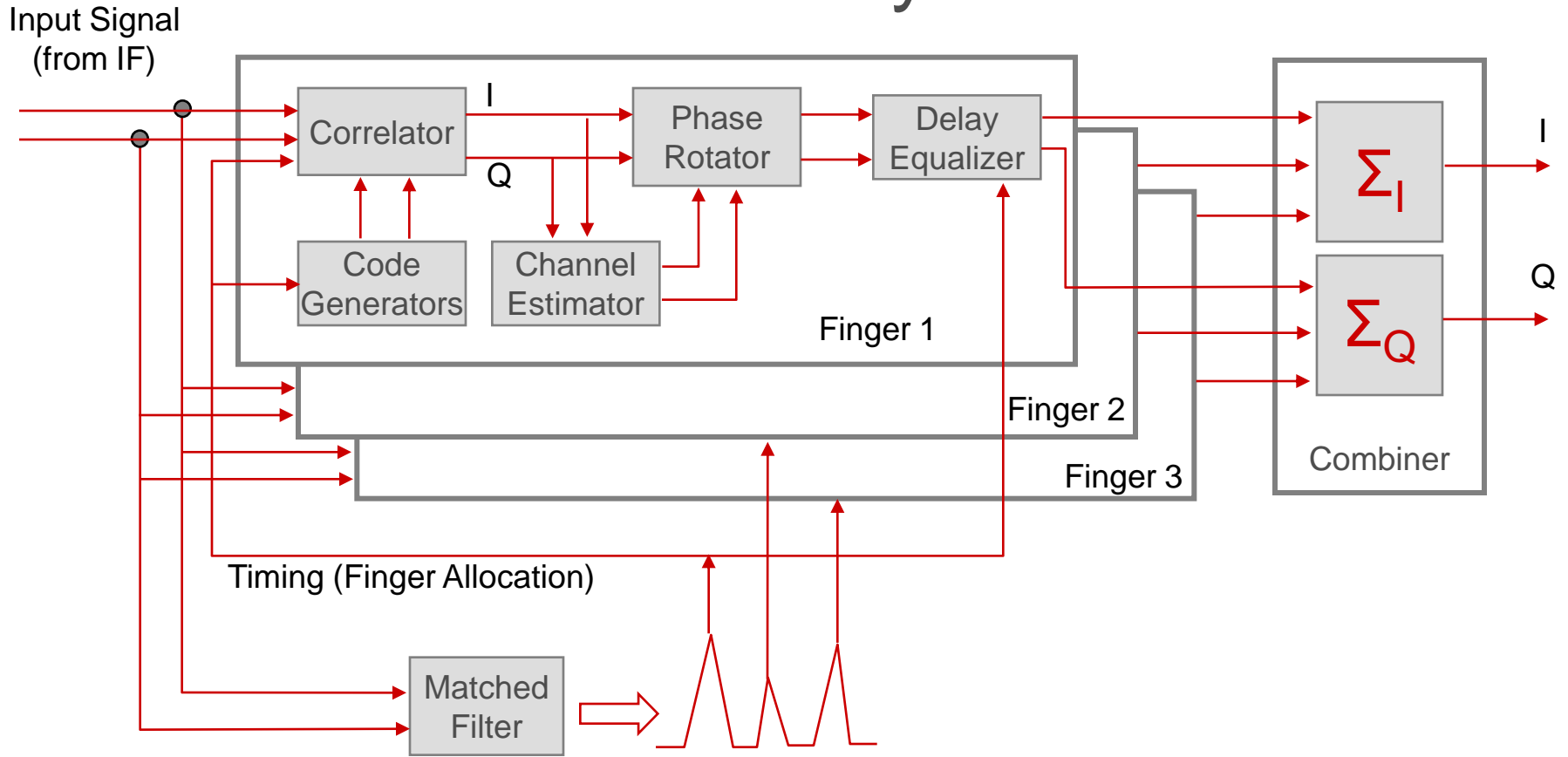
# Στη λήψη του σήματος



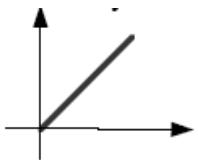
# Συγχρονισμός κώδικα-σήματος



# Rake Diversity Receiver

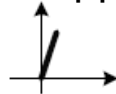


Εκπεμφθέν  
σύμβολο

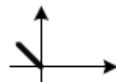


Ληφθέν σύμβολο

Finger #1



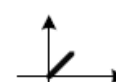
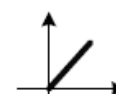
Finger #2



