

Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος
«Δίκτυα Υψηλών Ταχυτήτων»
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής Πολυτεχνική
Σχολή
Πανεπιστήμιο Πάτρας

<ADSL2, ADSL2+,
VDSL>

Μπουρέλος Παναγιώτης
3446
Καρτσακάλης Κωνσταντίνος
3393

ΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ
«ΔΙΚΤΥΑ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ»

<ADSL2, ADSL2+, VDSL>

Καρτσικιάλης Κωνσταντίνος
3393

Μπουρέλος Παναγιώτης
3446

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 - ADSL2

1.1	ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ADSL2.....	4
1.2	ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	4
1.2.1	ΑΤU ΜΟΝΤΕΛΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	4
1.2.2	ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ USER PLANE PROTOCOL.....	5
1.2.3	ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	6
1.2.4	ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....	6
1.3	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TRANSPORT PROTOCOL SPECIFIC TRANSMISSION CONVERGENCE (TPS-TC).....	7
1.3.1	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ.....	7
1.3.2	ΣΗΜΑΤΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΡΧΕΤΥΠΑ.....	7
1.3.3	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	8
1.3.3.1	ΈΓΚΥΡΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ.....	8
1.3.3.2	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ.....	9
1.3.4	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΠΕΔΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	9
1.3.5	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΕΠΠΕΔΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	9
1.3.6	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ.....	9
1.3.6.1	ΦΑΣΗ G.994.1.....	9
1.3.6.2	G.994.1 ΜΗΝΥΜΑ ΛΙΣΤΑΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ.....	9
1.3.6.3	G.994.1 ΜΗΝΥΜΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΡΟΠΟΥ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	10
1.4	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ PHYSICAL MEDIA SPECIFIC TRANSMISSION CONVERGENCE (PMS-TC).....	10
1.4.1	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ.....	10
1.4.2	ΕΠΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ.....	12
1.4.3	ΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΡΧΕΤΥΠΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ BLOCK.....	12
1.4.4	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ BLOCK ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	15
1.4.5	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	17
1.4.6	ΔΟΜΗ FRAME (ΠΑΚΕΤΟΥ).....	17
1.4.7	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ.....	19
1.4.7.1	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΧΩΡΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	19
1.4.7.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΧΩΡΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	19
1.4.7.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΧΩΡΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	19
1.5	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ (PHYSICAL MEDIA DEPENDENT FUNCTION – PMD).....	20
1.5.1	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	21
1.5.2	ΕΠΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ.....	21
1.5.3	BLOCK ΣΗΜΑΤΩΝ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΚΑΙ ΑΡΧΕΤΥΠΑ.....	21
1.5.4	BLOCK ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΣΗΜΑΤΑ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	24
1.5.5	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	25
1.5.5.1	ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	25
1.5.5.2	ΥΠΟΧΡΕΩΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤ' ΕΠΙΛΟΓΗΝ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ.....	28
1.6	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗΣ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ (MPS- TC).....	30
1.6.1	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ.....	30
1.6.2	ΕΠΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ.....	30
1.6.3	ΣΗΜΑΤΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ BLOCK ΚΑΙ ΑΡΧΕΤΥΠΑ.....	31
1.6.4	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΧΩΡΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	33
1.6.4.1	ΕΝΤΟΛΕΣ.....	33
1.7	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.....	35
1.7.1	ΑΡΧΙΚΟΠΟΙΗΣΗ.....	35

1.7.2	ON-LINE ΕΠΑΝΑΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ (OLR).....	35
1.7.2.1	ΤΥΠΟΙ ON-LINE ΕΠΑΝΑΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ.....	36
1.7.2.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ON-LINE ΕΠΑΝΑΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ.....	36
1.7.2.2.1	Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΡΑΛΗΠΤΗ.....	37
1.7.2.2.2	Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΚΠΟΜΠΟ.....	38
1.7.2.3	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΣΧΥΟΣ.....	39
1.7.2.3.1	ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΒΑΣΕΩΝ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	39
1.7.2.3.2	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	39
1.7.2.3.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΚΙΝΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΑΡΑΛΗΠΤΗ.....	39
1.7.2.3.4	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΚΙΝΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΚΠΟΜΠΟ.....	41

Κεφάλαιο 2 - ADSL2+

2	ADSL2+.....	42
2.1	ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ADSL2+.....	42
2.2	ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	42
2.3	Η ADSL2+ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	43
2.4	ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	43
2.5	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TPS-TC (TRANSPORT PROTOCOL SPECIFIC TRANSMISSION CONVERGENCE).....	43
2.6	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ PMS-TC (TRANSPORT PROTOCOL SPECIFIC TRANSMISSION CONVERGENCE).....	43
2.7	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ (PHYSICAL MEDIA DEPENDENT FUNCTION).....	43
2.8	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗΣ ΣΥΓΚΛΙΣΗΣ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ (MPS-TC).....	44
2.9	ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.....	44
2.10	ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ADSL2.....	44

Κεφάλαιο 3 - VDSL

3	VDSL.....	46
3.1	ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ VDSL.....	46
3.2	ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	46
3.2.1	ΓΕΝΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	46
3.2.2	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	48
3.2.3	ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ.....	48
3.3	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ ΜΕΣΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ.....	49
3.3.1	ΜΕΘΟΔΟΣ DUPLEXING.....	49
3.4	ΓΕΝΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ TPS-TC.....	49
3.4.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΕΠΑΦΗΣ Α/Β.....	49
3.4.1.1	ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	50
3.4.1.2	ΡΟΗ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ.....	50
3.4.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΕΠΑΦΗΣ (ΓΟ, ΓΡ)ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΟΣ TPS-TC.....	50
3.4.2.1	ΡΟΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	51
3.4.2.2	ΡΟΗ ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΥ.....	51
3.5	ΥΠΟΕΠΙΠΕΔΟ PMS-TC.....	52
3.5.1	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ PMS-TC.....	52
3.5.2	ΔΙΑΣΚΕΛΑΣΤΗΣ (SCRAMBLER).....	52
3.5.3	ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΛΑΘΟΥΣ.....	53
3.5.4	INTERLEAVING.....	53
3.6	ΥΠΟΕΠΙΠΕΔΟ PMD.....	54
3.6.1	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΟΥ ΦΟΡΕΑ.....	54
3.6.2	ΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ.....	54
3.6.2.1	ΠΙΛΟΤΙΚΟΙ ΤΟΝΟΙ.....	54
3.6.2.2	ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΒΡΟΓΧΟΥ.....	54
3.6.2.3	ΠΡΩΘΗΣΗ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ.....	54



1 ADSL2

1.1 Επισκόπηση της ADSL2

Το **ITU G.992.3** είναι ένα πρότυπο του ITU (Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών), το οποίο επίσης αναφέρεται και ως ADSL2. Εναλλακτικά χρησιμοποιείται για να προεκτείνει τις δυνατότητες της βασικής ADSL, σε ρυθμούς δεδομένων των 12 Mbit/s σε κατέβασμα, και 3.5 Mbit/s σε ανέβασμα (με υποχρεωτική δυνατότητα των πομποδεκτών της ADSL2 στα 8 mbit/s κατέβασμα και 800 Kbit/s ανέβασμα). Οι πραγματικές ταχύτητες μπορεί να μειωθούν ανάλογα με την ποιότητα της γραμμής – συνήθως ο πιο σημαντικός παράγοντας στην ποιότητα της γραμμής είναι η απόσταση από το DSLAM μέχρι τα μηχανήματα του πελάτη.

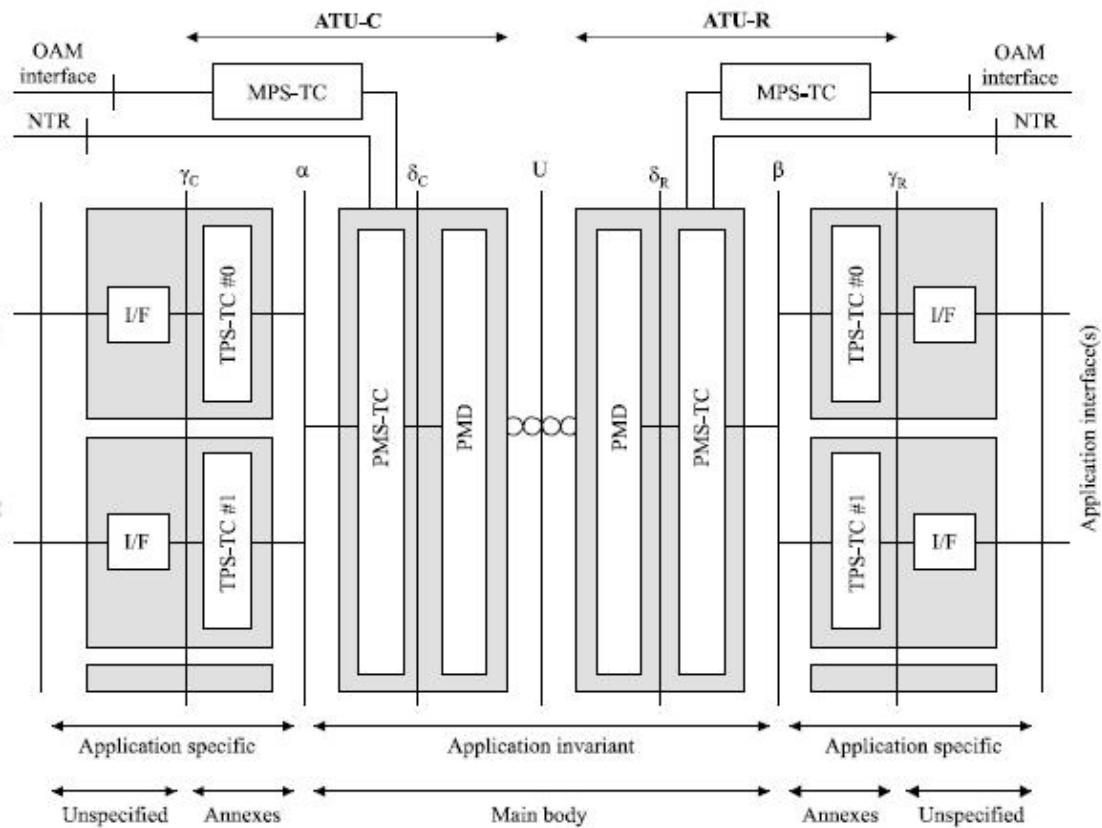
Το **ITU G.992.4** είναι ένα πρότυπο ADSL2 το οποίο δεν χρησιμοποιεί splitter. Επιτυγχάνει ρυθμούς δεδομένων στα 1,536 Mbit/s κατεβάσματος και 512 kbit/s ανεβάσματος.

1.2 Μοντέλα Αναφοράς

Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά μοντέλα τα οποία χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία της ADSL2.

1.2.1 ATU Μοντέλο Λειτουργίας

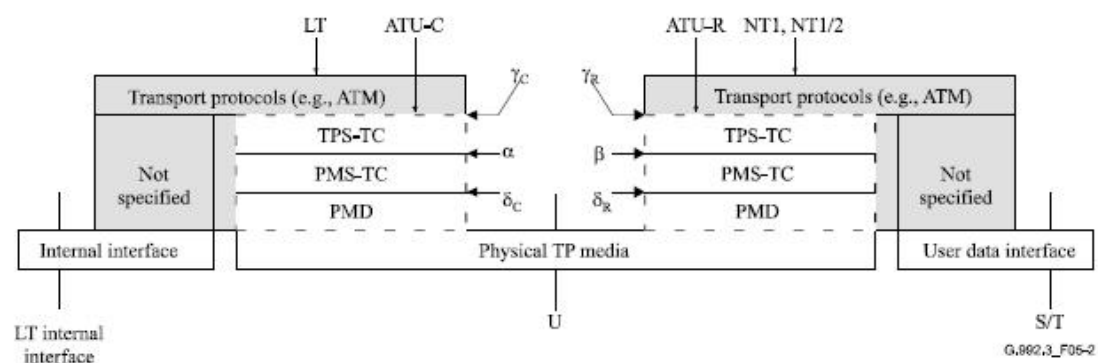
Η παρακάτω εικόνα δείχνει τα λειτουργικά τμήματα και τις διεπαφές ενός ATU-C και ενός ATU-R. Δείχνει την βασικότερη λειτουργία του ATU-R και του ATU-C. Κάθε ATU περιέχει τόσο έναν τομέα ανεξάρτητο από την εφαρμογή και έναν τομέα ο οποίος αναφέρεται αποκλειστικά στην εφαρμογή. Ο πρώτος τομέας αποτελείται από τα επίπεδα PMS-TC και PMD, ενώ ο δεύτερος τομέας περιορίζεται στο επίπεδο TPS-TC. Οι λειτουργίες διαχείρισης οι οποίες ελέγχονται τυπικά από το διαχειριστικό σύστημα του χειριστή (EMS ή NMS), δεν φαίνονται στο παρακάτω σχήμα. Αυτές παρουσιάζονται σε επόμενο σχήμα (εικόνα 3), το οποίο και παρέχει μια υψηλότερου επιπέδου επισκόπηση η οποία περιλαμβάνει την διεπαφή του διαχειριστή.



Εικόνα 1

1.2.2 Το Μοντέλο User Plane Protocol

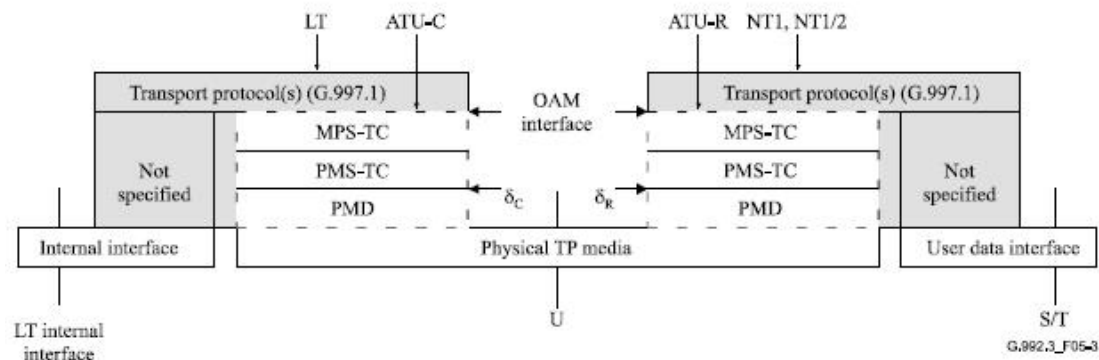
Το μοντέλο User Plane Protocol, το οποίο και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, είναι μια εναλλακτική παρουσίαση των πληροφοριών της εικόνας 1. Με την παρουσίαση της παρακάτω εικόνας δίνεται έμφαση στο ότι το παρόν πρωτόκολλο είναι αυστηρά χωρισμένο σε επίπεδα.



Εικόνα 2

1.2.3 Μοντέλο Αναφοράς Διαχείρισης

Το Μοντέλο Αναφοράς Διαχείρισης φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αυτό το πρωτόκολλο συμπεριλαμβάνεται στην εισαγωγή μας, για να δοθεί έμφαση στις ξεχωριστές λειτουργίες οι οποίες παρέχονται από το MPS-TC και το TPS-TC.



Εικόνα 3

1.2.4 Μοντέλα Εφαρμογών

Τα μοντέλα Εφαρμογών για το G.992.3 βασίζονται πάνω στις γενικές ρυθμίσεις αναφορών οι οποίες περιγράφονται στο 6.1/G.995.1 [B1]. Υπάρχουν τέσσερα ξεχωριστά μοντέλα αναφορών, ένα για κάθε υπηρεσία δεδομένων ADSL. Αυτά είναι: απλή υπηρεσία δεδομένων ADSL, υπηρεσία δεδομένων ADSL με προϋπάρχουσα POTS υπηρεσία, υπηρεσία δεδομένων ADSL με προϋπάρχον ISDN, και υπηρεσία Voice over ADSL.

1.3 Λειτουργία του Transport Protocol Specific Transmission Convergence (TPS-TC)

1.3.1 Δυνατότητες Μεταφορών

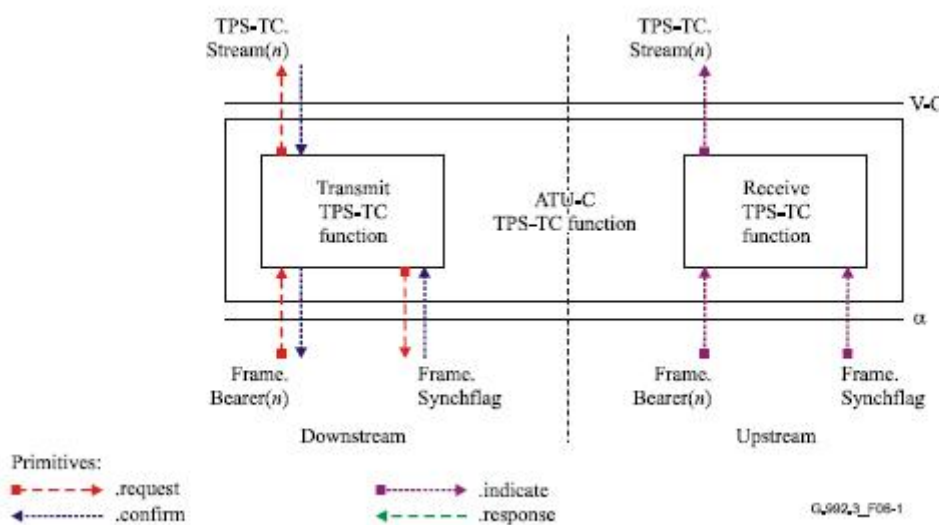
Η παρακάτω αναφορά παρέχει διαδικασίες για την μεταφορά των φορέων πλαισίων παραγωγής και των τεσσάρων αμφίδρομων λειτουργιών της TPS-TC, και σε ανέβασμα και σε κατέβασμα. Για τους σκοπούς αναφοράς και αναγνώρισης, καθεμία από τις TPS-TC λειτουργίες σε ένα ATU ονομάζεται σαν να είχε χαρτογραφηθεί σε έναν συγκεκριμένο φορέα πλαισίων, πχ TPS-TC #0,#1,#2,#3 θα είχαν χαρτογραφηθεί στους φορείς πλαισίων #0,#1,#2,#3 αντίστοιχα. Οι λειτουργίες του TPS-TC μπορεί να διαφέρουν στον τύπο. Αφού καθεμία μια από τις λειτουργίες αποστολής και λήψης έχει χαρτογραφηθεί σε φορέα πλαισίων κατά την διάρκεια της φάσης αρχικοποίησης G.994.1, η μεταφορά των TPS-TC λειτουργιών στους φορείς πλαισίων διεξάγεται από τα «κρυμμένα» επίπεδα PMS-TC και PMD, μέσα από μια σειρά πλαισίων δεδομένων και συμβόλων PMD.

Κάθε λειτουργία λήψης TPS-TC μπορεί να συνδεθεί λογικά σε κάθε λειτουργία αποστολής TPS-TC η οποία υποστηρίζει τον ίδιο τύπο λειτουργίας TPS-TC. Εκτός κι αν έχει οριστεί διαφορετικά, οι παράμετροι ελέγχου των συνδεδεμένων λειτουργιών λήψης και αποστολής διαμορφώνονται με πανομοιότυπες τιμές παραμέτρων ελέγχου κατά την αρχικοποίηση και επαναδιαμόρφωση των ATUs. Οι λειτουργίες λήψης των επιπέδων PMD, PMS-TC και TPS-TC λαμβάνουν τα διάφορα εισερχόμενα σήματα των αντίστοιχων διαδικασιών αποστολής των οποίων τα σήματα έχουν μεταφερθεί κατά μήκος των προαναφερθέντων λειτουργιών του ζεύγους ATU-C, ATU-R.

Σαν στοιχείο επιπέδου διαχείρισης, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες λειτουργίες μεταφοράς οι οποίες παρέχονται από το TPS-TC. Κάθε τύπος TPS-TC ενδέχεται να έχει το δικό του set διαχειριστικών αρχετύπων. Τα διαχειριστικά αρχέτυπα χρησιμοποιούνται με διαφανή τρόπο από τα PMS-TC και MPS-TC.

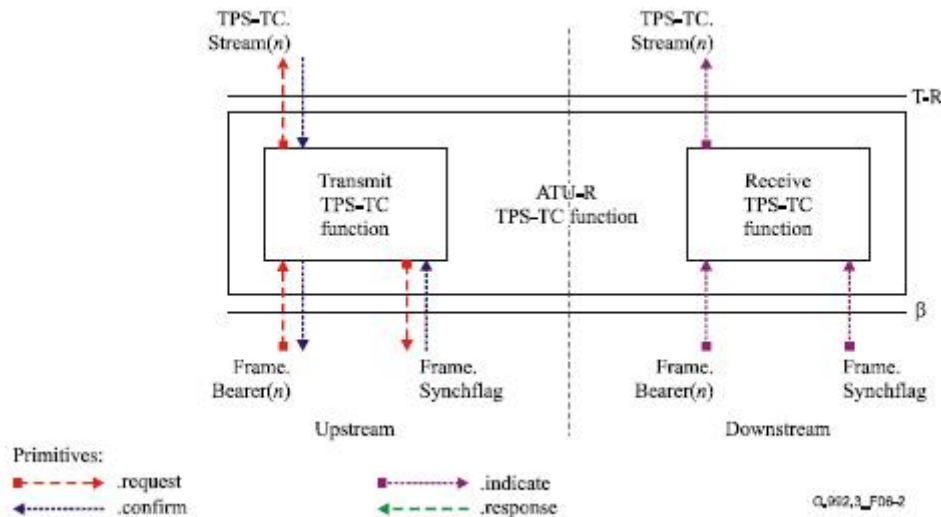
1.3.2 Σήματα Διεπαφής και Αρχέτυπα

Κάθε ATU-C TPS-TC λειτουργία έχει πολλά σήματα διεπαφής όπως φαίνεται την παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 4: Σήματα Διεπαφής της ATU-C TPS-TC

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα σήματα διεπαφής της ATU-R TPS-TC λειτουργίας:



Εικόνα 5: Σήματα Διεπαφής της ATU-R TPS-TC

Τα σήματα τα οποία φαίνονται στις εικόνες 4 και 5 χρησιμοποιούνται για την μεταφορά αρχέτυπων μεταξύ των λειτουργιών αυτού του Recommendation. Τα αρχέτυπα έχουν ως σκοπό μονάχα το να προσδιορίσουν με σαφήνεια τις συγκεκριμένες λειτουργίες και να εξασφαλίσουν την διαλειτουργικότητα.

Τα αρχέτυπα τα οποία χρησιμοποιούνται μεταξύ υψηλότερου επιπέδου λειτουργιών και της TPS-TC εξαρτώνται από τον τύπο της.