Finger #3



Διορθωμένο σύμβολο



Συνδυασμένο  
σύμβολο



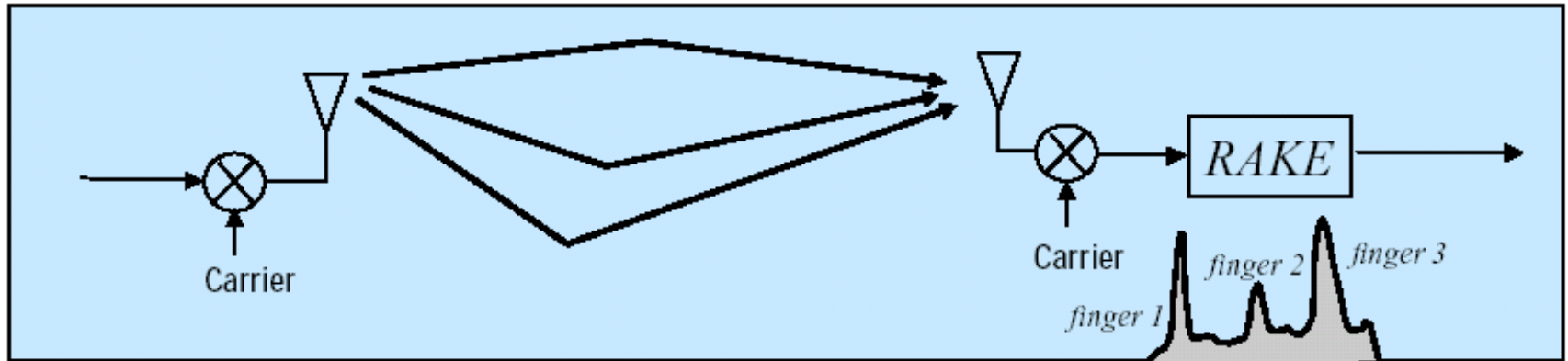


# .XLS

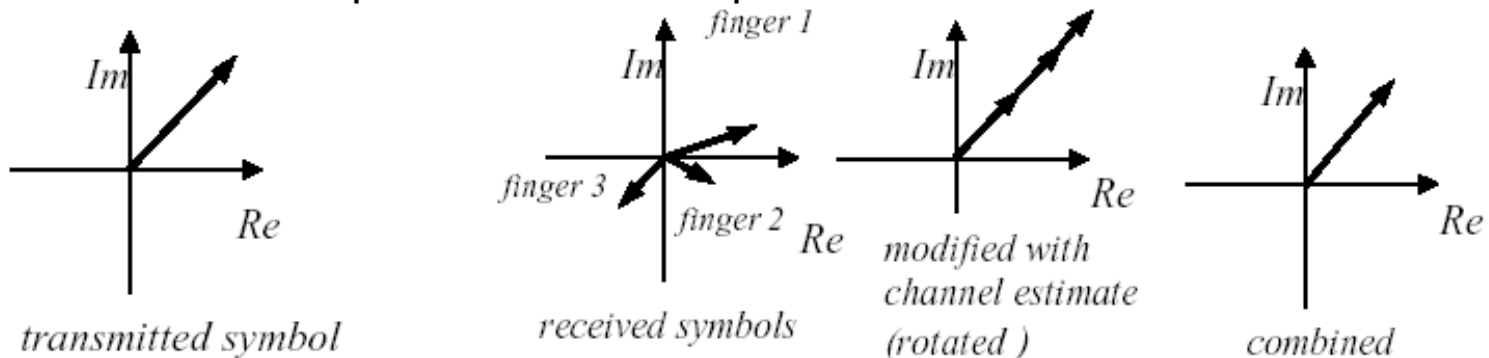
						a=	1	-1	1	-1																			
						SF=	-1	1	1	-1																			
						a*SF1=	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1									
						SF1=	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1							
tap1	0,5	1,00	-1,00	1,00	-1,00																								
		0,5	-0,5	0,5	-0,5																								
tap2	0,3	-0,25	0,50	-0,50	0,50																								
-2,22 dB		-0,075	0,15	-0,15	0,15																								
tap3	0,2	0,25	-0,50	0,50	-0,50																								
-3,98 dB		0,05	-0,1	0,1	-0,1																								
Interf:		-0,025	0,05	-0,05	0,05																								
Total Amplitude		0,475	-0,450	0,450	-0,450																								
						a*SF1=																							
						SF1=																							
tap1	0,5	1,00	-1,00	1,00	-1,00																								
		0,5	-0,5	0,5	-0,5																								
tap2	0,3	1,00	-1,00	1,00	-1,00																								
		0,3	-0,3	0,3	-0,3																								
tap3	0,2	1,00	-1,00	1,00	-1,00																								
		0,2	-0,2	0,2	-0,2																								
Interf:		0,5	-0,5	0,5	-0,5																								
Total Amplitude		1,000	-1,000	1,000	-1,000																								

# Αρχή Δέκτη RAKE

## Maximal Ratio Combining (MRC) in RAKE



- Radio channel consist of many multipaths
- Each multipath change the amplitude and the phase of the transmitted signal
- The data in QPSK signal is in phase
- Energy splitted to many fingers detected by the mached filter
- MRC corrects the phase with channel amplitude estimate



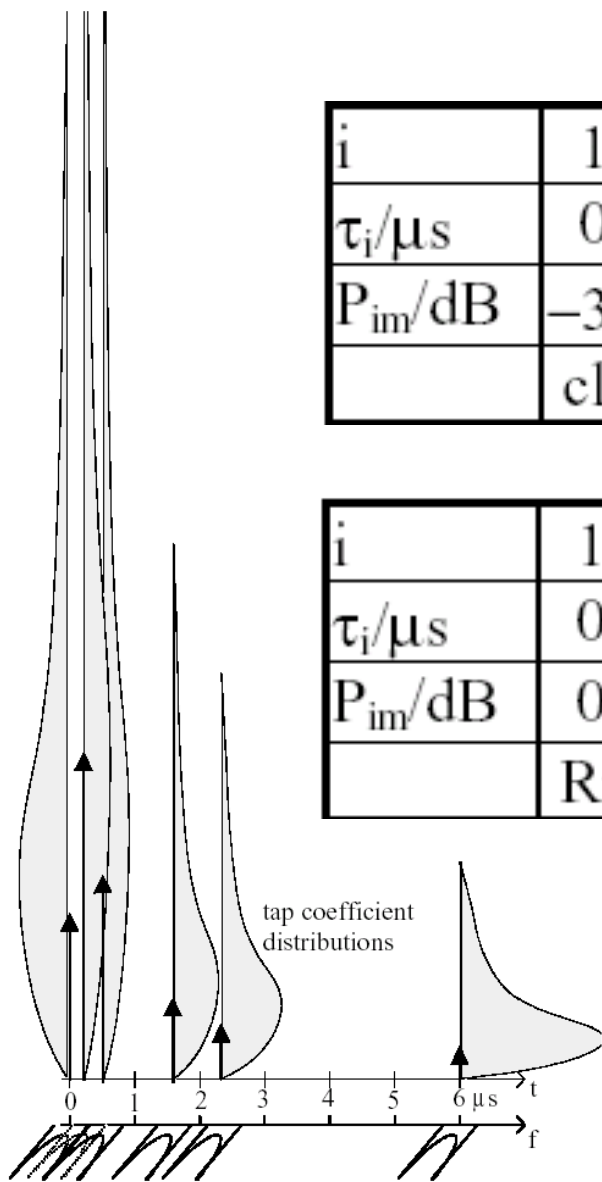
# Παράδειγμα Μοντέλου Πολυδιόδευσης

Τυπική Αστική περίπτωση

$i$	1	2	3	4	5	6
$\tau_i/\mu\text{s}$	0	0.2	0.5	1.6	2.3	6.0
$P_{im}/\text{dB}$	-3.0	0	-2.0	-6.0	-8.0	-10.0
	class	class	class	class	class	class