1.3.3 Παράμετροι Ελέγχου

Οι Παράμετροι Ελέγχου περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα:

Parameter	Definition
N_{BC}	The number of enabled TPS-TC functions and the number of enabled frame bearers. The TPS-TC functions and frame bearers are labelled #0, #1, #2 and #3. N_{BC} is the number of non-zero values in the $\{type_0, type_1, type_2, type_3\}$ set. The value may be different for the ATU-C and the ATU-R.
$type_n$	The TPS-TC type mapped to frame bearer #n ($n = 0$ to 3). The TPS-TC type shall be set to a value described in Annex K. The $type_n$ value of zero shall be used to disable TPS-TC function # n and frame bearer # n.
$maxtype_n$	The maximum number of TPS-TC functions of type n supported.

Πίνακας 1: Παράμετροι Ελέγχου

Οι τιμές όλων των παραμέτρων ελέγχου, οι οποίοι αναφέρονται στον πίνακα 1, ορίζονται κατά την φάση αρχικοποίηση (όπως αυτή περιγράφεται στο G.994.1) σε εναρμόνηση με τις κοινές δυνατότητες των συσκευών ATU. Η δυνατότητα υποστήριξης αυτών των παραμέτρων ελέγχου από το κάθε ATU στην κάθε κατεύθυνση επίσης μπορεί να μεταβληθεί κατά την διάρκεια της φάση αρχικοποίησης, όπως θα περιγραφεί παρακάτω.

1.3.3.1 Έγκυρες Διαμορφώσεις

Ένα ATU μπορεί να υποστηρίξει μέχρι και τέσσερις ταυτόχρονες λειτουργίες TPS-TC προς κάθε κατεύθυνση. Η Παράμετρος Ελέγχου N_{BC} έχει εύρος τιμών 1 έως 4. Οι έγκυρες τιμές της $type_n$ διαφέρουν κατά περίπτωση ή είναι ίση με 0. Όλες οι άλλες τιμές δεσμεύονται για χρήση από

το ITU-T. Εάν η παράμετρος τεθεί σε μη-μηδενική τιμή για ανέβασμα και κατέβασμα, τότε θα χει την ίδια τιμή και για τα δυο. Ένα ATU θα υποστηρίζει την χαρτογράφηση όλων των υποστηριζόμενων TPS-TC τύπων σε όλους τους υποστηριζόμενους φορείς πακέτων. Η έγκυρη ονοματοδοσία των υποστηριζόμενων φορέων πακέτων αρχίζει από το 0 και αυξάνεται με βήμα 1. Έτσι υπάρχουν μόνο τέσσερις περιπτώσεις: {0}, {0, 1}, {0, 1, 2}, ή {0, 1, 2, 3}.

1.3.3.2 Υποχρεωτικές Διαμορφώσεις

Ένα ATU θα υποστηρίζει τουλάχιστον ένα συνδυασμό TPS-TC και φορέα πακέτου σε κάθε κατεύθυνση.

1.3.4 Διαδικασίες Επιπέδου Δεδομένων

Κάθε λειτουργία TPS-TC θα παρέχει διαδικασίες μετάδοσης επιπέδου δεδομένων, οι οποίες τερματίζουν με την διεκδίκηση των αρχετύπων μετάδοσης PMS-TC. Αυτές οι διαδικασίες είναι κατά τα άλλα διαφανείς στην PMS-TC.

1.3.5 Διαδικασίες Επιπέδου Διαχείρισης

Κάθε TPS-TC λειτουργία μπορεί να παρέχει τοπικά αρχέτυπα διαχείρισης. Μέχρι και δυο από αυτά τα αρχέτυπα μπορούν να μεταφερθούν στο άλλο άκρο χρησιμοποιώντας την PMS-TC λειτουργία. Αυτές μεταφέρονται με τρόπο ώστε να παρέχεται διαφάνεια στην PMS-TC. Κάθε λειτουργία μπορεί επίσης να παρέχει επιπροσθέτως τοπική επεξεργασία των αρχετύπων όπως αναφέρεται στο ITU-T

Rec. G.997.1. Τα αποτελέσματα της τοπικής επεξεργασίας γίνονται διαθέσιμα μέσα από ειδικές εντολές διαχείρισης του MPS-TC.

1.3.6 Διαδικασία Αρχικοποίησης

Οι λειτουργίες του TPS-TC διαμόρφωνται πλήρως πριν την αρχικοποίηση των λειτουργιών PMS-TC και PMD, ή διαμορφώνονται κατ'όπιν της αρχικοποίησης τους, με τρόπο ο οποίος όμως δεν είναι στα πλαίσια της παρούσης εργασίας. Η διαμόρφωση πριν την αρχικοποίηση πραγματοποιείται μέσα από ένα G.994.1 MS μήνυμα. Πληροφορίες μπορούν να ανταλλαχθούν πριν την επιλογή τρόπου λειτουργίας, ώστε να επιβεβαιώνονται οι δυνατότητες, χρησιμοποιώντας μηνύματα G.994.1 CL ή CLR. Οι περισσότερες από τις πληροφορίες που μεταδίδονται μέσα από G.994.1 μηνύματα είναι ανεξάρτητες από τον τύπο TPS-TC.

1.3.6.1 Φάση G.994.1

Τα μηνύματα CL και CLR θα περιγράφουν δυνατότητες των ATU-C και ATU-R αντίστοιχα και μπορούν να περιοριστούν από απαιτήσεις εφαρμογών, υπηρεσιών και επιλογές υλοποίησης. Κατά συνέπεια, οι δυνατότητες οι οποίες παρέχονται από τα CL και CLR μηνύματα είναι οι ενεργοποιημένες δυνατότητες οι οποίες μπορεί να είναι ίσες ή μια υποομάδα του σετ δυνατοτήτων των ATU-C και ATU-R αντίστοιχα. Σε κάθε περίπτωση το μήνυμα MS (και όλα τα επακόλουθα μηνύματα αρχικοποίησης) αντιστοιχεί σε όλους τους περιορισμούς δυνατοτήτων οι οποίοι αναφέρονται στα CL και CLR μηνύματα.

1.3.6.2 G.994.1 Μήνυμα Λίστας Δυνατοτήτων

Η παρακάτω πληροφορία σχετικά με την λειτουργία TPS-TC θα μεταδοθεί μέσα από το ITU-T Rec. G.994.1 σαν τμήμα των CL και CLR μηνυμάτων. Επιπρόσθετες πληροφορίες

σχετικά με κάθε TPS-TC λειτουργία θα τακτοποιούνται σε μπλοκς πληροφοριών με διαδικασία που δεν μας αφορά στην παρούσα φάση.

Αυτή η πληροφορία μπορεί κατ' επιλογή να ζητηθεί και να αναφερθεί μέσα από τα μηνύματα CL και CLR στην αρχή κάθε συνεδρίας. Όμως, οι πληροφορίες θα ανταλλαχθούν τουλάχιστον μια φορά μεταξύ του ATU-C και του ATU-R πριν από την ενεργοποίηση μιας TPS-TC λειτουργίας, αλλά όχι απαραίτητα στην αρχή της κάθε συνεδρίας. Η πληροφορία που ανταλλάσσεται περιλαμβάνει:

- Υποστηριζόμενους συνδυασμούς φορέων πακέτων ανάκτησης και τύπων TPS-TC.
- Υποστηριζόμενους συνδυασμούς φορέων πακέτων ανεβάσματος και τύπων TPS
- Υποστηριζόμενους αριθμούς TPS-TC λειτουργιών του type_n

Ένα ATU θα παρέχει τόσο τις πληροφορίες ανεβάσματος όσο και ανάκτησης σε CL και CLR μηνύματα.

Spar(2) bits	Definition of Npar(3) bits
Maxtype Upstream	Parameter block of 2 octets that describes the <i>maxtype</i> values for upstream, using an unsigned 3-bit value in the 0 to 4 range for each of the TPS-TC types 1 (STM), 2 (ATM) and 3 (PTM).
Maxtype Downstream	Parameter block of 2 octets that describes the <i>maxtype</i> values for downstream, using an unsigned 3-bit value in the 0 to 4 range for each of the TPS-TC types 1 (STM), 2 (ATM) and 3 (PTM).

Πίνακας 2: Γενικοί κανόνες για δυνατότητες TPS-TC

1.3.6.3 G.994.1 Μήνυμα Επιλογής Τρόπου Λειτουργίας

Οι παρακάτω παράμετροι ελέγχου της λειτουργίας TPS-TC θα πρέπει να διαμορφωθούν μέσα από το ITU-T Rec. G.994.1 ως τμήμα του μηνύματος MS. Επιρόσθετες παράμετροι ελέγχου κατάλληλες για κάθε τύπο TPS-TC θα πρέπει να οργανωθούν σε μπλοκ πληροφοριών. Αυτή η πληροφορία θα πρέπει να επιλεγεί πριν την αρχικοποίηση PMD και TPS-TC. Η πληροφορία περιλαμβάνει:

- Χαρτογραφημένους συνδυασμούς φορέων πακέτων κατεβάσματος και TPS-TC τύπων.
- Χαρτογραφημένους συνδυασμούς φορέων πακέτων ανεβάσματος και TPS-TC τύπων.

Η πληροφορία MaxType δεν περιλαμβάνεται σε ένα μήνυμα MS. Το Spar(2) τίθεται στο 0. Αυτή η διαμόρφωση του TPS-TC αναπαρίσταται χρησιμοποιώντας ένα G.994.1 δένδρικό μοντέλο της πληροφορίας. Ένα ATU παρέχει τόσο τα δέντρα ανεβάσματος όσο και τα δέντρα ανεβάσματος σε ένα MS μήνυμα.

1.4 Λειτουργία του Physical Media Specific Transmission Convergence (PMS-TC)

1.4.1 Δυνατότητες Μεταφορών

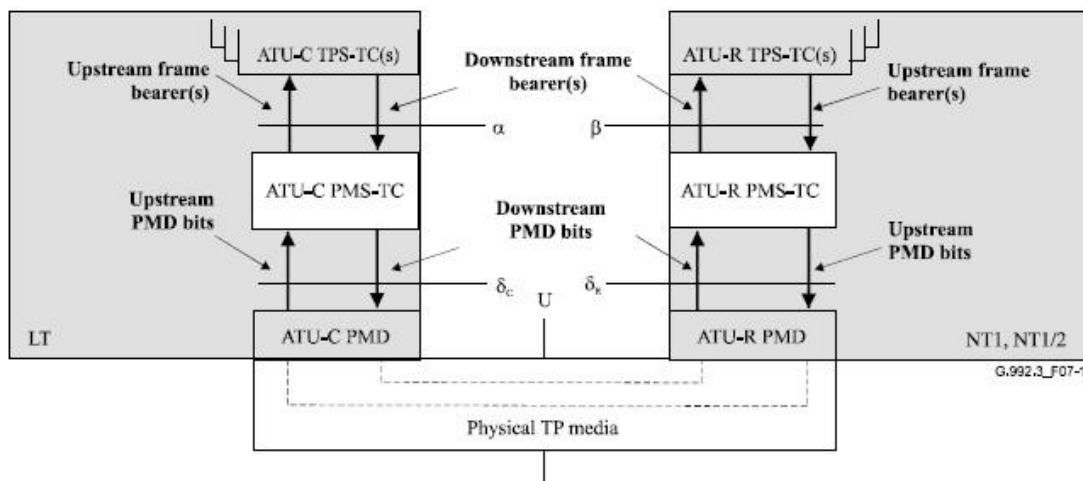
Ο κύριος σκοπός των ATU PMS-TC λειτουργιών είναι να παρέχουν πολυπλεξία και μεταφορά πολλών καναλιών πληροφοριών. Η λειτουργία του ATU PMS-TC παρέχει διαδικασίες για την πολύπλεξη και την μεταφορά:

- Έναν έως τέσσερις φορείς πακέτου σε ανέβασμα και κατέβασμα.

- Σήμα NTR από το ATU-C στο ATU-R, και
- Ένα κανάλι δυο κατευθύνσεων για την υποστήριξη MPS-TC λειτουργιών κάθε ATU.

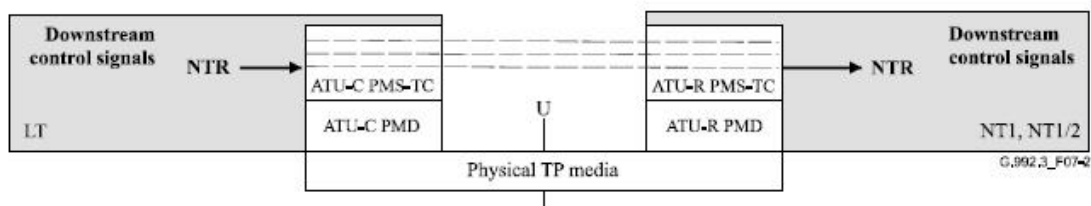
Αφού οι λειτουργίες μεταφοράς της PMS-TC έχουν εφαρμοστεί, η μεταφορά των πακέτων φορέων σε μια PMS-TC λειτουργία λήψης, εκτελείται από ένα ζεύγος PMD λειτουργιών μέσα από κάποια PMD σύμβολα. Οι δυνατότητες μεταφοράς της PMS-TC λειτουργίας καθορίζονται από μια σειρά παραμέτρων ελέγχου, όπως θα αναλυθεί και παρακάτω, για να παρέχονται κατάλληλοι ρυθμοί δεδομένων για εφαρμογή και χαρακτηριστικά για το κάθε πακέτο φορέα. Οι τιμές των παραμέτρων ελέγχου θέτονται κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης ή του επανακαθορισμού του ATU.

Η λειτουργία λήψης PMS-TC του ATU ανακτά τα διάφορα εισερχόμενα σήματα για την αντίστοιχη λειτουργία μετάδοσης PMS-TC, τα οποία έχουν μεταφερθεί κατά μήκος του PMS-TC και των PMD λειτουργιών ενός ζεύγους ATU-C ATU-R. Η λειτουργία μετάδοσης PMS-TC αποδέχεται εισερχόμενα σήματα από το χώρο δεδομένων και τον χώρο ελέγχου. Σαν ένα στοιχείο του χώρου δεδομένων η λειτουργία μετάδοσης PMS-TC αποδέχεται έναν έως τέσσερις εισερχόμενους πακετοφορείς από τις TPS-TC λειτουργίες. Όλα τα σήματα αποστολής του χώρου δεδομένων συγχρονίζονται στα τοπικά PMD ρολόγια μετάδοσης. Αυτά τα εισερχόμενα μεταφέρονται στην διεπαφή της λειτουργίας λήψης PMS-TC, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Τα όρια μιας οκτάδας στους πακετοφορείς και η θέση των περισσότερων σημαντικών bit διατηρούνται από την διεπαφή εισερχομένων της PMS-TC λειτουργίας προς την διεπαφή εξερχομένων της λειτουργίας λήψης της PMS-TC.



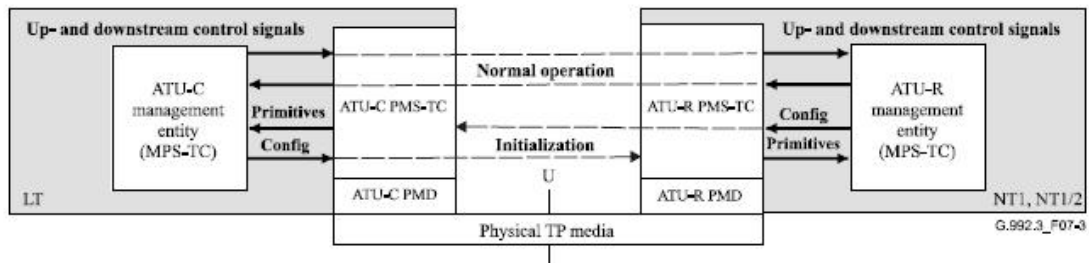
Εικόνα 6: Δυνατότητες Μεταφοράς της PMS-TC στον χώρο χρήστη

Σαν ένα στοιχείο του χώρου ελέγχου, το ζεύγος λειτουργιών PMS-TC μεταφέρει το σήμα χρονισμού NTR από το ATU-C στο ATU-R. Η διαδικασία αυτή φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 7: Δυνατότητες Μεταφοράς PMS-TC στον χώρο ελέγχου

Σαν ένα στοιχείο του χώρου διαχείρισης, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες λειτουργίες μεταφοράς οι οποίες να παρέχονται από την PMS-TC λειτουργία. Παρόλα αυτά, η PMS-TC λειτουργία παρέχει χαμηλού επιπέδου ενδείξεις διαχείρισης στη λειτουργία MPS-TC μέσα στο ATU, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 8: Δυνατότητες Μεταφοράς PMS-TC στον χώρο διαχείρισης

1.4.2 Επιπρόσθετες Λειτουργίες

Συμπληρωματικά στην λειτουργικότητα μεταφοράς, η λειτουργία μεταφοράς PMS-TC επίσης παρέχει διαδικασίες για:

- Κρυπτοφώνηση (scrambler)
- Εισαγωγή ελέγχου redundancy για βασισμένες σε Reed Solomon διορθώσεις εμπρόσθιου λαθους
- Εισαγωγή ελέγχου αθροίσματος για εντοπισμό λαθών σε blocks και
- Παρεμβολή συμπληρωματικών data frames για την μετάδοση του αποτελέσματος των impulsive impairments στην διεπαφή U.

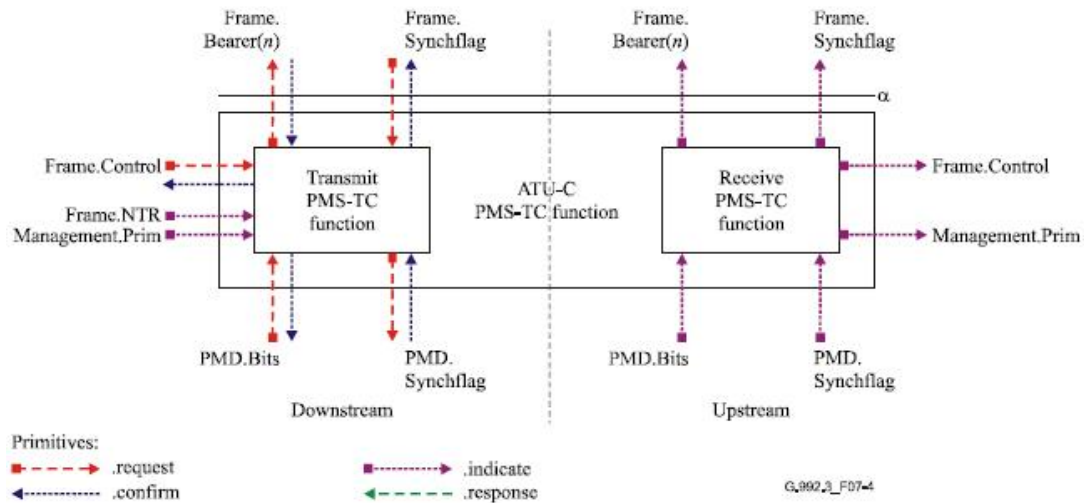
Αυτές οι λειτουργίες διαμορφώνονται από έναν αριθμό παραμέτρων ελέγχου που περιγράφονται παρακάτω, ώστε να παρέχουν κατάλληλη προστασία FEC, χρόνο απόκρισης και απροσβλητότητα από θόρυβο για κάθε πακετοφορέα. Οι τιμές των παραμέτρων ελέγχου τίθενται κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης ή της επαναδιαμόρφωσης του ATU. Η λειτουργία λήψης PMS-TC αναστρέφει κάθε μια από τις αναφερόμενες διαδικασίες έτσι ώστε η μεταφερόμενη πληροφορία να μπορεί να ανακτηθεί. Επιπροσθέτως, η διαδικασία λήψης PMS-TC παρέχει χαμηλού επιπέδου έλεγχο, ο οποίος σχετίζεται με κάποιες από αυτές τις λειτουργίες.

1.4.3 Σήματα και αρχέτυπα διεπαφής Block

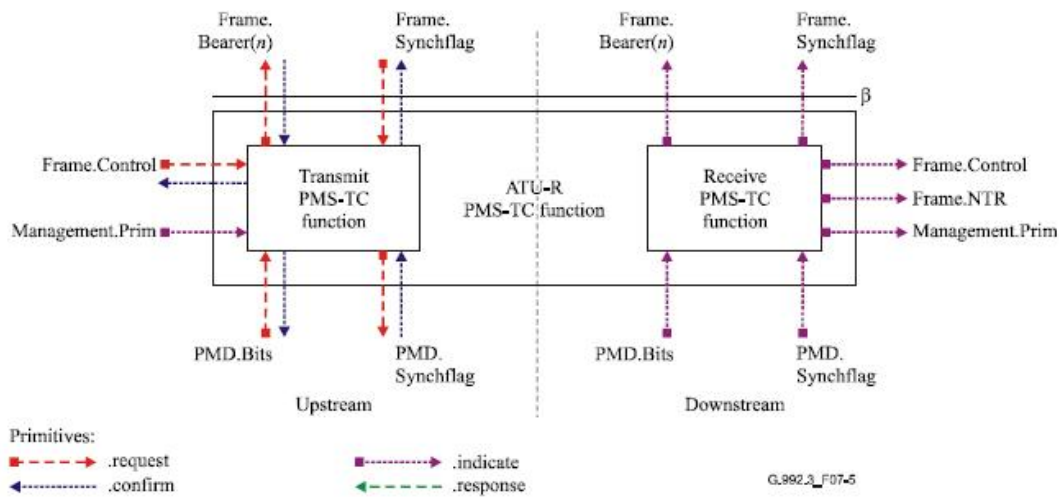
Η λειτουργία PMS-TC του ATU-C έχει πολλά σήματα διεπαφής, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Το κάθε σήμα αποτελείται από ένα ή περισσότερα αρχέτυπα, όπως φαίνεται από τα κατευθυντήρια βέλη. Ο τύπος αρχέτυπου ο οποίος συνδέεται με κάθε βέλος, φαίνεται στη λεζάντα του πίνακα.

Το διάγραμμα διαιρείται από μια διακεκομμένη γραμμή για τον διαχωρισμό της λειτουργίας κατεβασματος και των σημάτων από το ανέβασμα. Τα σήματα τα οποία φαίνονται στο πάνω

άκρο μεταφέρουν αρχέτυπα, προς ή από την TPS-TC λειτουργία. Τα Σήματα τα οποία φαίνονται στο κάτω μέρος μεταφέρουν αρχέτυπα από και προς την PMD λειτουργία. Τα σήματα δεξιά και αριστερά μεταφέρουν αρχέτυπα στο εσωτερικό του ATU-C. Η Λειτουργία PMS-TC του ATU-R έχει παρόμοια σήματα διεπαφής, όπως φαίνεται στην δεύτερη εικόνα. Σε αυτή την εικόνα, οι ταμπέλες των δυο κατευθύνσεων είναι αντίστροφες από την προηγούμενη. Επίσης, το NTR σήμα μεταφέρεται σαν έξοδος από την λειτουργία λήψης PMS-TC στο ATU-R.