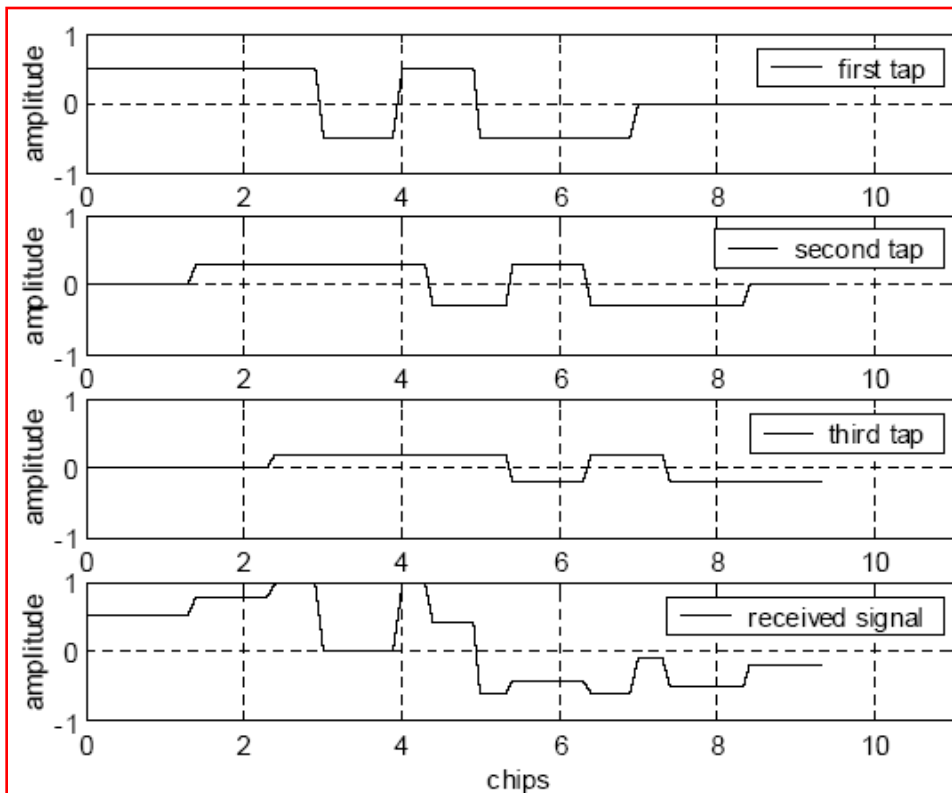
Τυπική Αγροτική περίπτωση

$i$	1	2	3	4	5	6
$\tau_i/\mu\text{s}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
$P_{im}/\text{dB}$	0	-4.0	-8.0	-12.0	-16.0	-20.0
	Rice	class	class	class	class	class



$$h(\lambda, t) = \sum_{k=0}^{M-1} h_k e^{j2\pi\nu_k t} \delta(\lambda - \tau_k)$$