Εικόνα 9: Σήματα της λειτουργίας PMS-TC του ATU-C



Εικόνα 10: Σήματα της λειτουργίας PMS-TC του ATU-R

Τα σήματα που φαίνονται στους παραπάνω πίνακες χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν αρχέτυπα μεταξύ των λειτουργιών. Τα αρχέτυπα προορίζονται μόνο για σκοπούς διασαφήνισης της λειτουργίας, ώστε να εξασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα. Τα αρχέτυπα τα οποία χρησιμοποιούνται μεταξύ της TPS-TC λειτουργίας και της PMS-TC λειτουργίας περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα. Τα αρχέτυπα υποστηρίζουν την ανταλλαγή δεδομένων φορέων και την διαχείριση ροής δεδομένων ώστε να ταιριάζουν με τους παραμέτρους ελέγχου της PMS-TC. Επίσης υποστηρίζουν συγχρονισμένη on-line επαναδιαμόρφωση των ATU-C και ATU-R.

Τα αρχέτυπα για την μεταφορά και τον έλεγχο μηνυμάτων διαμέσου του μοιρασμένου καναλιού, περιγράφονται στον δεύτερο πίνακα. Αυτά τα αρχέτυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από PMD, TPS-TC και άλλες λειτουργίες του ATU. Αυτά τα αρχέτυπα υποστηρίζουν την μεταφορά μηνυμάτων ελέγχου και bits και την διαχείριση ροής δεδομένων ώστε να ταιριάζουν με την διαμόρφωση του καναλιού PMS-TC. Ένα ανένταχτο αρχέτυπο για την μεταφορά του NTR από την PMS-TC λειτουργία κατά μήκος του διαμοιρασμένου καναλιού περιγράφεται στον 3^ο πίνακα. Τα αρχέτυπα τα οποία χρησιμοποιούνται για την σηματοδότηση αρχετύπων συντήρησης περιγράφονται στον πίνακα 4.

Signal	Primitive	Description
Frame.Bearer(<i>n</i>)	.request	This primitive is used by the transmit PMS-TC function to request one or more octets from the transmit TPS-TC function to be transported. By the interaction of the request and confirm, the data flow is matched to the PMS-TC configuration (and underlying functions). Primitives are labelled <i>n</i> = 0 to 3 corresponding to frame bearer #0 to #3.
	.confirm	The transmit TPS-TC function passes one or more octets to the PMS-TC function to be transported with this primitive. Upon receipt of octets with this primitive, the PMS-TC function shall perform the Mux Data Frame Selector procedure in 7.7.1.1.
	.indicate	The receive PMS-TC function passes one or more octets to the TPS-TC function that has been transported with this primitive.
Frame.Synchflag	.request	The transmit TPS-TC function passes requests to the PMS-TC function to cause the PMS-TC to relay a PMD.Synchflag request to the PMD layer. This Frame.Synchflag primitive is used to coordinate various reconfigurations of the TPS-TC function pairs.
	.confirm	This primitive is used by the transmit PMS-TC function to confirm receipt of a Frame.Synchflag.request primitive. By the interaction of the request and confirm, the transmit TPS-TC function is notified that a PMD.Synchflag.confirm primitive has been received by the PMS-TC function. In particular, any Frame.Bearer(<i>n</i>).request primitives that have not yet been confirmed upon receipt of the Frame.Synchflag.confirm primitive are known to be passed to the transmit PMD function after the PMD.Synchflag.confirm primitive.
	.indicate	The receive PMS-TC function makes use of this primitive to indicate to the TPS-TC function that a PMD.Synchflag.confirm primitive has been received by the PMS-TC function. Any indications already received by the TPS-TC function are known to have been passed from the receive PMD function prior to the PMD.Synchflag.confirm primitive.

Πίνακας 3: Αρχέτυπα Σήματα για την επικοινωνία μεταξύ PMS-TC και TPS-TC

Signal	Primitive	Description
Frame.Control	.request	The MPS-TC function uses this primitive to pass one entire control message for transport to the transmit PMS-TC function. Upon receipt of a message, the PMS-TC function shall begin the Transmitter Protocol procedure in 7.8.2.4.1.
	.confirm	This primitive is used by the transmit PMS-TC function to confirm receipt of a Frame.Control.request primitive. By the interworking of the request and confirm, the data flow is synchronized to the rate that can be accommodated by the overhead rate of the PMS-TC functions.
	.indicate	The receive PMS-TC function uses this primitive to pass a single control messages or indications that are received to the MPS-TC function.

Πίνακας 4: Αρχέτυπα Σηματοδότησης για την μεταφορά μηνυμάτων ελέγχου πάνω από ζεύγος PMS-TC λειτουργιών

Signal	Primitive	Description
Frame.NTR	.indicate	This primitive is used to convey the current phase of the NTR signal to the transmit PMS-TC function. Upon receipt of this primitive, the PMS TC transmit function shall execute the NTR Transport procedure in 7.8.1. At the ATU-R, this primitive is passed by the receive PMS-TC function.

Πίνακας 5: Αρχέτυπα Σηματοδότησης για την μεταφορά πληροφορίας NTR πάνω από ένα ζεύγος PMS-TC λειτουργιών

Signal	Primitive	Description
Management.Prim	.indicate	This primitive is used by various local functions within the ATU to pass management anomalies, defects and parameters to the transmit MPS-TC function. Upon receipt of this primitive, the transmit PMS-TC function shall execute the Indicator Bits procedure in 7.8.2.2. This primitive is used by the receive PMS-TC function to signal a number of anomaly supervisory primitives to the MPS-TC function.

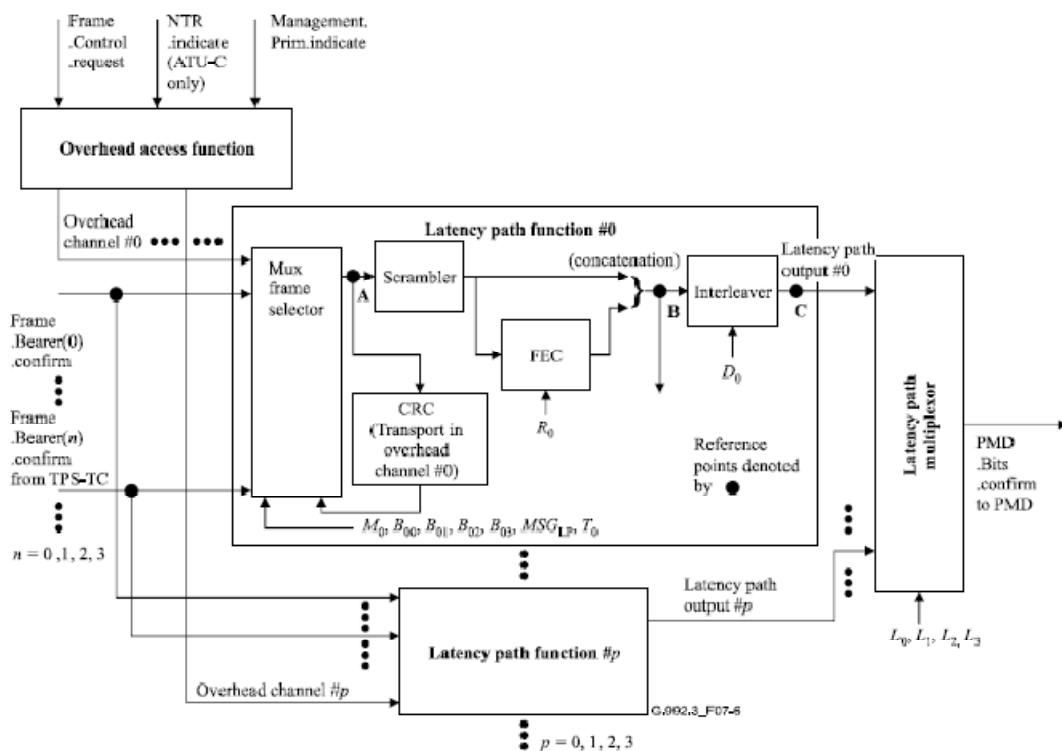
Πίνακας 6: Αρχέτυπα Σηματοδότησης για την μεταφορά ενδείξεων διατήρησης στην τοπική «οντότητα» διατήρησης

1.4.4 Διάγραμμα Block και σήματα εσωτερικής αναφοράς

Η παρακάτω εικόνα αναπαριστά τις διεργασίες μέσα σε μια λειτουργία μετάδοσης PMS-TC η οποία υποστηρίζει Nbc πακετοφορείς (όπου $1 \leq Nbc \leq 4$). Αυτοί οι πακετοφορείς φαίνονται στο αριστερό άκρο της παρακάτω εικόνας. Μέσα στην διαδικασία μετάδοσης PMS-TC υπάρχουν μια έως τέσσερις λειτουργίες latency path, οι οποίες αποδέχονται είσοδο από κανένα, ένα ή περισσότερους πακετοφορείς.

Μέσα σε κάθε latency path, υπάρχουν τρία σημεία αναφοράς A,B και C. Τα σήματα εξόδου από καθε latency path που λειτουργούν στο σημείο αναφοράς C συνδυάζονται με μια επιπλέον πολύπλεξη ώστε να σχηματίσουν τα bits PMD, τα οποία φαίνονται στο δεξί άκρο της εικόνας.

Τα σήματα ελέγχου εισόδου φαίνονται στο πάνω μέρος της εικόνας. Αυτά κωδικοποιούνται στο διαμοιρασμένο κανάλι έτσι ώστε ένα byte να αναφέρεται σε κάθε μια από τις λειτουργίες του latency path. Αυτά τα bytes συγχρονισμού συνδυάζονται με δεδομένα πακετοφορέων μέσα στην λειτουργία του latency path, στο σημείο αναφοράς Α.



Εικόνα 11: Διάγραμμα block της λειτουργίας αποστολής PMS-TC

Εξαιτίας των διάφορων λειτουργιών οι οποίες απεικονίζονται στην παραπάνω εικόνα, τα δεδομένα μέσα στην λειτουργία μετάδοσης PMS-TC έχουν διαφορετική δομή ομαδοποίησης καθώς μετακινείται από πακετοφορείς σε bits PMD. Τα σημεία αναφοράς καθορίζονται μέσα στο διάγραμμα block ώστε να βοηθηθεί η απεικόνιση αυτής της δομής. Αυτά τα σημεία αναφοράς χρησιμοποιούνται μόνο για λόγους σαφήνειας. Τα σημεία αναφοράς με τα οποία οι PMS-TC διαδικασίες περιγράφονται φαίνονται στην παραπάνω εικόνα και στον παρακάτω πίνακα. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι όλα τα όρια οκτάδων και οι θέσεις των πιο σημαντικών bits στους πακετοφορείς θα διατηρηθούν σε κάθε σημείο αναφοράς του πίνακα.

Reference point	Definition
A: Mux Data Frame	The data within a latency path function after the sync octet has been added.
B: FEC Data Frame	The data within a latency path function after the output of the FEC redundancy octets are merged with scrambled data.
C: Interleaved FEC Data Frame	The data and redundancy octets that have been interleaved. This is the output signal of a latency path function.

Πίνακας 7: Σημεία εσωτερικής αναφοράς της λειτουργίας PMS-TC

1.4.5 Παράμετροι Ελέγχου

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι παράμετροι ελέγχου οι οποίοι ελέγχουν την διαμόρφωση της λειτουργίας PMS-TC.

Parameter	Definition
MSG_{min}	The minimum rate of the message-based overhead that shall be maintained by the ATU. MSG_{min} is expressed in bits per second.
MSG_{max}	The maximum rate of the message-based overhead that shall be allowed by the ATU. MSG_{max} is expressed in bits per second.
N_{BC}	See Table 6-1. This is a TPS-TC configuration parameter repeated here for clarity.
N_{LP}	The number of latency paths enabled to transport frame bearers and overhead. The latency path functions are labelled #0, #1, #2 and #3.
MSG_{LP}	The label of the latency path used to transport the message-based overhead information.
MSG_C	The number of octets in the message-based portion of the overhead structure.
$B_{p,n}$	The nominal number of octets from frame bearer # n per Mux Data Frame at Reference Point A in latency path function # p . When T_p is not set to 1 and n is the lowest index of the frame bearers assigned to latency path # p , the number of octets from the frame bearer # n in the latency path function # p varies between $B_{p,n}$ and $B_{p,n} + 1$.
M_p	The number of Mux Data Frames per FEC Data Frame in latency path function # p .
T_p	The ratio of the number of Mux Data Frames to the number of sync octets in the latency path function # p . A sync octet is inserted with every T_p -th Mux Data Frame. When T_p is not set to one, an extra frame bearer octet is carried whenever a sync octet is not inserted.
R_p	The number of RS redundancy octets per codeword in latency path function # p . This is also the number of redundancy octet per FEC Data Frame in the latency path function # p .
D_p	The interleaving depth in the latency path function # p .
L_p	The number of bits from the latency path function # p included per PMD.Bits.confirm primitive.

Πίνακας 8: Παράμετροι Ελέγχου

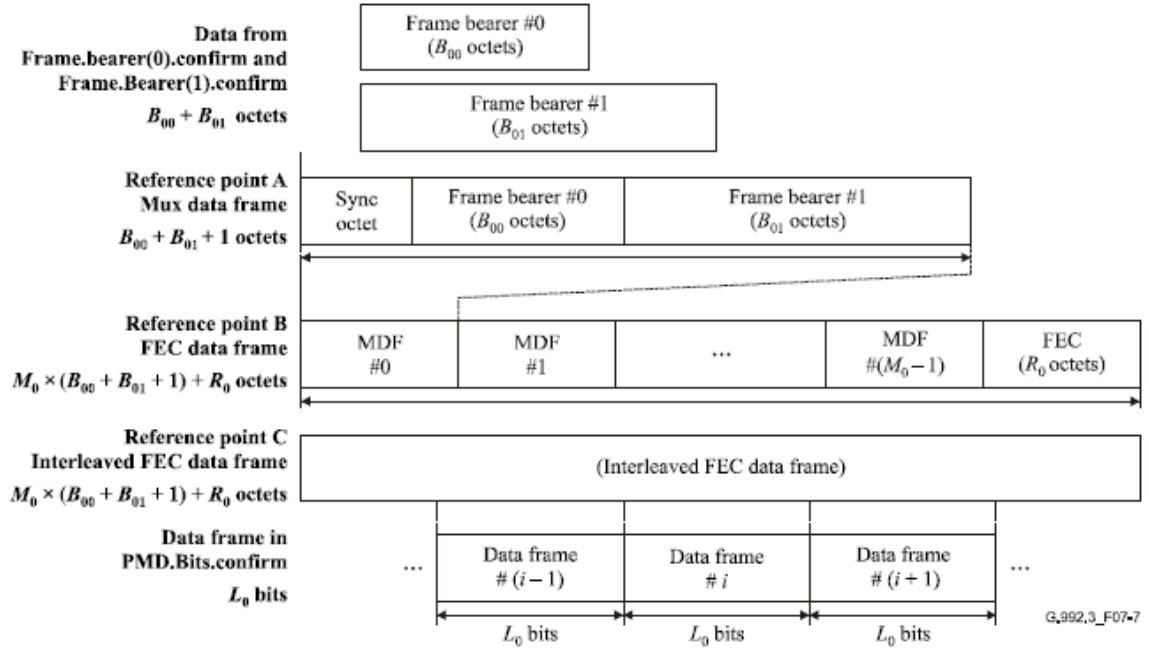
Οι πρώτες δυο παράμετροι ελέγχου στον παραπάνω πίνακα φανερώσουν περιορισμούς διαρκείας πάνω στην εκτέλεση της PMS-TC λειτουργίας, οι οποίες ισχύουν κατά την διάρκεια όλων των διαδικασιών αρχικοποίησης και επαναδιαμόρφωσης. Οι τιμές αυτών των παραμέτρων ελέγχου θα τεθούν κατά την διάρκεια της φάσης αρχικοποίησης, κατά την απαίτηση των ATU συσκευών. Οι απαιτήσεις αυτών των παραμέτρων ελέγχου για κάθε ATU προς κάθε κατεύθυνση μπορούν επίσης να ανταλλαχθούν κατά την διάρκεια της φάσης αρχικοποίησης. Οι υπόλοιπες παράμετροι ελέγχου καθορίζουν τις συγκεκριμένες παραμέτρους οι οποίες ελέγχουν τις διαδικασίες PMS-TC, και οι οποίες περιγράφονται εδώ. Οι τιμές αυτών των παραμέτρων ελέγχου τίθενται κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης του PMD σύμφωνα με τις δυνατότητες του κάθε ATU και τις απαιτήσεις των ανώτερων στρωμάτων τους.

Επιπροσθέτως, μερικές από τις παραμέτρους ελέγχου στον παραπάνω πίνακα μπορούν να τροποποιηθούν κατά την διάρκεια της on-line διαδικασίας επαναδιαμόρφωσης.

1.4.6 Δομή Frame (Πακέτου)

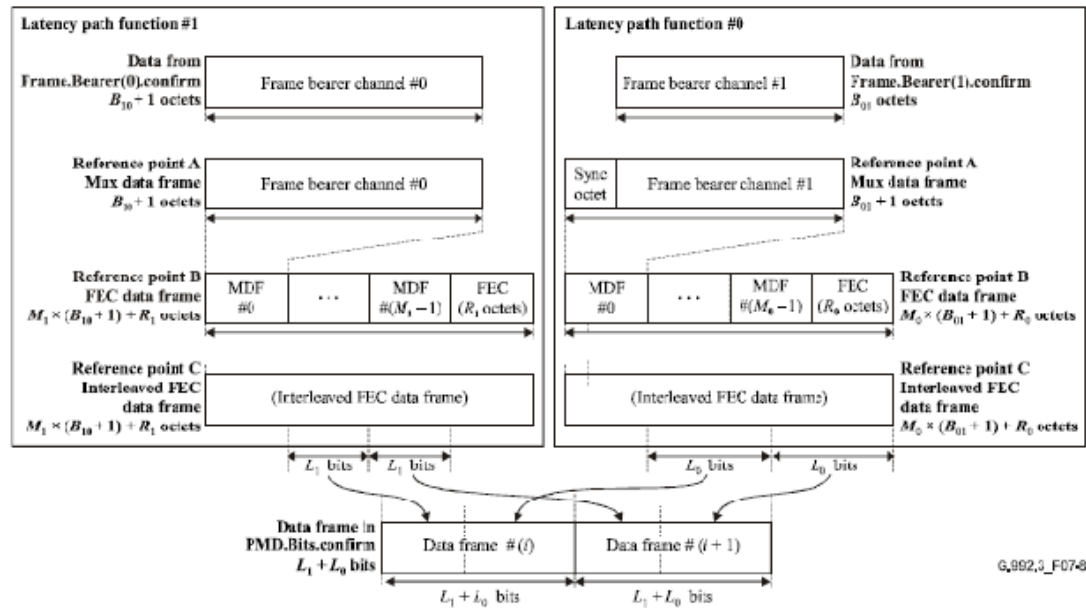
Τα διάφορα δεδομένα που μεταφέρονται μπορούν να ανατεθούν σε πολλαπλές δομικές ομάδες καθώς μεταφέρονται μέσα από την λειτουργία μετάδοσης PMS-TC. Αυτά σχηματίζουν την δομή ενός πακέτου. Η δομή πακέτου καθορίζεται για λόγους σαφήνειας και οι πραγματικές ομαδοποιήσεις μέσα σε κάποια ATU υλοποίηση μπορεί να διαφέρουν.

Η δομή ενός πακέτου ATU για κάθε περίπτωση δυο πακετοφορέων, οι οποίοι μεταφέρονται πάνω από ένα latency path ($NBC = 2, NLP = 1, Tr = 1$) φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Η εικόνα αυτή δείχνει την δομή πακέτου και τις ομαδοποιήσεις δεδομένων στην αρχή της διαδικασίας PMS-TC, σε κάθε ένα από τα σημεία αναφοράς A, B και C, της λειτουργίας #0 του latency path, και στο τέλος της διαδικασίας PMS-TC.



Εικόνα 12: Δομή πακέτου

Σαν περαιτέρω απεικόνιση, η εικόνα 13 αναπαριστά την δομή πακέτου όταν η λειτουργία PMS-TC διαμορφώνεται για την υποστήριξη δυο πακετοφορέων με δυο latency paths ($NBC = 2, NLP = 2, B_{00} = 0, B_{11} = 0$). Τα MSG_{LP} και T_0 τίθενται στο 1. Η εικόνα παρουσιάζει τις λειτουργίες της PMS-TC για ένα MDF το οποίο δεν περιλαμβάνει την οκτάδα συγχρονισμού του δευτερου χρόνου απόκρισης, υποθέτοντας ότι το T_1 είναι διάφορο του 1 για αυτό το παράδειγμα και ο τρέχων επιλογέας-μετρητής πακέτων δεδομένων σε modulo Tr δεν είναι ίσο με 0.



Εικόνα 13: Απεικόνιση Δομής πακέτου με διπλό latency και διπλούς φορείς

1.4.7 Διαδικασίες

Υπάρχουν διαδικασίες για κάθε έναν από τους χώρους δεδομένων, αρχικοποίησης, ελέγχου και διαχείρισης.

1.4.7.1 Διαδικασίες Χώρου Δεδομένων

Οι διαδικασίες χώρου δεδομένων είναι οι εξής:

- Διαδικασίες Latency Path
 - Πολυπλεγμένος επιλογέας Πακέτου Δεδομένων
 - Έλεγχος Αθροίσματος κυκλικού Redundancy
 - Κρυπτοφώνηση (scrambler)
 - Λειτουργία διόρθωσης εμπρόσθιου λάθους
 - Interleaver
- Πολύπλεξη Πακέτων

1.4.7.2 Διαδικασίες Χώρου Ελέγχου

- NTR μεταφορά
- Πρόσβαση Overhead Καναλιού
- Πρωτόκολλο Overhead Καναλιού

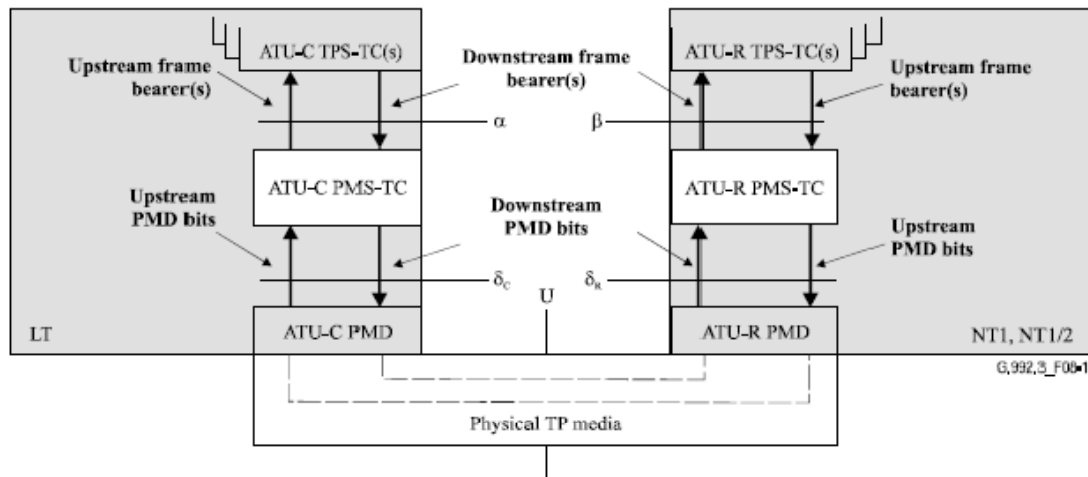
1.4.7.3 Διαδικασίες Χώρου Διαχείρισης

- Αρχέτυπα παρακολούθησης

1.5 Λειτουργία Φυσικού Μέσου (Physical Media Dependent Function – PMD)

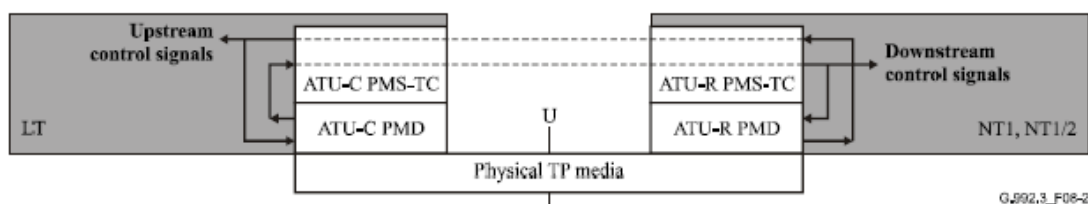
1.5.1 Δυνατότητες Μεταφοράς

Η Λειτουργία PMD παρέχει διαδικασίες για την μεταφορά ενός ρεύματος bit πάνω από το φυσικό μέσο, για παράδειγμα συνεστραμμένο ζεύγος χαλκού και προς τις δυο κατευθύνσεις. Η λειτουργία μετάδοσης PMD αποδέχεται δεδομένα από την λειτουργία αποστολής PMS-TC και η λειτουργία λήψης PMD παραδίδει δεδομένα στην διαδικασία λήψης PMS-TC, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (για τον χώρο δεδομένων).



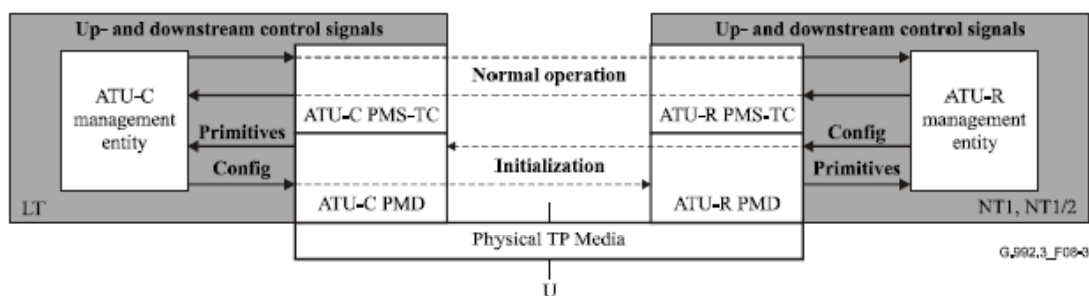
Εικόνα 14: Δυνατότητες Μεταφοράς PMD μέσα στο χώρο δεδομένων

Σαν στοιχείο του χώρου ελέγχου, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες λειτουργίες μεταφοράς οι οποίες να παρέχονται από την λειτουργία PMD. Παρ' όλα αυτά η λειτουργία PMD μεταφέρει σήματα ελέγχου, τα οποία βρίσκονται στον χώρο ελέγχου, από και προς το απομακρυσμένο PMD χρησιμοποιώντας τις λειτουργίες μεταφοράς PMS-TC, όπως περιγράφεται στην εικόνα 15.



Εικόνα 15: Δυνατότητες Μεταφοράς PMD μέσα στο χώρο ελέγχου

Σαν στοιχείο του χώρου διαχείρισης, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες λειτουργίες μεταφοράς για το PMD, κατά την διάρκεια της κανονικής χρήσης. Παρ' όλα αυτά, η λειτουργία λήψης PMD παρέχει χαμηλού επιπέδου ενδείξεις διαχείρισης στην τοπική διαχειριστική οντότητα μέσα στο ATU. Αυτές οι ενδείξεις έχουν σαν αποτέλεσμα τα σήματα ελέγχου να μεταφέρονται στο πεδίο ελέγχου, χρησιμοποιώντας την λειτουργία μεταφοράς PMS-TC, όπως φαίνεται στην εικόνα 16. Κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης, η λειτουργία μετάδοσης PMD παρέχει μεταφορά κάποιων παραμέτρων διαμόρφωσης από την κοντινή οντότητα διαχείρισης στην μακρινή λειτουργία PMD.



Εικόνα 16: Δυνατότητες Μεταφοράς PMD μέσα στο χώρο διαχείρισης

1.5.2 Επιπρόσθετες Λειτουργίες

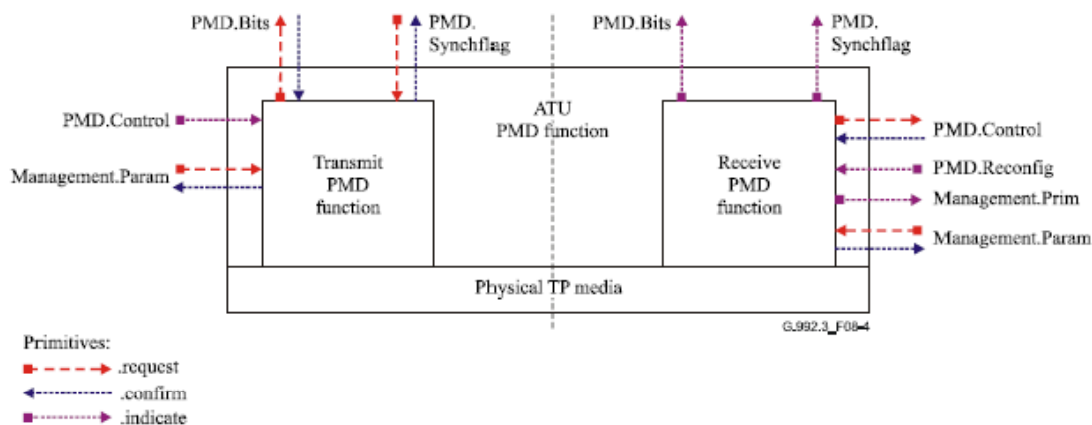
Πρόσθετα στην λειτουργικότητα μεταφοράς, η λειτουργία μετάδοσης PMD, μας δίνει διαδικασίες και για τα παρακάτω:

- Tone ordering;
- Constellation encoder;
- Συγχρονισμός και L2 σύμβολα εξόδου
- Διαμόρφωση
- Δυναμικό εύρος Εκπομπού
- Φασματικές μάσκες εκπομπού
- Μετατροπή σε αναλογικό σήμα για μετάδοση πάνω από DSL
- On-line προσαρμογή και επαναδιαμόρφωση.

Αυτές οι λειτουργίες διαμορφώνονται από έναν αριθμό παραμέτρων ελέγχου, όπως περιγράφεται στο 1.5.5. Οι τιμές των παραμέτρων ελέγχου τίθενται διαμέσου του CO-MIB, κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης ή μέσα από την επαναδιαμόρφωση του ATU. Η λειτουργία λήψης PMD αντιστρέφει κάθε μία από τις αναφερόμενες διαδικασίες έτσι ώστε η μεταφερόμενη πληροφορία να μπορεί να ανακτηθεί και να παραδοθεί στην λειτουργία λήψης PMS-TC.

1.5.3 Block Σημάτων Διεπαφής και Αρχέτυπα

Το ATU block PMD έχει πολλά σήματα διεπαφής τα οποία φαίνονται στην παρακάτω εικόνα για ATU-C και ATU-R. Κάθε ονομασμένο σήμα αποτελείται από ένα ή περισσότερα αρχέτυπα, όπως φαίνεται στα κατευθυνόμενα βέλη. Οι τύποι αρχετύπων οι οποίοι σχετίζονται με κάθε βέλος, βρίσκονται στην λεζάντα της εικόνας. Το διάγραμμα χωρίζεται από μια διακεκομμένη γραμμή, για να συμβολιστούν τα block κατεβάσματος και τα σήματα από το ανέβασμα. Τα σήματα τα οποία φαίνονται στο πάνω άκρο μεταφέρουν αρχέτυπα από και προς την λειτουργία PMS-TC. Τα σήματα στις αριστερές και δεξιές άκρες μεταφέρουν αρχέτυπα ελέγχου ανεβάσματος και κατεβάσματος μέσα στο ATU.



Εικόνα 17: Σήματα της ATU PMD λειτουργίας

Τα σήματα τα οποία φαίνονται στην παραπάνω εικόνα χρησιμοποιούνται για την μεταφορά αρχετύπων μεταξύ λειτουργιών στο παρόν κείμενο. Τα αρχέτυπα έχουν ως σκοπό τον καθορισμό λειτουργιών ώστε να επιτευχθεί διαλειτουργικότητα. Τα αρχέτυπα τα οποία χρησιμοποιούνται μεταξύ PMD και PMS-TC λειτουργιών περιγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί. Αυτά τα αρχέτυπα υποστηρίζουν την ανταλλαγή PMD συμβόλων δεδομένων, και τον καθορισμό της ροής δεδομένων, ώστε να συμφωνεί με την διαμόρφωση PMD. Επίσης υποστηρίζουν συγχρονισμένη on-line προσαρμογή ρυθμού και επαναδιαμόρφωση των ATU-R και ATU-C. Τα αρχέτυπα που χρησιμοποιούνται για να σηματοδοτήσουν συντήρηση στην τοπική ομώνυμη οντότητα περιγράφονται στον πίνακα 11.

Signal	Primitive	Description
PMD.Bits	.request	This primitive is used by the transmit PMD function to request data from the transmit PMS-TC function.
	.confirm	This primitive is used by the PMS-TC transmit function to pass data to be transported to the transmit PMD function. By the interworking of the request and confirm primitives, the data flow is matched to the PMD configuration and synchronized to PMD data symbols.
	.indicate	This primitive is used by the receive PMD function to pass data to the receive PMS-TC function.
PMD.Synchflag	.request	This primitive is used by the transmit PMS-TC function to request the transmit PMD function to transport a PMD synchronization flag. This PMD.Synchflag primitive is used to coordinate various reconfigurations of the TPS-TC, PMS-TC and PMD functions (i.e., bitswap, DRR, SRA, L2 entry and L2 exit).
	.confirm	This primitive is used by the transmit PMD function to confirm receipt of a PMD.Synchflag.request primitive. By the interworking of the request and confirm, the transmit PMS-TC function is notified that a synchronization flag has been transported on the U interface. In particular, any request primitives that have not yet been confirmed upon receipt of the PMD.Synchflag.confirm primitive are known to be transported across the U interface after the PMD synchronization flag.
	.indicate	This primitive is used by the receive PMD function to indicate to the PMS-TC receive function that a PMD synchronization flag has been received on the U interface. Any indication primitives already received are known to have been transported on the U interface prior to the PMD synchronization flag. All indication primitives signalled after the PMD.Synchflag.indicate primitive are known to have been transported on the U interface after the PMD synchronization flag.

Πίνακας 9: Αρχέτυπα Σηματοδότησης μεταξύ PMD και PMS-TC λειτουργιών

Signal	Primitive	Description
PMD.Control	.request	This primitive is used by the receive PMD function to request the near-end ATU control functions for a reconfiguration of the far-end transmit PMD function control parameters. The near-end and far-end ATU control functions use control messages over the PMS-TC functions to synchronize such reconfiguration.
	.confirm	This primitive is used by the near-end ATU control functions to confirm receipt of a PMD.Control.request primitive from the receive PMD function. By the interworking of the request and confirm, the control flow is synchronized to the rate that can be accommodated by the PMS-TC functions.
	.indicate	This primitive is used by the near-end ATU control functions to indicate to the transmit PMD function a reconfiguration of the PMD transmit function control parameters.
PMD.Reconfig	.indicate	This primitive is used by the near-end ATU control or management functions to indicate to the receive PMD function that the PMD function control parameters require reconfiguration (see 8.16 and 8.17). This primitive is followed by a PMD.Control.request primitive from the receive PMD function.

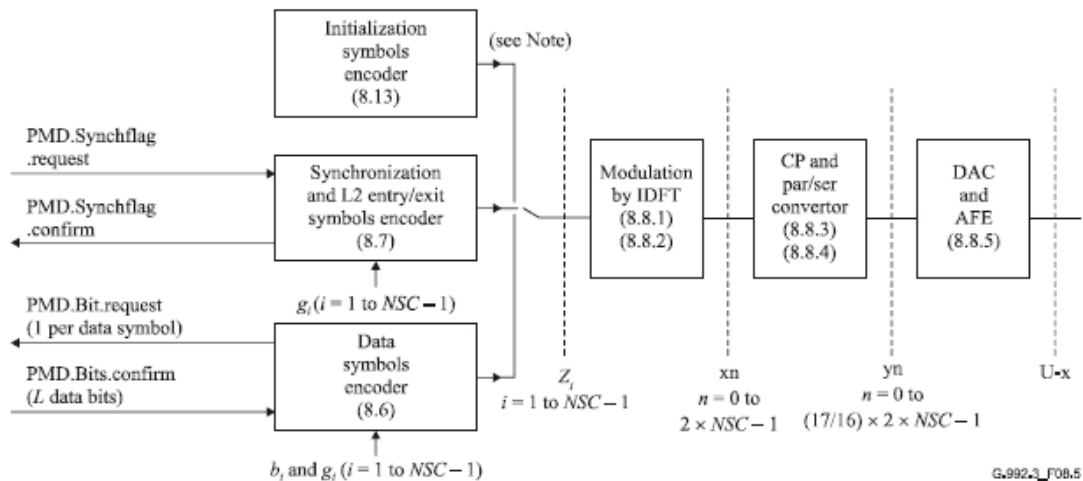
Πίνακας 10: Αρχέτυπα Σηματοδότησης μεταξύ PMD και κοντινών ATU λειτουργιών ελέγχου

Signal	Primitive	Description
Management.Prim	.indicate	This primitive is used by the receive PMD function to signal a number of supervisory anomaly or defect primitives to the near-end management entity within the ATU.
Management.Param	.request	This primitive is used by the near end Management Entity to request an update of (one or more) test parameters from the transmit or receive PMD function.
	.confirm	This primitive is used by the transmit or receive PMD function, in response to a Management.Param.request primitive, to convey updated test parameter values to the near-end Management Entity.

Πίνακας 11: Αρχέτυπα Σηματοδότησης μεταξύ PMD και της κοντινής οντότητας συντήρησης

1.5.4 Block Διαγραμμάτων και Σήματα Σημείων Εσωτερικής Αναφοράς

Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει τα blocks μέσα στην λειτουργία μετάδοσης PMD για την υποστήριξη των NSC υποφορέων. Τα αρχέτυπα για την κάθε διάδραση μέσα στην λειτουργία μετάδοσης PMS-TC φαίνονται στο αριστερότερο τμήμα της εικόνας.

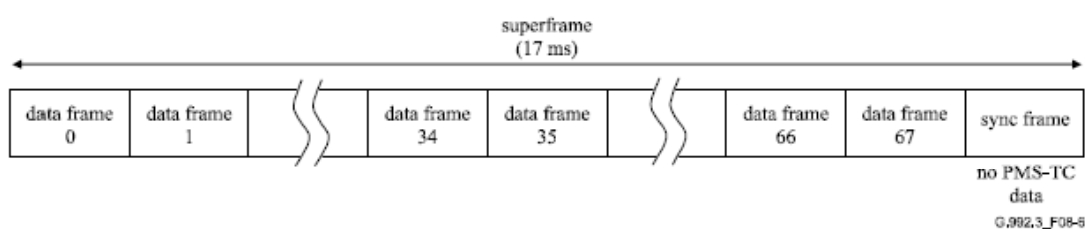


NOTE – The Initialization Symbols Encoder defines Z_i values for $i = 1$ to $2 \times NSC - 1$ (see 8.13.2.4).

Εικόνα 18: Διάγραμμα Block της λειτουργίας μετάδοσης PMD

Η λειτουργία μετάδοσης PMD μεταφέρει 4000 σύμβολα δεδομένων το δευτερόλεπτο. Για κάθε σύμβολο δεδομένων, η λειτουργία ζητά και λαμβάνει ένα εισερχόμενο πακέτο δεδομένων constellation encoder από την λειτουργία μετάδοσης PMS-TC. Το πακέτο δεδομένων θα υποστεί την διαδικασία constellation encoding. Μετά την διαδικασία, το εξερχόμενο πακέτο δεδομένων θα διαμορφωθεί σε σύμβολα δεδομένων για να παραχθεί ένα αναλογικό σήμα για την μετάδοση πάνω από την DSL. Η μονοκατευθυνόμενη καθυστέρηση μεταφοράς η οποία εισάγεται από το υποεπιπεδο PMD θα είναι ίση ή μικρότερη των 3,75 ms.

Η λειτουργία μετάδοσης PMD θα χρησιμοποιήσει την δομή υπερπλασίου η οποία φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Κάθε υπερπλαίσιο αποτελείται από 68 πλαίσια δεδομένων, αριθμημένα από το 0 έως το 67, τα οποία κωδικοποιούνται και διαμορφώνονται σε 68 σύμβολα δεδομένων, ακολουθούμενα από ένα σύμβολο συγχρονισμού, το οποίο δεν μεταφέρει πακέτο δεδομένων, αλλά εισάγεται από τον διαμορφωτή για να καθορίσει τα όρια του υπερπλασίου. Από την οπτική γωνία του PMS-TC, ο ρυθμός συμβόλων δεδομένων θα είναι 4000 το δευτερόλεπτο, αλλά ώστε να επιτευχθεί η εισαγωγή του συμβόλου συγχρονισμού, ο ρυθμός αποστολής δεδομένων είναι $69/68 \times 4000$ το δευτερόλεπτο. Η διάρκεια του υπερπλασίου είναι 17 ms.



Εικόνα 19: Δομή Υπερπλασίου ADSL – Πομπός ATU-C

1.5.5 Παράμετροι Ελέγχου

1.5.5.1 Ορισμός Παραμέτρων Ελέγχου

Η διαμόρφωση της λειτουργίας PMD ελέγχεται από ένα σεί παραμέτρων ελέγχου:

- Οι παράμετροι ελέγχου της λειτουργίας μετάδοσης PMD φαίνονται στον πίνακα 12. Οι τιμές των παραμέτρων ελέγχου στον πίνακα 12 τίθενται πριν ή κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης και μπορεί να αλλαχθούν κατά την διάρκεια της επαναδιαμόρφωσης ενός ζεύγους ATU. Οι προκύπτουσες παράμετροι ελέγχου φαίνονται στον πίνακα 13.
- Οι παράμετροι ελέγχου της λειτουργίας λήψης PMD αποτελούνται από τις παραμέτρους ελέγχου της λειτουργίας μετάδοσης, και τις επιπρόσθετες παραμέτρους ελέγχου της λειτουργίας λήψης, όπως φαίνεται στον πίνακα 14. Οι τιμές των παραμέτρων ελέγχου στον πίνακα 14 τίθενται πριν ή κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης και δεν αλλάζουν κατά την επαναδιαμόρφωση ενός ζεύγους ATU. Η λειτουργία λήψης PMD πρέπει να έχει υπ' όψιν τις ρυθμίσεις των παραμέτρων ελέγχου της λειτουργίας μετάδοσης. Οι παράμετροι ελέγχου της λειτουργίας λήψης περιλαμβάνουν για αυτό τον λόγο, όλες τις παραμέτρους ελέγχου της λειτουργίας αποστολής.

Parameter	Definition
<i>NSC</i>	The highest subcarriers index which can be transmitted (i.e., subcarrier index corresponding to Nyquist frequency, see 8.8.1.4). The parameter can be different for the ATU-C (<i>NSCds</i>) and the ATU-R (<i>NSCus</i>). Its value is fixed by the Recommendation and depends upon the underlying service (i.e., POTS or ISDN). See annexes.
<i>MAXNOMPSD</i>	The maximum nominal transmit PSD (<i>MAXNOMPSD</i>) level during initialization and showtime. The parameter can be different for the ATU-C (<i>MAXNOMPSDds</i>) and the ATU-R (<i>MAXNOMPSDus</i>). Its value depends on CO-MIB element settings and near-end transmitter capabilities and is exchanged in the G.994.1 Phase.
<i>NOMPSD</i>	The nominal transmit PSD level (<i>NOMPSD</i>). It is defined as the transmit PSD level in the passband at the start of initialization, relative to which power cut back is applied. The parameter can be different for the ATU-C (<i>NOMPSDds</i>) and the ATU-R (<i>NOMPSDus</i>). Its value depends on near-end transmitter capabilities and shall be no higher than the <i>MAXNOMPSD</i> value. Its value is exchanged in the G.994.1 Phase.
<i>MAXNOMATP</i>	The maximum nominal aggregate transmit power (<i>MAXNOMATP</i>) level during initialization and showtime. Nominal aggregate transmit power is defined in Table 8-5. The parameter can be different for the ATU-C (<i>MAXNOMATPds</i>) and the ATU-R (<i>MAXNOMATPus</i>). Its value depends on CO-MIB element settings and local capabilities and is exchanged in the G.994.1 Phase.
<i>PCB</i>	The power cutback (<i>PCB</i>) to be applied, relative to the nominal PSD. The parameter can be different for the ATU-C (<i>PCBds</i>) and the ATU-R (<i>PCBus</i>). Its value depends on the loop and local capabilities. <i>PCBds</i> is the maximum of <i>C-MIN_PCB_DS</i> and <i>R-MIN_PCB_DS</i> , <i>PCBus</i> is the maximum of <i>C-MIN_PCB_US</i> and <i>R-MIN_PCB_US</i> , all exchanged during the Channel Discovery Phase (see Tables 8-27 and 8-32).
<i>tss_i</i>	The transmitter spectrum shaping, applied as gain scalings, relative to either the nominal PSD level or the reference PSD level, as defined in 8.13 (can be different per subcarrier, $i = 1$ to $2 \times NSC - 1$). The values depend on CO-MIB element settings and local capabilities and are exchanged in the G.994.1 Phase.
<i>t_i</i>	The tone ordering table (can be different per subcarrier, $i = 1$ to $NSC - 1$). The values are determined by the receive PMD function in the Channel Analysis Phase and exchanged in the Exchange Phase (and shall not change through on-line reconfiguration, i.e., through PMD.Reconfig and PMD.Control primitive).