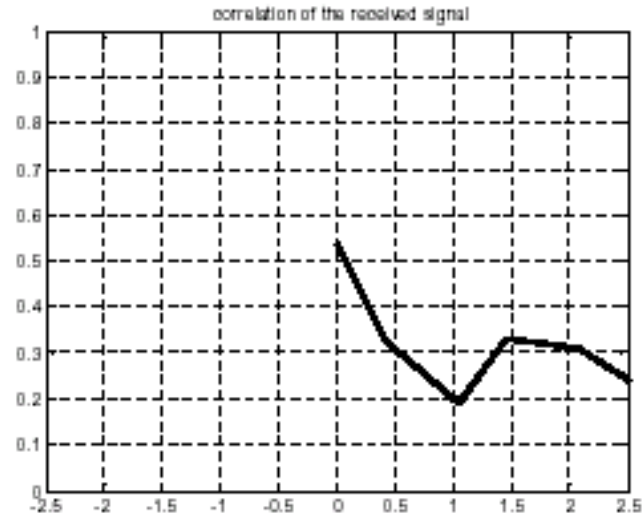
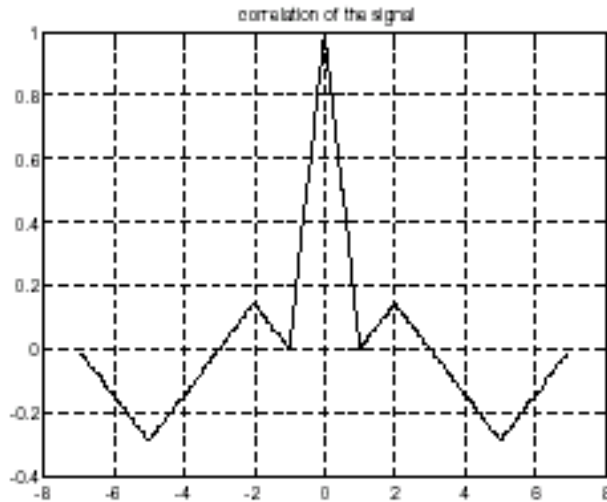
$$y_n(t) = \sum_{l=0}^{L-1} h_l e^{j2\pi\nu_l t} s_n(t - \tau_l)$$



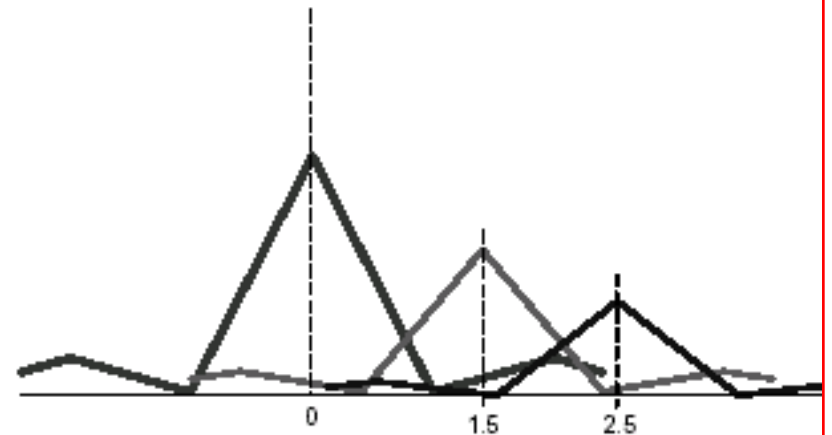
Σε συνθήκες πολυδιόδευσης καταστρέφεται η ορθογωνιότητα των κωδίκων

1. οι κώδικες παραμένουν ορθογώνιοι αν είναι συγχρονισμένοι.
2. αν δεν είναι, η διασυσχέτιση δεν είναι μηδενική.
3. με πολυδιόδευση οι συνιστώσες του σήματος λαμβάνονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.
4. αν ο δέκτης ήταν συγχρονισμένος με μια διαδρομή, τότε στην ολοκλήρωση καλύπτεται και μέρος προηγούμενου και επόμενου συμβόλου, από άλλη όμως διαδρομή.