Parameter	Definition
b_i	The i -th entry in the bit allocation table b (can be different per subcarrier, $i = 1$ to $NSC - 1$). The values are determined by the receive PMD function in the Channel Analysis Phase and exchanged in the Exchange Phase (and may change through on-line reconfiguration, i.e., through PMD.Reconfig and PMD.Control primitive).
g_i	The i -th entry in the gain table g (can be different per subcarrier, $i = 1$ to $NSC - 1$). The values are determined by the receive PMD function in the Channel Analysis Phase and exchanged in the Exchange Phase (and may change through on-line reconfiguration, i.e., through PMD.Reconfig and PMD.Control primitive). The bits and gains table may not allocate bits to some subcarriers and may finely adjust the transmit PSD level of others in order to equalize expected error ratios on each of those subcarriers.
TRELLIS	The use of trellis coding (enable/disable setting). The parameter can be different for the ATU-C (TRELLIS _{ds}) and the ATU-R (TRELLIS _{us}). Its value is determined by the receive PMD function during Channel Analysis Phase and exchanged during Exchange Phase.
PM-STATE	The Power Management State the ATUs are in (L0, L2 or L3). ATU-C and ATU-R are in the same power management state. Its value is configured by the near-end ATU Control Function, possibly based on configuration forced through the MIB and/or by the far-end Control Function.
L0-TIME L2-TIME L2-ATPR L2-ATPRT	These configuration parameters are related to the L2 low power state and exist only for the ATU-C. They are configured through the CO-MIB. The L0-TIME represents the minimum time (in seconds) between Exit from L2 low power state and the next Entry into the L2 low power state (see 9.5.2). The L2-TIME represents the minimum time (in seconds) between Entry into L2 low power state and the first L2 low power trim request and between two consecutive L2 power trim requests (see 9.5.2). The L2-ATPR value represents the maximum aggregate transmit power reduction that is allowed in an L2 Request or an L2 low power trim request (see 9.5.2). The L2-ATPRT value represents the total maximum aggregate transmit power reduction that is allowed in the L2 state; the total reduction is the sum of all reductions of L2 Request and L2 power trims (see 9.5.2).
Tones 1 to 32	Applies to ISDN related service option only (see Annex B).

Πίνακας 12: Παράμετροι ελέγχου λειτουργίας μετάδοσης

Parameter	Definition
L	The number of bits received from the PMS-TC per PMD Bits confirm primitive The L value can be calculated from the b bit allocation table and the use of trellis coding This number of bits may change when on-line reconfiguration of the b table is performed.
REFPSD RMSGI	The reference transmit PSD (REFPSD) level. The parameter can be different for the ATU-C (REFPSD _{ds}) and the ATU-R (REFPSD _{us}). The reference transmit PSD level is defined as the nominal transmit PSD level, lowered by the power cutback (i.e., $REFPSD = NOMPSD - PCB$). The average g_i value (RMSGI). The parameter can be different for the ATU-C (RMSGI _{ds}) and the ATU-R (RMSGI _{us}). The average g_i value is defined as $RMSGI = 10 \times \log \left(\frac{1}{NCUSED} \sum_{i: b_i > 0} g_i^2 \right)$ where $NCUSED$ is the number of subcarriers with $b_i > 0$.
NOMATP	The nominal aggregate transmit power (NOMATP). The parameter can be different for the ATU-C (NOMATP _{ds}) and the ATU-R (NOMATP _{us}). The NOMATP shall be defined as: $NOMATP[dBm] = 36.35 + NOMPSD + 10 \times \log \left(\sum_{i \in MEDLEY_{set}} g_i^2 \times tss_i^2 \right)$ where the term 36.35 represents $10 \log(\Delta f)$ (see 8.8.1).

Πίνακας 13: Προκύπτουσες Παράμετροι ελέγχου λειτουργίας μετάδοσης

Parameter	Definition
<i>TARSNRM</i> <i>MINSNRM</i> <i>MAXSNRM</i>	The target, minimum, and maximum noise margin (defined in ITU-T Rec. G.997.1 [4]). The parameter can be different for the ATU-C (<i>TARSNRMus</i> , <i>MINSNRMus</i> , <i>MAXSNRMus</i>) and the ATU-R (<i>TARSNRMds</i> , <i>MINSNRMds</i> , <i>MAXSNRMds</i>). ATU-C: configured through CO-MIB. ATU-R: configured through CO-MIB and exchanged during the Initialization Channel Analysis Phase.
<i>RA-MODE</i>	The rate adaptation mode (defined in ITU-T Rec. G.997.1 [4]). The parameter can be different for the ATU-C (<i>RA-MODEds</i>) and the ATU-R (<i>RA-MODEus</i>). ATU-C: configured through CO-MIB. ATU-R: configured through CO-MIB and exchanged during the Initialization Channel Analysis Phase. The following rate adaptation modes are defined in ITU-T Rec. G.997.1 [4]: <ul style="list-style-type: none"> MANUAL: Data rate is fixed and configured through CO-MIB; RATE ADAPTIVE AT INIT: Data rate is selected at initialization, between minimum and maximum bounds configured through CO-MIB. Data rate is fixed during showtime. DYNAMIC RATE ADAPTATION: Data rate is selected at initialization, between minimum and maximum bounds configured through CO-MIB. Data rate may change during showtime within the same bounds. This Recommendation refers to this mode as Seamless Rate Adaptation (SRA).
<i>PM-MODE</i>	The power management mode indicates the allowed link states. The parameter is the same for ATU-C and ATU-R, is configured through the CO-MIB and is exchanged during the Initialization Channel Analysis Phase. Bit 0: indicates whether the L3 state is allowed (1) or not allowed (0). Bit 1: indicates whether the L2 state is allowed (1) or not allowed (0).
<i>RA-USNRM</i> <i>RA-UTIME</i>	The rate adaptation upshift noise margin and time interval (defined in ITU-T Rec. G.997.1 [4]). The parameter can be different for the ATU-C (<i>RA-USNRMus</i> and <i>RA-UTIMEus</i>) and the ATU-R (<i>RA-UTIMEds</i> , <i>RA-USNRMds</i>). ATU-C: configured through CO-MIB. ATU-R: configured through CO-MIB and exchanged during the Initialization Channel Analysis Phase.
<i>RA-DSNRM</i> <i>RA-DTIME</i>	The rate adaptation downshift noise margin and time interval (defined in ITU-T Rec. G.997.1 [4]). The parameter can be different for the ATU-C (<i>RA-DSNRMus</i> and <i>RA-DTIMEus</i>) and the ATU-R (<i>RA-DTIMEds</i> , <i>RA-DSNRMds</i>). ATU-C: configured through CO-MIB. ATU-R: configured through CO-MIB and exchanged during the Initialization Channel Analysis Phase.
<i>BIMAX</i>	The maximum number of bits per subcarrier supported by the far-end transmitter. The parameter can be different for the ATU-C (<i>BIMAXds</i>) and the ATU-R (<i>BIMAXus</i>). Its value depends on the capabilities of the far-end transmitter and is exchanged in the Initialization Channel Analysis Phase.

Parameter	Definition
<i>EXTGI</i>	The maximum extension of the g_i range supported by the far-end transmitter. The parameter can be different for the ATU-C (<i>EXTGIds</i>) and the ATU-R (<i>EXTGhus</i>). Its value depends on the capabilities of the far-end transmitter and on the loop characteristics identified during the Initialization Channel Discovery Phase. Its value is exchanged in the Initialization Channel Analysis Phase.
<i>MAXRXPWR</i> (ATU-C only)	In order to provide non-reciprocal FEXT control, the ATU-C shall request an upstream transmit power cutback in the C-MSG-PCB message, such that the power received at the ATU-C is no higher than the maximum level specified in the CO-MIB. The power received at the ATU-C shall be measured as defined in 8.13.3.1.11.

Πίνακας 14: Παράμετροι ελέγχου λειτουργίας λήψης

1.5.5.2 Υποχρεωτικές και κατ' επιλογήν ρυθμίσεις των παραμέτρων ελέγχου

Οι έγκυρες ρυθμίσεις παραμέτρων ελέγχου για την λειτουργία μετάδοσης PMD φαίνονται στους πίνακες 15 και 17 για τα ATU-C και ATU-R αντίστοιχα. Οι υποχρεωτικές ρυθμίσεις παραμέτρων ελέγχου για την λειτουργία μετάδοσης φαίνονται στους πίνακες 16 και 18 για ATU-C και ATU-R αντίστοιχα. Δεν υπάρχουν κατ' επιλογήν τιμές για παραμέτρους ελέγχου σε αυτή την κατηγορία.

Parameter	Definition
b_i	All integer values $0 \leq b_i \leq 15$
$BIMAXds$	$8 \leq BIMAXds \leq 15$
g_i	All values from -14.5 dB (linear value 96/512) to 18 dB. The gain value shall be represented with 3 bits before and 9 bits after the decimal point, i.e., a granularity of 1/512 in linear scale.
$EXTGIds$	$0 \leq EXTGIds \leq MAXNOMPSDds - NOMPSDds$
$TRELLISds$	Trellis coding shall be supported by the ATU-C transmitter.
$MAXNOMPSDds$	All values from -60 dBm/Hz to -40 dBm/Hz in steps of 0.1 dBm/Hz.
$NOMPSDds$	All values from -60 dBm/Hz to -40 dBm/Hz in steps of 0.1 dBm/Hz.
$MAXNOMATPds$	All values corresponding with valid G.994.1 Spectrum bounds parameters
$PCBds$	All values from 0 to 40 dB, in 1 dB steps.
tss_i	All values from 0 to 1 (linear scale), in 1/1024 steps. The tss_i value shall be represented with 1 bit before and 10 bits after the decimal point, i.e., a granularity of 1/1024 in linear scale.
L	All integer values $8 \leq L \leq 15 \times (NSCds - 1)$.

Πίνακας 15: Έγκυρες Τιμές Παραμέτρων Ελέγχου για την λειτουργία μετάδοσης PMD στο ATU-C

Parameter	Definition
b_i	All integer values $0 \leq b_i \leq BIMAXds$, with $BIMAXds$ identified during initialization
$BIMAXds$	8
g_i	All values from -14.5 dB (linear value 96/512) to $EXTGIds + 2.5$ dB, with $EXTGIds$ identified during initialization.
$EXTGIds$	0
$TRELLISds$	Trellis coding shall be supported by the ATU-C transmitter.
$PCBds$	All values from 0 to 40 dB, in 1 dB steps.
tss_i	All values from 0 to 1 (linear scale), in 1/1024 steps.
L	All integer values from $8 \leq L \leq BIMAXds \times (NSCds - 1)$ with $BIMAXds$ and $NSCds$ identified during initialization.

Πίνακας 16: Υποχρεωτικές Τιμές Παραμέτρων Ελέγχου για την λειτουργία μετάδοσης PMD στο ATU-C

Parameter	Definition
b_i	All integer values $0 \leq b_i \leq 15$
$BIMAX_{us}$	$8 \leq BIMAX_{us} \leq 15$
g_i	All values from -14.5 dB (linear value $96/512$) to 18 dB. The gain value shall be represented with 3 bits before and 9 bits after the decimal point, i.e., a granularity of $1/512$ in linear scale.
$EXTG_{us}$	$0 \leq EXTG_{us} \leq MAXNOMPSD_{us} - NOMPSD_{us}$
$TRELLIS_{us}$	Trellis coding shall be supported by the ATU-R transmitter.
$MAXNOMPSD_{us}$	All values from -60 dBm/Hz to -38 dBm/Hz in steps of 0.1 dBm/Hz.
$NOMPSD_{us}$	All values from -60 dBm/Hz to -38 dBm/Hz in steps of 0.1 dBm/Hz.
$MAXNOMATP_{us}$	All values corresponding with valid G.994.1 spectrum bounds parameters
PCB_{us}	All values from 0 to 40 dB, in 1 dB steps.
tss_i	All values from 0 to 1 (linear scale), in $1/1024$ steps. The tss_i value shall be represented with 1 bit before and 10 bits after the decimal point, i.e., a granularity of $1/1024$ in linear scale.
L	All integer values $8 \leq L \leq 15 \times (NSC_{us} - 1)$.

Πίνακας 17: Έγκυρες Τιμές Παραμέτρων Ελέγχου για την λειτουργία μετάδοσης PMD στο ATU-R

Parameter	Definition
b_i	All integer values $0 \leq b_i \leq BIMAX_{us}$, with $BIMAX_{us}$ identified during initialization
$BIMAX_{us}$	8
g_i	All values from -14.5 dB (linear value $96/512$) to $EXTG_{us} + 2.5$ dB, with $EXTG_{us}$ identified during initialization.
$EXTG_{us}$	0
$TRELLIS_{us}$	Trellis coding shall be supported by the ATU-R transmitter.
PCB_{us}	All values from 0 to 40 dB, in 1 dB steps.
tss_i	All values from 0 to 1 (linear scale), in $1/1024$ steps.
L	All integer values from $8 \leq L \leq BIMAX_{us} \times (NSC_{us} - 1)$ with $BIMAX_{us}$ and NSC_{us} identified during initialization.

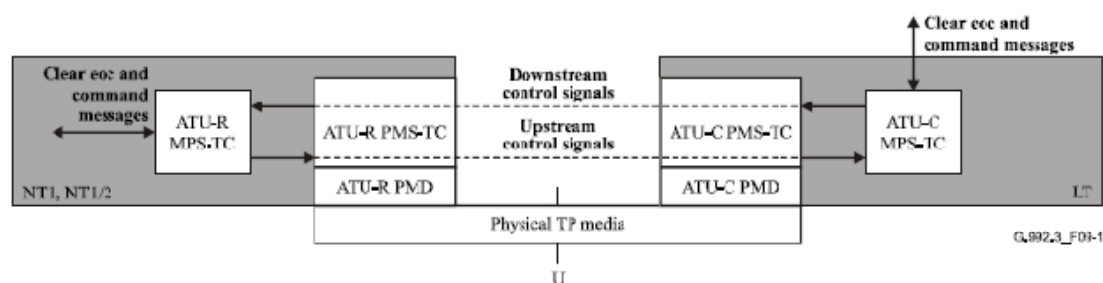
Πίνακας 18: Υποχρεωτικές Τιμές Παραμέτρων Ελέγχου για την λειτουργία μετάδοσης PMD στο ATU-R

1.6 Πρωτόκολλο Διαχείρισης Συγκεκριμένης Σύγκλισης Μετάδοσης (MPS-TC)

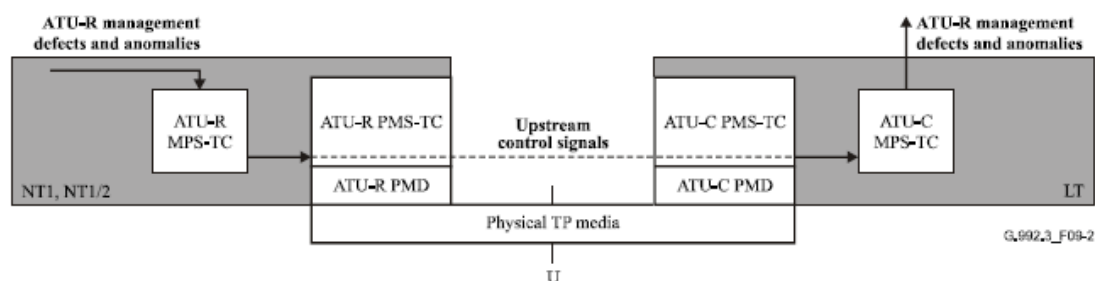
1.6.1 Λειτουργίες Μεταφοράς

Σαν στοιχείο χώρου διαχείρισης, το MPS-TC παρέχει μεταφορά των καθαρών εως μηνυμάτων και μηνυμάτων εντολών, καθώς και των ελαττωμάτων και ανωμαλιών διαχείρισης του ATU-R. Αυτές οι ανωμαλίες προέρχονται μέσα από τις TPS-TC, PMS-TC και PMD λειτουργίες.

Καθαρά εως μηνύματα και μηνύματα εντολών, καθώς και αρχέτυπα διαχείρισης μεταφέρονται με το να μετατρέπονται σε σήματα ελέγχου για μεταφορά από τις PMS-TC λειτουργίες, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες. Τα όρια των οκτάδων και η θέση των περισσότερο σημαντικών bits διατηρούνται με σαφήνεια καθ' όλη την διάρκεια της μεταφοράς για τα καθαρά εως μηνύματα και τα μηνύματα ανάγνωσης.



Εικόνα 20: Δυνατότητες Μεταφοράς καθαρών εως του MPS-TC μέσα στον χώρο διαχείρισης.



Εικόνα 21: Δυνατότητες Μεταφοράς Ανωμαλιών και Ελαττωμάτων μέσα στον χώρο διαχείρισης

1.6.2 Επιπρόσθετες Λειτουργίες

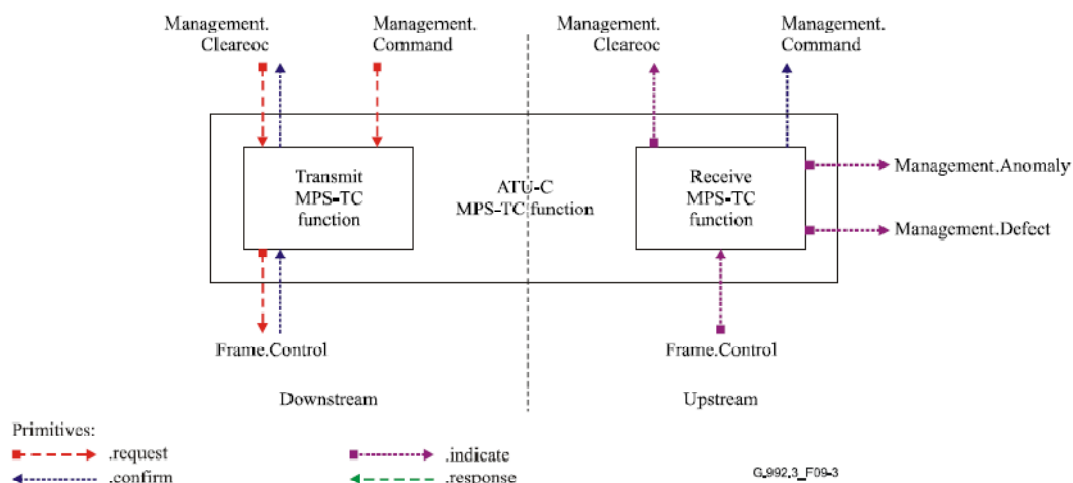
Επιπρόσθετα στις λειτουργίες μεταφοράς, οι λειτουργίες MPS-TC παρέχουν διαδικασίες για:

- Μηνύματα «επιθανάτιου ρόγχου» στο ATU-R.
- Μεταβάσεις Κατάστασης Διαχείρισης Ισχύος

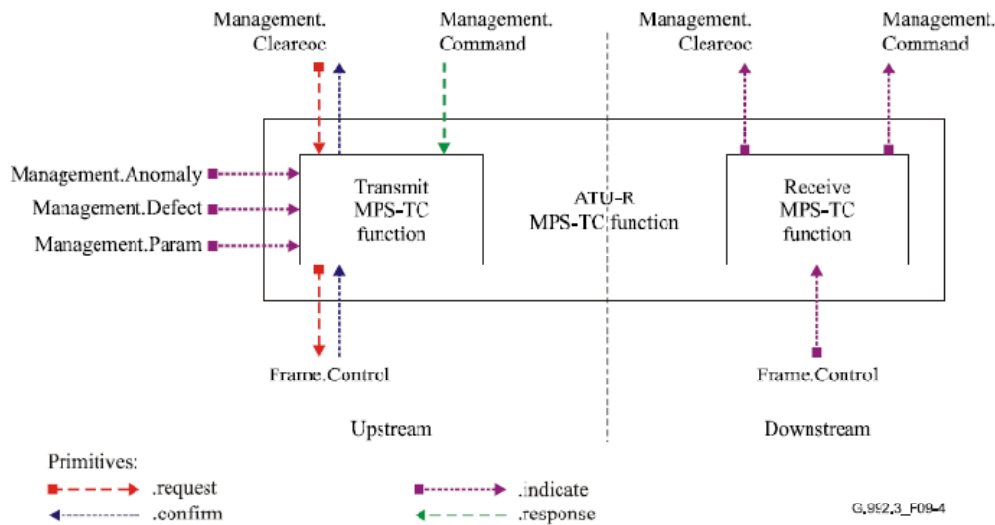
1.6.3 Σήματα Διεπαφής Block και αρχέτυπα

Η ATU-C MPS-TC λειτουργία έχει πολλά σήματα διεπαφής, όπως φαίνεται στην εικόνα 22. Κάθε ονομαζόμενο σήμα αποτελείται από ένα ή περισσότερα αρχέτυπα, όπως φαίνεται από τα κατευθυνόμενα βέλη. Ο αρχετυπικός τύπος ο οποίος συνδέεται με κάθε βέλος φαίνεται στην λεζάντα της εικόνας. Το διάγραμμα χωρίζεται από μια διακεκομμένη γραμμή για τον συμβολισμό ανεβάσματος και κατεβάσματος.

Τα σήματα τα οποία φαίνονται στο πάνω και δεξί άκρο μεταφέρουν αρχέτυπα στις λειτουργίες διαχείρισης του ITU-T. Τα σήματα τα οποία φαίνονται στο κάτω μέρος μεταφέρουν αρχέτυπα στην λειτουργία PMS-TC. Η λειτουργία ενδουπηρεσιακού ελέγχου απόδοσης καθορίζει τις παραμέτρους για σφάλματα και έλεγχο απόδοσης. Η λειτουργία ATU-R MPS-TC έχει παρόμοια σήματα διεπαφής όπως φαίνεται στην εικόνα 23. Σε αυτή την εικόνα οι ταμπέλες ανεβάσματος και κατεβάσματος αντιστρέφονται από την προηγούμενη. Η ροή των αρχετύπων, όπως φαίνεται στις εικόνες 22 και 23 αντιστοιχεί με την ανάκτηση δεδομένων διαχείρισης από το ATU-C και την διαμοίραση αυτών των πληροφοριών στην λειτουργία του κεντρικού γραφείου (σημείο τερματισμού). Μια παρόμοια ροή αρχετύπων υπάρχει για την ανάκτηση των πληροφοριών διαχείρισης από το ATU-R και τον διαμοιρασμό αυτών των πληροφοριών στην λειτουργία του τερματικού (σημείου τερματισμού).



Εικόνα 22: Σήματα της MPS-TC ATU-C λειτουργίας



Εικόνα 23: Σήματα της MPS-TC ATU-R λειτουργίας

Τα σήματα τα οποία φαίνονται στις εικόνες 22 και 23 χρησιμοποιούνται για την μεταφορά αρχετύπων μεταξύ λειτουργιών της παρούσης εργασίας. Τα αρχέτυπα χρησιμοποιούνται μόνο για σκοπούς όπου ξεκάθαρα ορίζονται λειτουργίες που εξασφαλίζουν διαλειτουργικότητα.

Τα αρχέτυπα τα οποία χρησιμοποιούνται μεταξύ μιας λειτουργίας G.997.1 και μιας MPS-TC λειτουργίας περιγράφονται στην εικόνα 20. Τα αρχέτυπα αυτά υποστηρίζουν την ανταλλαγή καθαρών εως μηνυμάτων και μηνυμάτων εντολών.