# Συσχετισμός στον Δέκτη

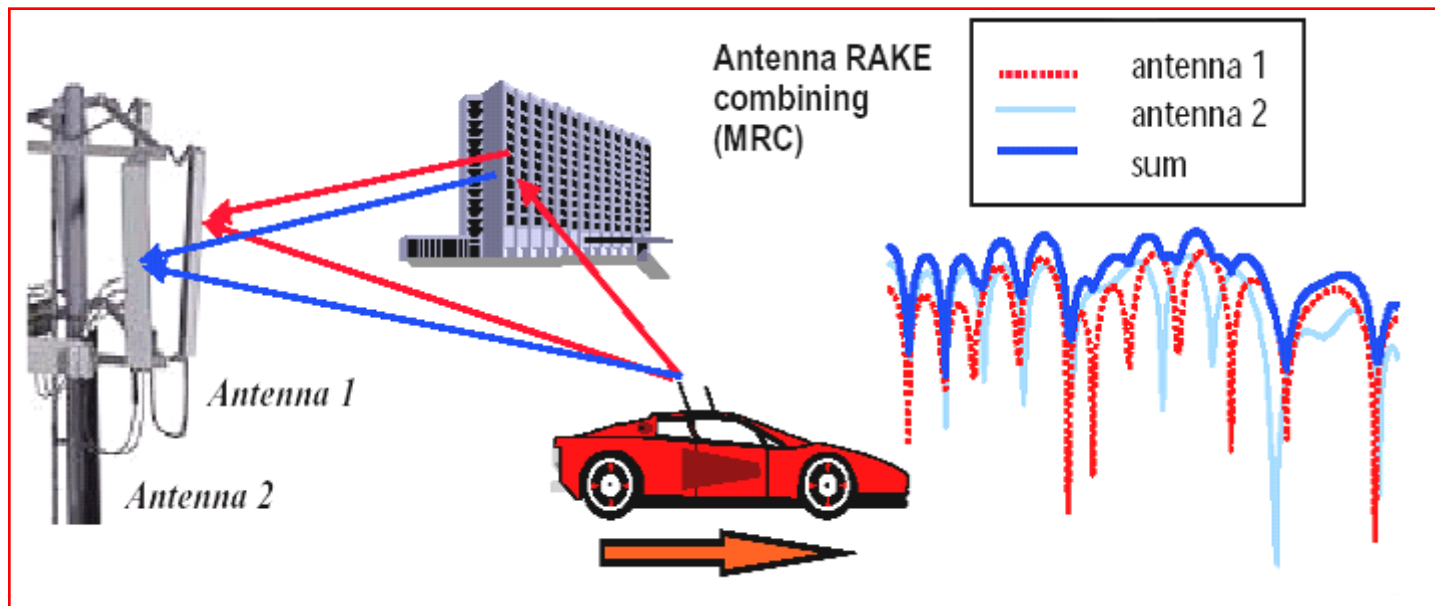


Correlation functions are not delta functions. Correlation functions of neighbouring paths could overlap. If the channel taps are near enough the correlation functions overlap and create interference.



# Διαφορική Λήψη στο UL

- Δύο κεραιές λαμβάνουν λαμβάνουν ασυσχέτιστα σήματα από διαφορετικές διαδρομές (multipaths)
- Συνδυάζοντας τα σήματα (maximum ratio combining MRC, στο WCDMA) η συνολική τιμή λαμβανόμενου SIR μεγιστοποιείται.
- Η διαφορική λήψη στο UL μειώνει το λαμβανόμενο και το εκπεμπόμενο  $(E_b/N_0)_{\text{target}}$  άρα προσφέρει καλύτερη λειτουργία
- Πρόσθετη κεραία είναι σαν πρόσθετη διαδρομή, άρα χρειάζεται πρόσθετο RAKE finger



# Διαφορική Λήψη στο DL

- Στο ΚΣ δεν μπορεί να εφαρμοσθεί διαφορική λήψη γιατί ή απόσταση μεταξύ των κεραιών θα ήταν πολύ μικρή  $\Rightarrow$  οι διαδρομές δεν θα ήταν ασυσχέτιστες.
- Η διαφορική μετάδοση στο DL εφαρμόζεται σαν διαφορική εκπομπή (Tx diversity).
- Έχουν αναπτυχθεί δύο μέθοδοι:
  1. Διαφορική Tx ανοικτού βρόγχου: σήματα από δύο κεραιές ΣΒ κωδικοποιούνται διαφορετικά και ο αποκωδικοποιητής τα συνδυάζει.
  2. Διαφορική Tx κλειστού βρόγχου: ο ΚΣ ζητά από τον ΣΒ να μεταβάλλει την διαφορά φάσης μεταξύ δύο κεραιών για άριστη λειτουργία.