Signal	Primitive	Description
Management.Cleareoc	.request	The transmit G.997.1 function passes clear eoc messages to the MPS-TC function to be transported with this primitive.
	.confirm	This primitive is used by the transmit MPS-TC function to confirm receipt of a Management.Cleareoc request primitive. By the interworking of the request and confirm, the data flow is matched to the PMS-TC configuration.
	.indicate	The receive MPS-TC function passes clear eoc messages to the receive G.997.1 function that has been transported with this primitive.
Management.Command	.request	The transmit G.997.1 function at the ATU-C passes a command to the ATU-C transmit MPS-TC function to be transported with this primitive.
	.confirm	This primitive is used by the ATU-C receive MPS-TC function to convey the response of the ATU-R to a command. By the interworking of the request and confirm, data may be read from locations.
	.indicate	The receive ATU-R MPS-TC function passes a command to the local ATU-R that has been transported with this primitive.
	.response	This primitive is used by the local ATU-R to convey the response to a command for transport.

Πίνακας 19: Αρχέτυπα Σηματοδότησης μεταξύ λειτουργιών G.997.1 και PMS-TC

1.6.4 Λειτουργίες Χώρου Διαχείρισης

1.6.4.1 Εντολές

Οι εντολές παρέχουν μια γενικευμένη διοίκηση και παραμέτρους ακολουθούμενες από μια απάντηση. Αυτό παρέχει την απαραίτητη ευελιξία για την μεταφορά καθαρών εως μηνυμάτων και MIB στοιχείων για να τεθούν και να ανακτηθούν οι καταχωρητές ATU καθώς και για την ανάκληση διαδικασιών διαχείρισης στο απομακρυσμένο τέλος ATU με ή χωρίς επιστρεφόμενες τιμές.

Όλες οι εντολές κατηγοριοποιούνται σε τρία επίπεδα προτεραιότητας, τα οποία χρησιμοποιούνται για την διευκρίνιση της σειράς των μεταφερόμενων μηνυμάτων τα οποία παρέχονται στην λειτουργία PMS-TC. Οι εντολές φαίνονται στους παρακάτω πίνακες με φθίνουσα σειρά προτεραιότητας μεταφοράς. Όλα τα ATUs θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να μεταδίδουν εντολές υψηλού επιπέδου και θα πρέπει να αποκρίνονται σε όλες αυτές τις εντολές όπως ζητείται κατά την διάρκεια της λειτουργίας στις διαδικασίες του χώρου διαχείρισης. Όλες οι εντολές οι οποίες λαμβάνονται από τους παρακάτω πίνακες έχουν μια απόκριση και πρέπει να αναφερθεί ότι η λειτουργία PMS-TC θα απορρίψει μηνύματα τα οποία δεν έχουν το κατάλληλο format. Ο αποκριτής θα δώσει μία απάντηση μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό περιθώριο το οποίο καθορίζεται από το μήνυμα υψηλού επιπέδου, και είναι κάτω των 50 ms ώστε να αποφευχθεί σύγκρουση πρωτοκόλλων μεταξύ ATU. Πιο σύντομες απαντήσεις επιτρέπονται και μπορεί να χρειάζονται σε κάποιες περιπτώσεις συγκεκριμένων εφαρμογών, οι οποίες όμως δεν εξετάζονται στην παρούσα εργασία.

Message and designator	Direction	Command content	Response content
On-line Reconfiguration (OLR) Command 0000 0001 _b	From a receiver to the transmitter	New configuration including all necessary PMS-TC and PMD control values.	Followed by either a line signal corresponding to the PMD.Synchflag primitive (not a OLR command) or an OLR command for defer or reject.

Πίνακας 20: Μηνύματα υψηλού επιπέδου μέγιστης προτεραιότητας

Message and designator	Direction	Command content	Response content
EOC Command 0100 0001 _b	From ATU-C to ATU-R	Self test, update test parameters, start and stop TX corrupt CRC, start and stop receipt of corrupt CRC.	Followed by an eoc command for acknowledge.
	From ATU-R to ATU-C	Update test parameters.	Followed by an eoc command for acknowledge.
Time Command 0100 0010 _b	From ATU-C to ATU-R	Set or read time.	Followed by a set time command for acknowledge or the time response.
Inventory Command 0100 0011 _b	From either ATU to the other	Identification request, Self test request, auxiliary inventory information request, PMD capabilities request, PMS-TC capabilities request, TPS-TC capabilities request.	Followed by an inventory command response that includes ATU equipment ID, auxiliary inventory information, set test results, and capabilities information.
Control Parameter Read Command 0000 0100 _b	From either ATU to the other	PMD settings read, PMS-TC settings read, or TPS-TC settings read.	Followed by a control parameter read command response that includes all control variables.
Management Counter Read Command 0000 0101 _b	From either ATU to the other	Null.	Followed by a management counter read response that includes all counter values.
Power Management Command 0000 0111 _b	From one ATU to the other	Proposed new power state.	Followed by either a line signal corresponding to the PMD Synchflag primitive (not a power management command) or a power management command for either reject or grant.
Clear eoc Command 0000 1000 _b	From one ATU to the other	Clear eoc message as defined in ITU-T Rec. G.997.1 or other.	Followed by a clear eoc command for acknowledge.
Non-Standard Facility Command 0011 1111 _b	From one ATU to the other	Non-standard identification field followed by message content.	Followed by a non-standard facility command for either acknowledge or negative acknowledge to indicate whether the non-standard identification field is recognized or not.

Πίνακας 21: Μηνύματα υψηλού επιπέδου κανονικής προτεραιότητας

Message and designator	Direction	Comment content	Response content
PMD Test Parameter Read Command 1000 0001 _b	From either ATU to the other	Parameter number for single read, parameter number and subcarrier id for multiple read, null for next multiple read.	Followed by a PMD test parameter read command response including the requested test parameters or a negative acknowledge.
Non-Standard Facility Low Priority Command 1011 1111 _b	From one ATU to the other	Non-standard identification field followed by message content.	Followed by a non-standard facility command for either acknowledge or negative acknowledge to indicate if the non-standard identification field is recognized.

Πίνακας 22: Μηνύματα υψηλού επιπέδου χαμηλής προτεραιότητας

Δεν θεωρούμε σκόπιμο να μπούμε σε περισσότερες αναλύσεις για τα format και τα περιεχόμενα των εντολών, γι' αυτό το λόγο κλείνουμε το συγκεκριμένο κεφάλαιο σε αυτό το σημείο, ώστε να μην ξεφύγουμε από το γενικότερο πνεύμα της εργασίας.

1.7 Δυναμική Συμπεριφορά

Τα ATUs περιέχουν διάφορες δυναμικές συμπεριφορές, συμπεριλαμβανομένης της αρχικοποίησης, της on-line επαναδιαμόρφωσης, και των μεταβάσεων διαχείρισης ισχύος. Ο έλεγχος των δυναμικών συμπεριφορών των G.992.3 μεταφορέων δεν φαίνεται εύκολα από τα διαγραμματικά block των TPS-TC, PMS-TC και PMD λειτουργιών. Παρ'όλα αυτά, οι ροές ελέγχου παρέχονται από αυτή την εργασία ώστε να επιτρέπονται οι ακόλουθοι τύποι δυναμικών συμπεριφορών.

1.7.1 Αρχικοποίηση

Η Αρχικοποίηση είναι μια ειδική περίπτωση μετάβασης ελέγχου ισχύος και χρησιμοποιείται για την είσοδο σε L0 κατάσταση. Η αρχικοποίηση χρησιμοποιείται επίσης σαν μέθοδος ανάκτησης λαθών σε όλα τα link states. Η αρχικοποίηση του διαμοιραστή μπορεί να προκληθεί από λειτουργίες υψηλότερου επιπέδου, εξωτερικές ως προς το ATU ή από μια κατάσταση σφάλματος εσωτερική ως προς τους διαμορφωτές – αποδιαμορφωτές. Από την οπτική γωνία του τοπικού ATU, τα σήματα υψηλού επιπέδου ή οι εντολές θα προκαλέσουν το modem ώστε να αρχίσει την διαδικασία αρχικοποίησης. Επιπροσθέτως το τοπικό ATU μπορεί να αρχίσει την διαδικασία ως απάντηση στην εύρεση σημάτων σημείων αναφοράς U.

1.7.2 On-line Επαναδιαμόρφωση (OLR)

Η on-line επαναδιαμόρφωση είναι ένα από τα ισχυρότερα εργαλεία τα οποία αναφέρονται στην παρούσα εργασία. Παρέχεται έτσι ώστε τα ATUs να μπορούν αυτόνομα να διατηρούν την λειτουργία μέσα στα όρια τα οποία τίθενται από τις παραμέτρους ελέγχου κατά την διάρκεια αλλαγών στην κατάσταση γραμμής ή στις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Όταν οι παράμετροι ελέγχου δεν μπορούν να διατηρηθούν μέσα από την αυτόνομη on-line επαναδιαμόρφωση, τότε μια κατάσταση σφάλματος προκύπτει. Η OLR χρησιμοποιείται επίσης ώστε να βελτιστοποιηθούν οι ρυθμίσεις ATU αμέσως μετά την αρχικοποίηση, ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιείται η κατάσταση γρήγορης αρχικοποίησης, η οποία κάνει

γρηγορότερες υποθέσεις κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης. Επιπροσθέτως, δεδομένα υψηλότερου επιπέδου καθώς και λειτουργίες ελέγχου και διαχείρισης μπορούν να χρησιμοποιήσουν την OLR. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η OLR συνδέεται με διάφορες επιλογές εφαρμογής της ADSL.

1.7.2.1 Τύποι on-line επαναδιαμόρφωσης

Η επαναδιαμόρφωση παίρνει τρεις μορφές, αν και η περιγραφή αυτών των μορφών είναι κυρίως για ευκολία στην περιγραφή. Οι μορφές της OLR είναι οι εξής: Ανταλλαγή Bit (BS), Δυναμικός Ρυθμός Επαναδιαμορισμού (DRR) και Συνεπής Ρυθμός Προσαρμογής (SRA). Το BS επαναμοιράζει δεδομένα και ισχύ ανάμεσα στους επιτρεπόμενους υπομεταφορείς χωρίς τροποποίηση των χαρακτηριστικών υψηλού επιπέδου του φυσικού μέσου. Επίσης επαναδιαμορφώνει τα bits και τις παραμέτρους fine-gain (bi, gi) χωρίς να αλλάζει τις υπόλοιπες PMD ή PMS-TC παραμέτρους ελέγχου.

Μετά την επαναδιαμόρφωση BS, ο συνολικός ρυθμός δεδομένων παραμένει ο ίδιος και ο ρυθμός δεδομένων στο κάθε latency path (L_p) παραμένει αμετάβλητος. Επειδή το BS χρησιμοποιείται για αυτόνομες αλλαγές ώστε να διατηρηθούν οι καταστάσεις λειτουργίας για το modem κατά την διάρκεια αλλαγής περιβαλλοντικών συνθηκών, το BS είναι υποχρεωτικό χαρακτηριστικό.

Το DRR χρησιμοποιείται για την επαναδιαμόρφωση του διαμορισμού ρυθμού δεδομένων μεταξύ πολλών latency paths μεταβάλλοντας τις παραμέτρους ελέγχου του πολυπλέκτη πακέτων. Το DRR μπορεί επίσης να επιφέρει αλλαγές στα bits και τις παραμέτρους fine gain (bi, gi) επαναμοιράζοντας τα bits μεταξύ των υποφορέων. Το DRR δεν μεταβάλλει τον συνολικό ρυθμό δεδομένων, αλλά μεταβάλλει τους επιμέρους ρυθμούς δεδομένων στα latency paths. Το DRR μπορεί επίσης να περιλαμβάνει αλλαγές στο αριθμό των οκτάδων από τον πακετοφορέα ανά Πακέτο Δεδομένων Πολυπλέκτη στο αντίστοιχο latency path. Και επειδή το DRR χρησιμοποιείται σε απόκριση των εντολών υψηλότερου επιπέδου είναι επιλογή για αρκετές εφαρμογές.

Η δυνατότητα για την υποστήριξη DRR φαίνεται κατά την διάρκεια της διαδικασίας αρχικοποίησης.

Το SRA χρησιμοποιείται για την επαναδιαμόρφωση του συνολικού ρυθμού δεδομένων με το να τροποποιεί τις παραμέτρους ελέγχου του πολυπλέκτη πακέτου και με την τροποποίηση των bits και των παραμέτρων fine gains. Από την στιγμή που ο συνολικός ρυθμός δεδομένων τροποποιείται, τουλάχιστον ένα από τα latency paths θα έχει καινούριο ρυθμό δεδομένων μετά την εφαρμογή του SRA. Ο αριθμός των οκτάδων πακετοφορέων ανά Πακέτο Δεδομένων Πολυπλέκτη μπορεί επίσης να τροποποιηθεί στις δοσοληψίες SRA. Επειδή το SRA χρησιμοποιείται για την απόκριση σε εντολές υψηλότερου επιπέδου, είναι μια επιλογή εφαρμογών. Η δυνατότητα για την υποστήριξη SRA φαίνεται κατά την διάρκεια της διαδικασίας αρχικοποίησης. Κάθε ATU το οποίο εφαρμόζει την διαδικασία σύντομης αρχικοποίησης θα πρέπει να εφαρμόζει λειτουργίες SRA.

1.7.2.2 Διαδικασίες on-line επαναδιαμόρφωσης

Η διαδικασία για την επαναδιαμόρφωση των PMD λειτουργιών εκανείται από την μεταφορά μηνυμάτων ελέγχου μεταξύ των οντοτήτων ελέγχου ATU πάνω από τα σήματα ελέγχου PMS-TC ανεβάσματος και κατεβάσματος. Τα μηνύματα περιγράφουν τις ζητούμενες αλλαγές στο ανέβασμα ή κατέβασμα των TPS-TC, PMS-TC ή PMD λειτουργιών. Αφού αποσταλούν τα μηνύματα ελέγχου, η λειτουργία μετάδοσης PMS-TC παράγει ένα αρχέτυπο επερώτησης

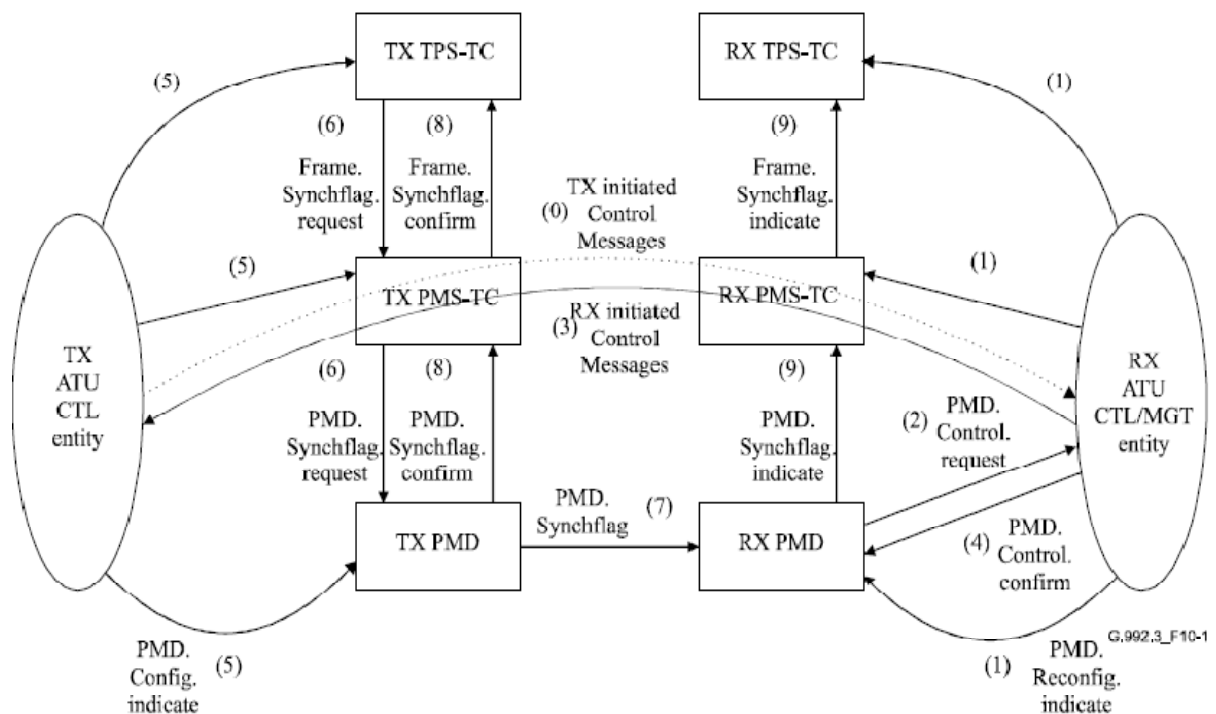
Synchflag, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα να αποστέλλεται το Synchflag από την λειτουργία μετάδοσης PMD πάνω από την διεπαφή U σαν μια χρονική σήμανση για το όταν η on-line επαναδιαμόρφωση συμβεί. Ακολούθως της επαναδιαμόρφωσης, κάθε λειτουργία PMD ειδοποιεί την PMS-TC λειτουργία για την επαναδιαμόρφωση με ένα αρχέτυπο Synchflag. Η λειτουργία PMD χρησιμοποιεί ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης και η λειτουργία λήψης PMD χρησιμοποιεί ένα αρχέτυπο ένδειξης.

1.7.2.2.1 Η διαδικασία έναρξης από τον παραλήπτη

Μια επιτυχής διαδικασία επαναδιαμόρφωσης με πρωτοβουλία του παραλήπτη έχει τα ακόλουθα βήματα (βλέπε παρακάτω εικόνα):

1. Εάν η διαδικασία επαναδιαμόρφωσης εκινήθει από την λειτουργία ελέγχου ή διαχείρισης του ATU, ένα αρχέτυπο ένδειξης επαναδιαμόρφωσης PMD χρησιμοποιείται για να ενεργοποιηθεί η επαναδιαμόρφωση της λειτουργίας λήψης PMD στην νέα L τιμή. Οι λειτουργίες ελέγχου ή διαχείρισης του λαμβάνοντος ATU χρησιμοποιούν παρόμοια αρχέτυπα για να μεταφέρουν νέες τιμές παραμέτρων ελέγχου στις λειτουργίες λήψης TPS-TC και PMS-TC, εάν αυτές οι λειτουργίες συμπεριλαμβάνονται στην επαναδιαμόρφωση.
2. Η λειτουργία λήψης PMD στέλνει ένα αρχέτυπο αίτησης ελέγχου στην λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU, μεταφέροντας τις νέες τιμές των παραμέτρων ελέγχου της απομακρυσμένης λειτουργίας PMD. Αυτό το αρχέτυπο μπορεί να σταλεί αυτόνομα ή σε απάντηση σε ένα αρχέτυπο ένδειξης επαναδιαμόρφωσης.
3. Οι λειτουργίες ελέγχου του λαμβάνοντος ATU στέλνουν τα απαραίτητα μηνύματα ελέγχου περιγράφοντας τις νέες τιμές των παραμέτρων ελέγχου της λειτουργίας μετάδοσης PMD προς την λειτουργία ελέγχου του αποστέλλοντος ATU. Αυτά τα μηνύματα μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν επαναδιαμόρφωση των παραμέτρων ελέγχου των λειτουργιών TPS-TC και PMS-TC.
4. Οι λειτουργίες ελέγχου του λαμβάνοντος ATU στέλνουν ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης ελέγχου στην λειτουργία PMD, η οποία ακολούθως περιμένει μέχρι το πέρας του δοθέντος χρόνου προτεραιότητας ώστε να ληφθεί ένα Synchflag από την λειτουργία αποστολής του PMD.
5. Όταν τα μηνύματα ελέγχου έχουν επιτυχώς ληφθεί από τις λειτουργίες ελέγχου του αποστέλλοντος ATU στέλνεται ένα αρχέτυπο ένδειξης ελέγχου στην λειτουργία μετάδοσης PMD μεταφέροντας τις νέες τιμές των παραμέτρων ελέγχου της λειτουργίας μετάδοσης PMD. Η λειτουργία ελέγχου του αποστέλλοντος ATU χρησιμοποιεί παρόμοια αρχέτυπα για τον διαμοιρασμό νέων τιμών παραμέτρων ελέγχου στις λειτουργίες μετάδοσης TPS-TC και PMS-TC εάν αυτές οι λειτουργίες εμπλέκονται στην επαναδιαμόρφωση.
6. Η λειτουργία μετάδοσης TPS-TC στέλνει ένα αρχέτυπο αίτησης πλαισίου Synchflag στην λειτουργία μετάδοσης PMS-TC η οποία στέλνει ένα αρχέτυπο αίτησης PMD Synchflag στην λειτουργία μετάδοσης PMD σαν ένδειξη ότι λειτουργίες μετάδοσης TPS-TC και PMS-TC είναι έτοιμες για επαναδιαμόρφωση.
7. Η λειτουργία μετάδοσης PMD μεταφέρει το αρχέτυπο PMD Synchflag στην γραμμή, σαν σηματοδότηση χρόνου για το ακριβές χρονικό σημείο όπου η επαναδιαμόρφωση θα λάβει χώρα. Το αρχέτυπο PMD Synchflag λαμβάνεται από την λειτουργία λήψης PMD. Αυτό το αρχέτυπο μπορεί να σταλεί αυτόνομα από την λειτουργία μετάδοσης PMD αν οι λειτουργίες μετάδοσης TPS-TC και PMS-TC δεν εμπλέκονται στην επαναδιαμόρφωση.

8. Στο χρονικό σημείο που συμβαίνει η επαναδιαμόρφωση, η λειτουργία μετάδοσης PMD στέλνει ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης PMD synchflag στην λειτουργία μετάδοσης PMS-TC η οποία στέλνει ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης frame synchflag στην λειτουργία μετάδοσης TSP-TC σαν ένα χρονικό σηματοδότη για το πότε θα λάβει χώρα η επαναδιαμόρφωση. Για την λειτουργία μετάδοσης PMD, αυτό είναι το συμβολικό όριο όπου το μέγεθος των πακέτων δεδομένων το οποίο λαμβάνεται από το PMS-TC αλλάζει.
9. Την χρονική στιγμή όπου η επαναδιαμόρφωση λαμβάνει χώρα, η λειτουργία λήψης PMD στέλνει ένα αρχέτυπο ένδειξης PMD Synchflag στην λειτουργία λήψης PMS-TC η οποία στέλνει ένα αρχέτυπο ένδειξης frame Synchflag στην λειτουργία λήψης TPS-TC, σαν ένα χρονικό σηματοδότη για το πότε θα λάβει χώρα η επαναδιαμόρφωση. Για την λειτουργία λήψης PMD, αυτό είναι το συμβολικό όριο όπου το μέγεθος των πακέτων δεδομένων τα οποία φτάνουν στο PMS-TC αλλάζει.



Εικόνα 24: Βήματα που εμπλέκονται στην on-line επαναδιαμόρφωση, εκκινούμενη από τον παραλήπτη

1.7.2.2.2 Η διαδικασία έναρξης από τον εκπομπό

Μια επιτυχημένη διαδικασία έναρξης από εκπομπό έχει τα ακόλουθα βήματα (δες εικόνα 24) :

1. Οι λειτουργίες διοίκησης και ελέγχου του εκπέμποντος ATU στέλνουν όλα τα απαραίτητα μηνύματα ελέγχου, περιγράφοντας τις νέες οριακές συνθήκες για τις TPS-TC και PMS-TC παραμέτρους ελέγχου των λειτουργιών τους, στην λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU.
2. Η επαναδιαμόρφωση εκκινείται από την λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU.

1.7.2.3 Διαχείριση Ισχύος

Η διαχείριση ισχύος περιλαμβάνει πολλές δυναμικές συμπεριφορές. Πολλές από αυτές προκαλούνται από τοπικά ή υψηλότερου επιπέδου σήματα και εντολές. Κάποιες από τις μεταβάσεις προκαλούνται από τοπικές συνθήκες και μπορούν να συμβούν αυτόνομα χωρίς την παρέμβαση από υψηλότερα επίπεδα.

1.7.2.3.1 Τύποι μεταβάσεων διαχείρισης Ισχύος

Παρακάτω περιγράφουμε τις εξής link state μεταβάσεις διαχείρισης ισχύος:

- Είσοδος σε κατάσταση χαμηλής ισχύος L2 από L0 κατάσταση, στην οποία αλλάζουν οι b_i , g_i και L ;
- Έξοδος από Κατάσταση Χαμηλής Ισχύος L2 σε κατάσταση L0, η οποία αλλάζει τις τιμές οι b_i , g_i και L ;
- Ψαλίδισμα χαμηλής Ισχύος L2, η οποία αλλάζει την τιμή PCBds, χωρίς να αλλάζει τις τιμές b_i και L ;

1.7.2.3.2 Διαδικασίες διαχείρισης Ισχύος

Η διαδικασία για την μετάβαση διαχείρισης ισχύος αρχίζει με την μεταφορά μηνυμάτων ελέγχου μεταξύ των οντοτήτων ελέγχου ATU, πάνω από τα σήματα ελέγχου PMS-TC σε ανέβασμα και κατέβασμα.

Τα μηνύματα περιγράφουν τις ζητούμενες αλλαγές στις λειτουργίες κατεβάσματος TPS-TC, PMS-TC ή PMD. Αφού τα μηνύματα ελέγχου έχουν αποσταλεί, η λειτουργία μετάδοσης PMS-TC παράγει ένα αρχέτυπο αίτησης PMD synchflag το οποίο οδηγεί ώστε η λειτουργία μετάδοσης PMD να μεταφέρει το synchflag πάνω από την διεπαφή U σαν ένα σύμβολο χρονισμού για όταν η μετάβαση διαχείρισης ισχύος λάβει χώρα.

Κατ' όπιν, στο υποεπίπεδο PMD κάθε λειτουργία PMD ειδοποιεί την λειτουργία PMS-TC της μετάβασης διαχείρισης ισχύος με ένα αρχέτυπο PMD Synchflag. Η λειτουργία μετάδοσης PMD χρησιμοποιεί ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης, και η λειτουργία λήψης PMD χρησιμοποιεί ένα αρχέτυπο ένδειξης.

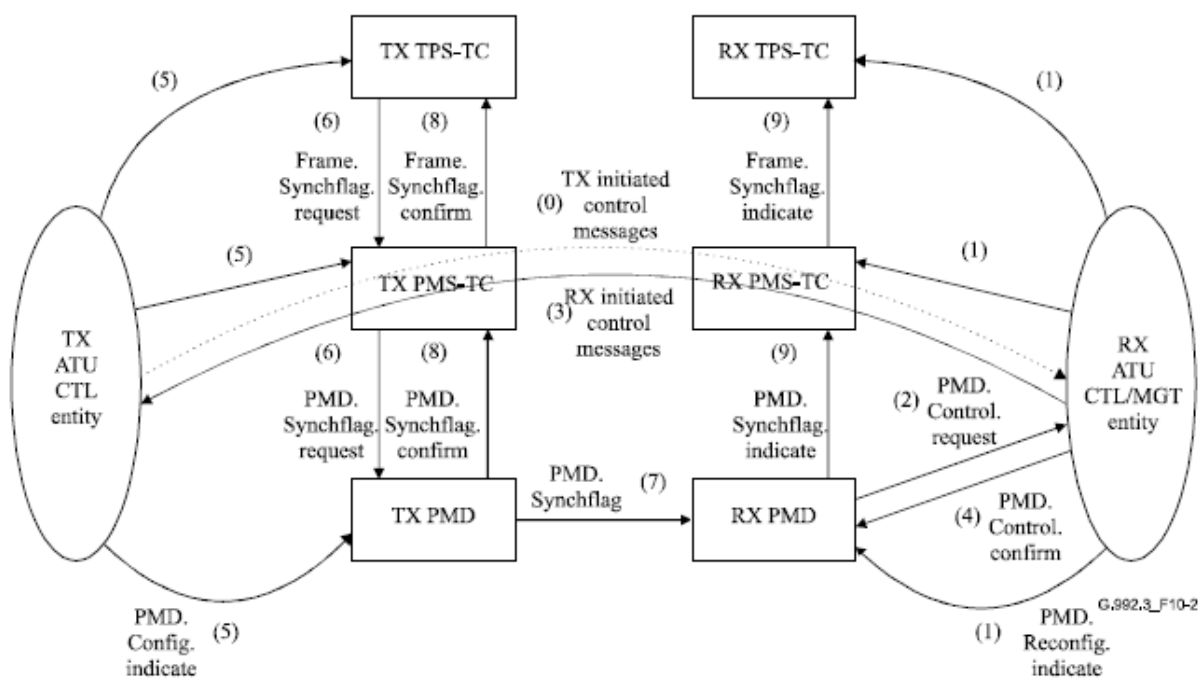
1.7.2.3.3 Διαδικασία εκκινούμενη από τον παραλήπτη

Μια επιτυχημένη διαδικασία εκκινούμενη από παραλήπτη για μετάβαση διαχείρισης ισχύος έχει τα ακόλουθα βήματα (δες εικόνα 25):

1. Εάν η διαδικασία για την μετάβαση διαχείρισης ισχύος εκκινείται από την λειτουργία ελέγχου ή διαχείρισης του ATU, ένα αρχέτυπο ένδειξης PMD reconfig χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της μετάβασης της λειτουργίας λήψης PMD. Η λειτουργία ελέγχου ή διαχείρισης του λαμβάνοντος ATU χρησιμοποιεί παρόμοια αρχέτυπα για να μεταφέρει νέες τιμές παραμέτρων ελέγχου, στις λειτουργίες λήψης TPS-TC και PMS-TC, εάν αυτές οι λειτουργίες εμπλέκονται στην όλη διαδικασία.
2. Η λειτουργία λήψης PMD στέλνει ένα αρχέτυπο αίτησης PMD control στην λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU, μεταφέροντας τις νέες τιμές των παραμέτρων ελέγχου της απομακρυσμένης λειτουργίας μετάδοσης PMD. Αυτό το αρχέτυπο μπορεί να σταλεί αυτόνομα ή σαν απάντηση σε ένα αρχέτυπο ένδειξης PMD reconfig.
3. Οι λειτουργίες ελέγχου του λαμβάνοντος ATU στέλνουν τα απαραίτητα μηνύματα ελέγχου περιγράφοντας τις νέες τιμές των παραμέτρων ελέγχου της λειτουργίας

μετάδοσης PMD στην λειτουργία ελέγχου του εκπομπού ATU. Αυτά τα μηνύματα μπορούν επίσης να περιλαμβάνουν επαναδιαμόρφωση των παραμέτρων ελέγχου των λειτουργιών PMS-TC και TPS-TC.

4. Η λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU στέλνει ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης PMD Control στην λειτουργία λήψης PMD, η οποία κατ'όπιν περιμένει μέχρι το timeout όλων λειτουργιών που έχουν προτεραιότητα ώστε ένα PMD synchflag να ληφθεί από την λειτουργία μετάδοσης PMD.
5. Όταν τα μηνύματα ελέγχου ληφθούν επιτυχώς από την λειτουργία ελέγχου του εκπομπού ATU, οι λειτουργίες ελέγχου του εκπομπού στέλνουν ένα αρχέτυπο ένδειξης PMD Control στην λειτουργία εκπομπής PMD μεταφέροντας τις νέες τιμές των παραμέτρων ελέγχου της λειτουργίας εκπομπής PMD. Η λειτουργία ελέγχου του εκπομπού ATU χρησιμοποιεί παρόμοια αρχέτυπα για να μεταφέρει νέες τιμές παραμέτρων ελέγχου στις λειτουργίες εκπομπής PMS-TC και TPS-TC, αν αυτές οι λειτουργίες εμπλέκονται στην διαδικασία.
6. Το εκπέμπων TPS-TC στέλνει ένα αρχέτυπο αίτησης Frame.Synchflag στην λειτουργία εκπομπής PMS-TC, η οποία στέλνει ένα αρχέτυπο αίτησης PMD Synchflag στην λειτουργία εκπομπής PMD ως ένδειξη ότι οι λειτουργίες εκπομπής TPS-TC και PMS-TC είναι έτοιμες για επαναδιαμόρφωση.
7. Η λειτουργία μετάδοσης PMD στέλνει ένα αρχέτυπο PMD-Synchflag στην γραμμή σαν σήμα χρονισμού για το πότε η μετάβαση διαχείρισης ισχύος θα λάβει χώρα. Το αρχέτυπο PMD Synchflag λαμβάνεται από την λειτουργία λήψης PMD. Αυτό το αρχέτυπο μπορεί να σταλεί αυτόνομα από την λειτουργία εκπομπής PMD εαν οι λειτουργίες εκπομπής PMS-TC και TPS-TC δεν εμπλέκονται στην μετάβαση.
8. Την χρονική στιγμή που η μετάβαση διαχείρισης ισχύος λαμβάνει χώρα, η λειτουργία εκπομπής PMD στέλνει ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης PMD Synchflag στην λειτουργία εκπομπής PMS-TC η οποία στέλνει ένα αρχέτυπο επιβεβαίωσης frame synchflag στην λειτουργία εκπομπής TPS-TC σαν ένα χρονικό σήμα για το πότε η διαδικασία λαμβάνει χώρα. Για την λειτουργία εκπομπής PMD αυτό είναι το συμβολικό όριο όπου το μέγεθος των πακέτων δεδομένων τα οποία λαμβάνονται από το PMS-TC αλλάζει.
9. Την χρονική στιγμή όπου η μετάβαση διαχείρισης ισχύος λαμβάνει χώρα, η λειτουργία λήψης PMD στέλνει ένα αρχέτυπο ένδειξης PMD Synchflag στην λειτουργία λήψης PMS-TC η οποία στέλνει ένα αρχέτυπο ένδειξης frame Synchflag στην λειτουργία λήψης TPS-TC σαν ένα χρονικό σήμα για το πότε η διαδικασία θα λάβει χώρα. Για την λειτουργία λήψης PMD αυτό είναι το συμβολικό όριο όπου τα πακέτα δεδομένων τα οποία παραδίδονται στο PMS-TC αλλάζουν μέγεθος.

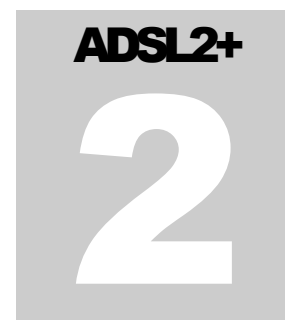


Εικόνα 25: Βήματα που εμπλέκονται στην μετάβαση διαχείρισης ισχύος, εκκινούμενη από τον παραλήπτη

1.7.2.3.4 Διαδικασία Εκκινούμενη από τον Εκπομπό

Μια επιτυχής μετάβαση διαχείρισης ισχύος εκκινούμενη από τον εκπομπό έχει τα ακόλουθα βήματα:

1. Οι λειτουργίες ελέγχου ή διαχείρισης του εκπομπού ATU στέλνουν όλα τα απαραίτητα μηνύματα ελέγχου περιγράφοντας τις νέες οριακές συνθήκες για τις παραμετρους ελέγχου των λειτουργιών PMS-TC και PMD στην λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU.
2. Η μετάβαση διαχείρισης ισχύος εκκινείται από την λειτουργία ελέγχου του λαμβάνοντος ATU. Όταν εισέρχονται σε κατάσταση L2, τα ATU-C και ATU-R αποθηκεύουν τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου της κατάστασης L0. Η έξοδος από την L2 στην L0 εκκινούμενη από το ATU-C περιλαμβάνει μόνο τα βήματα 5 έως 9 της εικόνας 25.



2 ADSL2+

2.1 Επισκόπηση της ADSL2+

Το ITU G.992.5 είναι ένα πρότυπο ITU το οποίο αναφέρεται συχνά και ως ADSL2+ ή ADSL2Plus. Εμπορικά αξίζει να αναφερθεί η maximum θεωρητική ταχύτητα κατεβάσματος των 24 Mbit/s.

2.2 Τεχνικές Πληροφορίες

Η ADSL2+ προεκτείνει την δυνατότητα της βασικής ADSL με το να διπλασιάζει τον αριθμό των bits κατεβάσματος. Οι ρυθμοί δεδομένων μπορούν να φτάσουν έως και τα 24 Mbit/s κατέβασμα, και 1 Mbit/s ανέβασμα, ανάλογα με την απόσταση του DSLAM από το σπίτι του πελάτη.

Η ADSL2+ είναι ικανή να διπλασιάσει το φάσμα συχνοτήτων των τυπικών ADSL συνδέσεων από 1.1 Mhz σε 2.2 Mhz. Αυτό διπλασιάζει τους ρυθμούς δεδομένων κατεβάσματος του προηγούμενου προτύπου ADSL2 των 12 Mbit/s, αλλά όπως και τα προηγούμενα πρότυπα, θα εκφυλιστεί από την κορυφαία ταχύτητά του μετά από μια συγκεκριμένη απόσταση.

Επίσης η ADSL2+ επιτρέπει το «δέσιμο» των θυρών. Αυτό συμβαίνει όπου πολλαπλές θύρες παρέχονται φυσικά στον τελικό χρήστη, και το συνολικό εύρος ζώνης είναι ίσο με το άθροισμα όλων των παρεχόμενων ports. Έτσι, εάν δυο γραμμές δυνατότητας 24 Mbit/Sec δεθούν, το τελικό αποτέλεσμα θα είναι μια σύνδεση ικανή για ταχύτητες έως και 48 Mbit/s. Παρ' όλα αυτά αυτή η λειτουργία δεν περιλαμβάνεται από όλους τους παρόχους DSLAM.

ITU-T Spec	Περιγραφή
g.998.1	Δέσιμο Πολλαπλού Ζεύγους βασισμένο σε ATM. Μια μέθοδος για το δέσιμο πολλαπλών DSL γραμμών για την μεταφορά ενός ATM φορτίου, πέραν του ρυθμού ή ακτίνας ενός μονού DSL δακτυλίου. Αυτό το πρωτόκολλο επιτρέπει το δέσιμο 2 έως 32 ζευγών, και υποστηρίζει δυναμική αφαίρεση και επαναφορά ζευγών χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.
g.998.2	Δέσιμο Πολλαπλού Ζεύγους βασισμένο σε Ethernet. Παρέχει μια μέθοδο για δέσιμο πολλαπλών DSL γραμμών, βασισμένη σε μεταφορά Ethernet. Αυτό το πρότυπο επεκτείνει την μεταφορά Ethernet πάνω από άλλες τεχνολογίες xDSL, συμπεριλαμβανομένης και της ADSL.
g.998.3	Δέσιμο Πολλαπλού Ζεύγους χρησιμοποιώντας χρονικά διαιρεμένη αντίστροφη

πολύπλεξη. Περιγράφει μια μέθοδο για το δέσιμο DSL γραμμών χρησιμοποιώντας χρονικά διαιρεμένη αντίστροφη πολύπλεξη. Αυτό το πρότυπο επιτρέπει την πρόσθεση και αφαίρεση ζευγών χωρίς απώλεια και την γρήγορη αφαίρεση ζευγούς εαν αυτό αποτύχει.
--

2.3 Η ADSL2+ στην Ελλάδα

Από τον Ιανουάριο του 2007, οι περισσότεροι πάροχοι DSL στην Ελλάδα άρχισαν να προσφέρουν ADSL2+ από τα ιδιωτικά δίκτυά τους. Αυτοί είναι:

- Forthnet – Προσφέρει Double Play υπηρεσίες. Έως 24 Mbit/s κατέβασμα και 1 Mbit/s ανέβασμα.
- Hellas Online – Παρόμοιο με την Forthnet
- Lannet – Προσφέρει Υπηρεσίες Triple Play, ταχύτητες παρόμοιες με την Forthnet
- Net One – Προσφέρει Υπηρεσίες Double Play, ταχύτητες παρόμοιες με την Forthnet.
- OnTelecoms – Προσφέρει Triple Play υπηρεσίες (όλα σε ένα) – μέχρι και 16 Mbit/s κατέβασμα, 512 kbit/s ανεβασμα
- Tellas – Προσφέρει υπηρεσίες παρόμοιες με την Forthnet
- Vivodi – Προσφέρει Triple Play υπηρεσίες (CableTV) μέχρι και 20 Mbit/s κατέβασμα.
- Vodafone – Προσφέρει Double Play υπηρεσίες (“Vodafone Double Play Plus”) – ταχύτητες παρόμοιες με την Forthnet
- ΟΤΕ – Προσφέρει υπηρεσίες Double Play (“conn-x TALK”) – ταχύτητες παρόμοιες με την Forthnet.

2.4 Μοντέλα Αναφοράς

Τα μοντέλα Αναφοράς που χρησιμοποιεί η ADSL2+ είναι ίδια με τα μοντέλα αναφοράς που χρησιμοποιεί η ADSL2, όπως αναλύθηκαν στην 1.2.

2.5 Λειτουργία του TPS-TC (Transport Protocol Specific Transmission Convergence)

Η λειτουργία του TPS-TC είναι ίδια με την λειτουργία που αναλύθηκε στο κεφάλαιο της ADSL2, στην παράγραφο 1.3

2.6 Λειτουργία του PMS-TC (Transport Protocol Specific Transmission Convergence)

Η λειτουργία του PMS-TC είναι ίδια με την λειτουργία που αναλύθηκε στο κεφάλαιο της ADSL2, στην παράγραφο 1.4

2.7 Λειτουργία φυσικού μέσου (Physical Media Dependent Function)

Και η λειτουργία αυτή είναι ίδια με την λειτουργία που αναλύθηκε στο κεφάλαιο της ADSL2, στην παράγραφο 1.5

2.8 Πρωτόκολλο διαχείρισης Συγκεκριμένης Σύγκλισης Μετάδοσης (MPS-TC)

Και η λειτουργία αυτή είναι ίδια με την λειτουργία που αναλύθηκε στο κεφάλαιο της ADSL2, στην παράγραφο 1.6

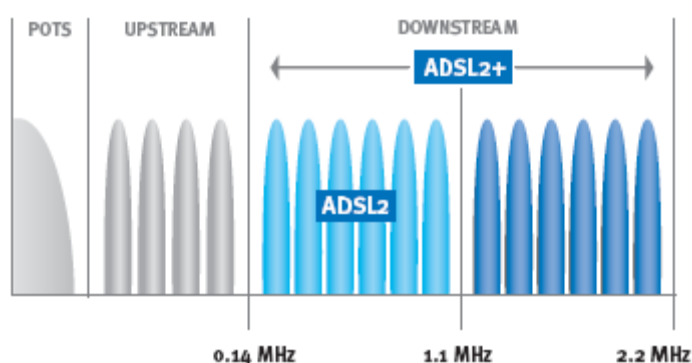
2.9 Δυναμική Συμπεριφορά

Η Δυναμική Συμπεριφορά της ADSL2+ είναι ίδια με την δυναμική συμπεριφορά της ADSL2, όπως έχει αναλυθεί στην 1.7.

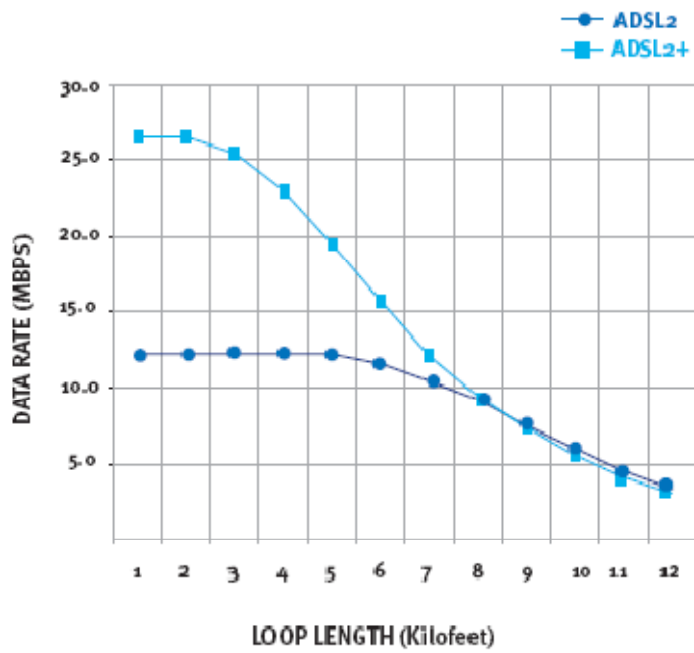
2.10 Σε σχέση με την ADSL2

Η ADSL2+ διπλασιάζει το εύρος ζώνης κατεβάσματος, κατά συνέπεια αυξάνοντας το ρυθμό δεδομένων πάνω σε τηλεφωνικές γραμμές εντός 9 κιλοποδιών. Ενώ τα δυο πρώτα μέλη της οικογένειας προτύπων ADSL2 (G.992.3 και G.992.4) προσδιορίζουν μια συχνότητα κατεβάσματος μέχρι 1.1 Mhz και 552 kHz αντίστοιχα, η ADSL2+ προσδιορίζει μια συχνότητα κατεβάσματος μέχρι 2.2 Mhz. Το αποτέλεσμα είναι μια σημαντική αύξηση σε σχέση με τον ρυθμό δεδομένων πάνω σε πιο κοντινές γραμμές.

Η ADSL2+ επίσης προσφέρει έναν εναλλακτικό τρόπο λειτουργίας ο οποίος διπλασιάζει το εύρος ζώνης για ανέβασμα, το οποίο θα οδηγήσει σε διπλασιασμό και του ρυθμού δεδομένων ανεβάσματος.



Εικόνα 26: η ADSL2+ διπλασιάζει το εύρος ζώνης που χρησιμοποιείται για δεδομένα



Εικόνα 27: η ADSL2+ διπλασιάζει τον μέγιστο ρυθμό δεδομένων



3 VDSL

3.1 Επισκόπηση της VDSL

Η VDSL ή αλλιώς VHDSL (Very High Speed DSL) είναι μια DSL τεχνολογία η οποία προσφέρει γρηγορότερο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων πάνω από ένα μονό συνεστραμμένο ζεύγος χάλκινων καλωδίων. Αυτές οι γρήγορες ταχύτητες σημαίνουν ότι η VDSL είναι ικανή να υποστηρίξει νέες υψηλού εύρους ζώνης εφαρμογές, όπως η HDTV, καθώς και τηλεφωνικές υπηρεσίες (Voice over IP) και γενική πρόσβαση στο Internet, πάνω από μια μονή σύνδεση. Η VDSL εγκαθίσταται πάνω σε ήδη υπάρχοντα καλώδια χρησιμοποιώντας POTS (Plain Old Telephone System) και χαμηλής-ταχύτητας DSL συνδέσεις.

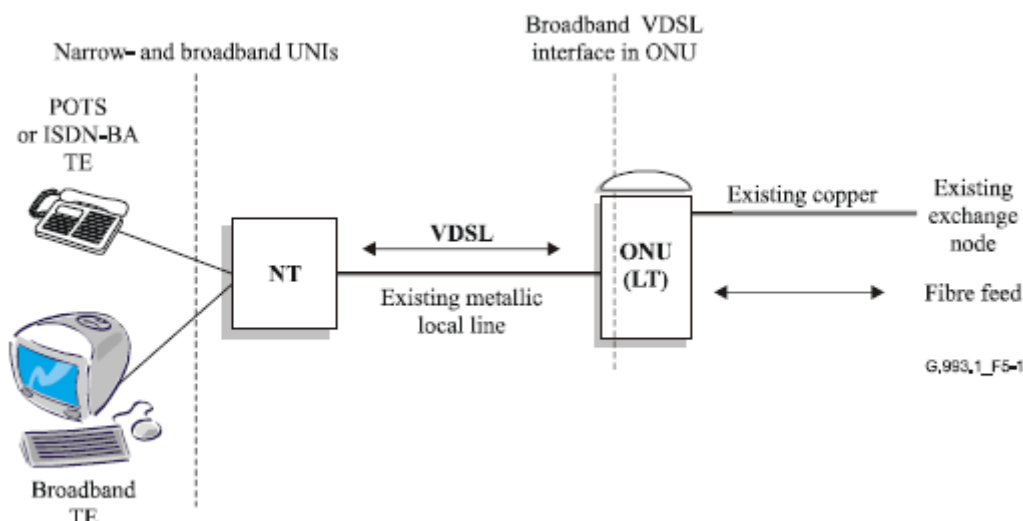
Τα συστήματα VDSL2 δεύτερης γενιάς (ITU-G.993.2) υλοποιούν εύρος ζώνης έως και 30 Mhz για να παρέχουν ρυθμούς δεδομένων μέχρι 100 Mbit/s ταυτόχρονα για ανέβασμα και κατέβασμα. Το μέγιστο διαθέσιμο bit rate επιτυγχάνεται σε ένα εύρος περίπου 300 μέτρων.

Στην παρούσα φάση, η καθιερωμένη VDSL χρησιμοποιεί έως και 7 διαφορετικές μπάντες συχνοτήτων, πράγμα το οποίο επιτρέπει επιλογή του ρυθμού δεδομένων μεταξύ ανεβάσματος και κατεβάσματος ανάλογα με την ποιότητα υπηρεσίας που παρέχεται και τους περιορισμούς του φάσματος. Η VDSL πρώτης γενιάς προσδιόριζε τόσο QAM (Quadrature amplitude modulation) – Διαμόρφωση Τετραγωνικού Εύρους όσο και DMT (Discrete Multi-Tone modulation) – Διαμόρφωση Διακριτού Πολλαπλών-Τόνων. Το 2006, η ITU-T προσδιόρισε επακριβώς την τεχνολογία της VDSL στο G.993.2, το οποίο όμως περιλαμβάνει μόνο την διαμόρφωση DMT για την VDSL2.

3.2 Μοντέλα Αναφοράς

3.2.1 Γενικά Μοντέλα Αναφοράς

Η παρακάτω εικόνα δείχνει την διαμόρφωση αναφοράς που χρησιμοποιείται στο G.993.1. Κατ'ουσίαν είναι μια Ίνα προς την Αρχιτεκτονική Κόμβου με μια Μονάδα Οπτικού Δικτύου (ONU – Optical Network Unit), η οποία βρίσκεται στο ήδη υπάρχον δίκτυο μεταλλικής πρόσβασης. Το πρώτο μοντέλο αρχιτεκτονικής καλύπτει τον τύπο εγκατάστασης Ίνα-Προς-Γραφείο (FFTCab Fibre-to-the-cabinet). Το δεύτερο μοντέλο αρχιτεκτονικής καλύπτει τον τύπο εγκατάστασης Ίνα-προς-Ανταλλαγή (Fibre-to-the-exchange – FTTEx). Τα ήδη υπάρχοντα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους μεταλλικής πρόσβασης χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν τα σήματα από και προς τις εγκαταστάσεις του πελάτη.



Εικόνα 28: το Γενικό Μοντέλο Αναφοράς

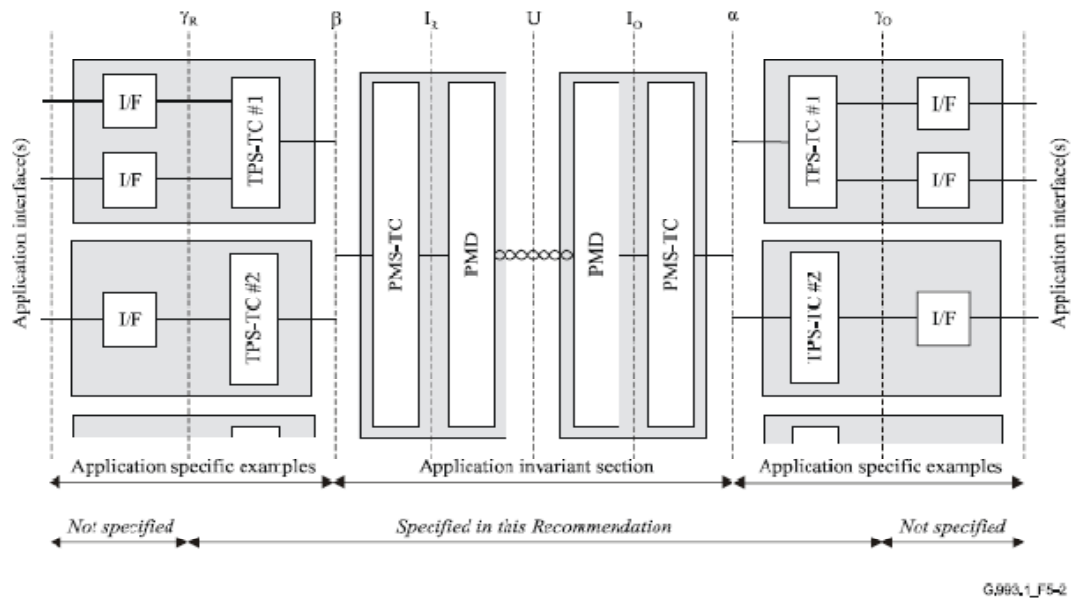
Η διαμόρφωση παρέχει δύο ή τέσσερα μονοπάτια δεδομένων με bit rate ελεγχόμενο από τον διαχειριστή δικτύου, τα οποία αποτελούνται από ένα ή δυο καλώδια αφιερωμένα στο κατέβασμα, και ένα ή δυο αντίστοιχα αφιερωμένα στο ανέβασμα δεδομένων. Ένα μονοπάτι προς κάθε κατεύθυνση μπορεί να είναι είτε υψηλής καθυστέρησης ή χαμηλής καθυστέρησης. Τα διπλά μονοπάτια προς κάθε κατεύθυνση παρέχουν ένα μονοπάτι για κάθε τύπο. Η διαμόρφωση διπλής καθυστέρησης γενικά θεωρείται ότι είναι ένα ελάχιστο, το οποίο είναι ικανό να παρέχει ένα επαρκές σύνολο υπηρεσιών, παρ' όλο που υπάρχουν οργανισμοί που υποστηρίζουν τόσο το μοντέλο απλής καθυστέρησης με προγραμματιζόμενη καθυστέρηση, και άλλες που απαιτούν περισσότερα από δυο μονοπάτια/καθυστερήσεις.

Το μοντέλο υποθέτει ότι ένας έλεγχος Διόρθωσης Εμπρόσθιου Λάθους (FEC – Forward Error Correction) θα χρειάζεται για ένα τμήμα του φορτίου και ότι παρεμβολή σε βάθος θα χρειαστεί για να παρέχει επαρκή προστασία ενάντια στον προκαλούμενο θόρυβο. Το μοντέλο εισάγει service-splitter λειτουργικά μπλοκ να υποστηρίξουν την διαμοιραζόμενη χρήση του φυσικού μέσου για VDSL και είτε POTS είτε ISDN-BA. Η λογική πίσω από αυτό είναι ότι οι διαχειριστές δικτύου θα είναι κατά συνέπεια ελεύθεροι να αναπτύξουν το δίκτυό τους κατά έναν ή δύο τρόπους: πλήρης αντικατάσταση ή επικάλυψη. Ένας ενεργός Τερματισμός Δικτύου (NT) παρέχει τερματισμό του συστήματος μετάδοσης VDSL από σημείο-σε-σημείο (point-to-point) και παρουσιάζει ένα προτυποποιημένο σύνολο από Διεπαφής Δικτύου Χρηστών (UNIs) στις εγκαταστάσεις του χρήστη. Το NT παρέχει στον διαχειριστή συστήματος την δυνατότητα να ελέγξει την λειτουργία του συστήματος μέχρι και τις εγκαταστάσεις του πελάτη, κατ' απαίτηση όταν συμβεί κάποια συνθήκη σφάλματος ή μέσω νυχτερινής δρομολόγησης. Αναμένεται ότι η VDSL θα εξυπηρετήσει εφαρμογές κατά την μεταφορά μέσω διαφόρων πρωτοκόλλων. Για τις διαφορετικές λειτουργικές απαιτήσεις κάθε εφαρμογής, θα πρέπει να ενημερώνεται το επίπεδο TPS-TC.

Οι υπηρεσίες της VDSL θα πρέπει να συνυπάρχουν χωρίς να παρεμποδίζει η μια την άλλη, και μαζί με τις υπηρεσίες στενής ζώνης (narrow band) πάνω στο ίδιο ζεύγος. Η αποτυχία σε κάποια από τις παρεχόμενες υπηρεσίες της VDSL ή κάποιο σφάλμα κατά τον Τερματισμό Δικτύου (NT) δεν θα επηρεάζει καμία από τις υπηρεσίες στενού εύρους. Αυτό θα πρέπει να υπονοεί ότι το φίλτρο του splitter είναι παθητικής φύσεως και δεν απαιτεί εξωτερική ισχύ ώστε να παρέχει χωρισμό των συχνοτήτων της VDSL και των σημάτων στενής ζώνης.

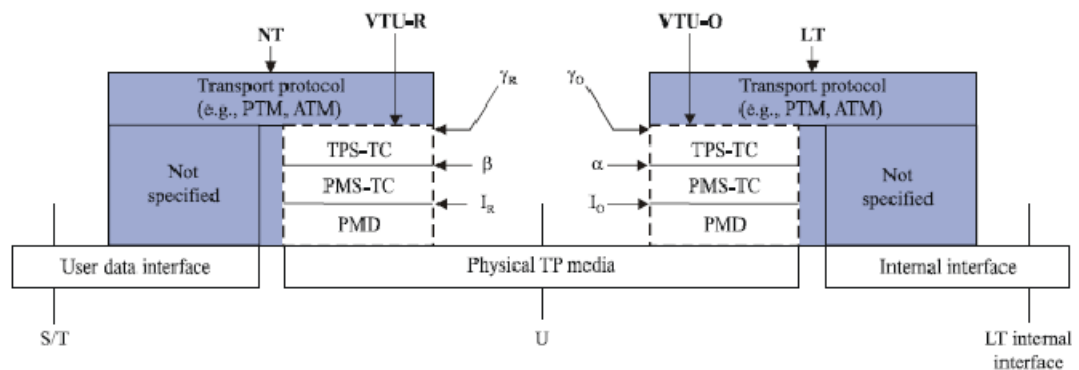
Το POTS (Plain Old Telephone System), εάν είναι υπαρκτό, θα συνεχίζει να λαμβάνει ισχύ από τον υπάρχοντα κόμβο ανταλλαγής. Απαιτείται ένα DC μονοπάτι από τον τοπικό κόμβο ανταλλαγής ως το τηλέφωνο του πελάτη. Παρομοίως, ένα DC μονοπάτι απαιτείται για ISDN-BA ώστε να παρέχεται απομονωμένη ισχύς, η οποία να τροφοδοτεί το NT του ISDN-BA. Τα POTS και ISDN-BA δεν μπορούν να συνυπάρχουν ταυτόχρονα πάνω στην ίδια ζώνη προς το παρόν. Οι διαχειριστές δικτύου θα πρέπει να παρέχουν είτε το ένα είτε το άλλο, αλλά όχι και τα δυο πάνω από ένα μονό ζεύγος. Επίσης μπορούν να επιλέξουν να παρέχουν VDSL πάνω από γραμμές πρόσβασης χωρίς υπηρεσίες στενής ζώνης. Η NT ευρείας ζώνης δεν απαιτείται να λαμβάνει ισχύ απομονωμένα.

3.2.2 Λειτουργικό Μοντέλο Αναφοράς



Εικόνα 29: το VTU-x Λειτουργικό Μοντέλο Αναφοράς

3.2.3 Μοντέλο Αναφοράς Πρωτοκόλλου



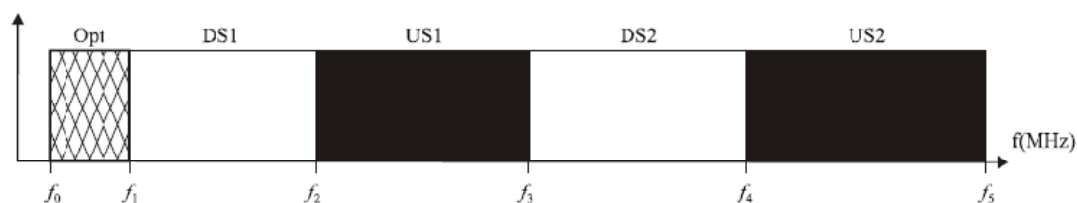
Εικόνα 30: VTU-x Μοντέλο Αναφοράς Πρωτοκόλλου

3.3 Χαρακτηριστικά Διεπαφής Μέσου Εκπομπής

Αυτή η παράγραφος περιγράφει την διεπαφή μεταξύ του διαμοιραστή και του μέσου εκπομπής. Για τους σκοπούς αυτής της εργασίας, θεωρούμε τις U-O2/U-R2 και U διεπαφές ισότιμες ως προς το φάσμα.

3.3.1 Μέθοδος Duplexing

Οι διαμοιραστές G.993.1 χρησιμοποιούν Duplexing Διαχωρισμού συχνοτήτων (FDD) για να διαχωρίσουν τις εκπομπές ανεβάσματος και κατεβάσματος. Τα συστήματα G.993.1 χρησιμοποιούν ένα πλάνο τεσσάρων φασμάτων συχνοτήτων το οποίο αρχίζει στα 138 KHz και φτάνει μέχρι τα 12 MHz. Τα τέσσερα φάσματα συχνοτήτων τιλοφορούνται ως DS1, US1, DS2 και US2, για το πρώτο φάσμα κατεβάσματος, το πρώτο φάσμα ανεβάσματος και τα δεύτερα φάσματα κατεβάσματος και ανεβάσματος αντίστοιχα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Ο διαχωρισμός τους γίνεται έτσι ώστε να ικανοποιούνται τα όρια συχνοτήτων f_1, f_2, f_3, f_4 και f_5 .



Εικόνα 31: G.993.1 διαμοιρασμός φασμάτων συχνοτήτων

Η ανάλυση της χρήσης της περιοχής μεταξύ 25 και 138 KHz (f_0, f_1) είναι εκτός των σκοπών αυτής της εργασίας.

3.4 Γενικά Λειτουργικά Χαρακτηριστικά του υποστρώματος TPS-TC

Το φυσικό επίπεδο θα πρέπει να μεταφέρει τουλάχιστον ένα από τα ATM ή PTM σήματα.

3.4.1 Χαρακτηριστικά Διεπαφής α/β

Τα σημεία αναφοράς α και β καθορίζουν αντίστοιχες διεπαφές μεταξύ των TPS-TC και PMS-TC στις πλευρές VTU-O και VTU-R, αντίστοιχα. Και οι δυο διεπαφές είναι υποθετικές, ανεξάρτητες από την εφαρμογή, και ταυτόσιμες. Οι διεπαφές αποτελούν τις ακόλουθες ροές σημάτων μεταξύ των υποστρωμάτων TPS-TC και PMS-TC:

- Ροή δεδομένων
- Ροή συγχρονισμού

ΥΠΟΣΗΜΕΙΩΣΗ: Εάν έχει εφαρμοστεί διπλή καθυστέρηση, η διεπαφή αποτελείται από δυο πανομοιότυπες ροές δεδομένων και συγχρονισμού: μια για το γρήγορο και μια για το αργό κανάλι αντίστοιχα. Κάθε ροή βρίσκεται μεταξύ των αντίστοιχων TPS-TC και PMS-TC υποεπιπέδων.

3.4.1.1 Ροή Δεδομένων

Η ροή δεδομένων αποτελείται από δυο γενικά οκταδο-προσανατολισμένα ρεύματα με τιμές οι οποίες τίθενται από τις δυνατότητες του φυσικού μέσου:

- Ρεύμα εκπομπής δεδομένων: Tx
- Ρεύμα λήψης δεδομένων: Rx

Η περιγραφή των σημάτων ροής δεδομένων γίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Εάν τα ρεύματα δεδομένων είναι σειριακά κατά την υλοποίηση, το πιο σημαντικό ψηφίο κάθε οκτάδας στέλνεται πρώτο. Οι τιμές των ρυθμών δεδομένων Tx και Rx τίθενται κατά την διάρκεια της διαμόρφωσης συστήματος.

Signal(s)	Description	Direction	Notes
<i>Data signals</i>			
Tx	Transmit data	TPS-TC → PMS-TC	
Rx	Receive data	TPS-TC ← PMS-TC	
<i>Synchronization signals</i>			
Clk _t	Transmit bit timing	TPS-TC ← PMS-TC	Optional
Clk _r	Receive bit timing		
Osync _t	Transmit octet timing		
Osync _r	Receive octet timing		

Πίνακας 23: Περίληψη σημάτων ροής δεδομένων και συγχρονισμού στην α/β διεπαφή

3.4.1.2 Ροή Συγχρονισμού

Αυτή η ροή παρέχει συγχρονισμό μεταξύ των υποεπιπέδων TPS-TC και PMS-TC. Η ροή συγχρονισμού αποτελείται από έως και τέσσερα σήματα συγχρονισμού, τα οποία φαίνονται στον πίνακα 24.

- Συγχρονισμός bit ροής δεδομένων εκπομπής και λήψης (Clk_t, Clk_r).
- Συγχρονισμός οκτάδων ροής δεδομένων εκπομπής και λήψης (Osync_t, Osync_r).

Όλα τα σήματα συγχρονισμού δημιουργούνται από το PMS-TC και κατευθύνονται προς το TPS-TC. Τα σήματα Osync_t, Osync_r είναι υποχρεωτικά σε αντίθεση με άλλα τα οποία είναι επιθυμητά αλλά δεν επιβάλλονται.

Οι ρυθμοί Clk_t και Clk_r αντιστοιχίζονται με τους ρυθμούς δεδομένων Tx και Rx.

3.4.2 Περιγραφή Διεπαφής (γ_o, γ_r)Εφαρμογών OC TPS-TC

Αυτή η παράγραφος περιγράφει ένα επιχειρησιακό κανάλι VDSL τύπου TPS-TC, το οποίο περιγράφει την εκπομπή των ενσωματωμένων υπηρεσιών καναλιού (EOC) πάνω από μια σύνδεση VDSL μεταξύ των οντοτήτων διαχείρισης VDSL οι οποίες βρίσκονται στα

αντίθετα άκρα της σύνδεσης. Το OC-TC περιγράφεται και στα δυο σημεία αναφοράς γ_O , γ_R των VTU-O και VTU-R πλευρών αντίστοιχα. Και οι δυο γ διεπαφές είναι λειτουργικές, ταυτόσιμες και περιέχουν τις ακόλουθες ροές σημάτων:

- Ροή Δεδομένων
- Ροή Συγχρονισμού

3.4.2.1 Ροή Δεδομένων

Η εοc ροή δεδομένων περιλαμβάνει δυο αντίθετων κατευθύνσεων ρεύματα με μπλοκς των 2 οκτάδων το κάθε ένα (eoc_tx, eoc_rx) με ανεξάρτητους ρυθμούς ροής μεταξύ του επιπέδου εφαρμογής EOC και του TPS-TC OC μπλοκ. Οι ρυθμοί bit και στα δυο ρεύματα δεν θα ξεπεράσουν το προκαθορισμένο άνω όριο της δυνατότητας μεταφοράς του OC καναλιού. Η περιγραφή του σήματος ροής δεδομένων φαίνεται στον πίνακα 23.

Εαν τα ρεύματα δεδομένων είναι *σειριακά* κατά την υλοποίηση, το MSB κάθε οκτάδας θα σταλεί πρώτο.

3.4.2.2 Ροή Συγχρονισμού

Αυτή η ροή παρέχει συγχρονισμό μεταξύ του επιπέδου εφαρμογών EOC και του OC-TC. Η ροή περιλαμβάνει τα ακόλουθα σήματα συγχρονισμού, τα οποία φαίνονται στον πίνακα 24:

- Σήματα συγχρονισμού εκπομπής και λήψης (eoc_tx_clk, eoc_rx_clk): τα οποία δημιουργούνται από τον eoc επεξεργαστή.
- Flag επίτρεψης εκπομπής (tx_enbl): το οποίο δημιουργείται από το OC-TC και επιτρέπει την εκπομπή των επόμενων μπλοκ μεγέθους δυο οκτάδων.
- Flag επίτρεψης λήψης (rx_enbl): το οποίο δημιουργείται από το OC-TC και δείχνει ότι το επόμενο μπλοκ τοποθετείται στον buffer λήψης του OC-TC.

Signal	Description	Direction	Notes
<i>Data flow</i>			
eoc_tx	Transmit eoc data	VME → OC-TC	Two-octet block
eoc_rx	Receive eoc data	VME ← OC-TC	
<i>Synchronization flow</i>			
eoc_tx_clk	Transmit clock	VME → OC-TC	
eoc_rx_clk	Receive clock	VME → OC-TC	
tx_enbl	Transmit enable flag	VME ← OC-TC	
rx_enbl	Receive enable flag	VME ← OC-TC	

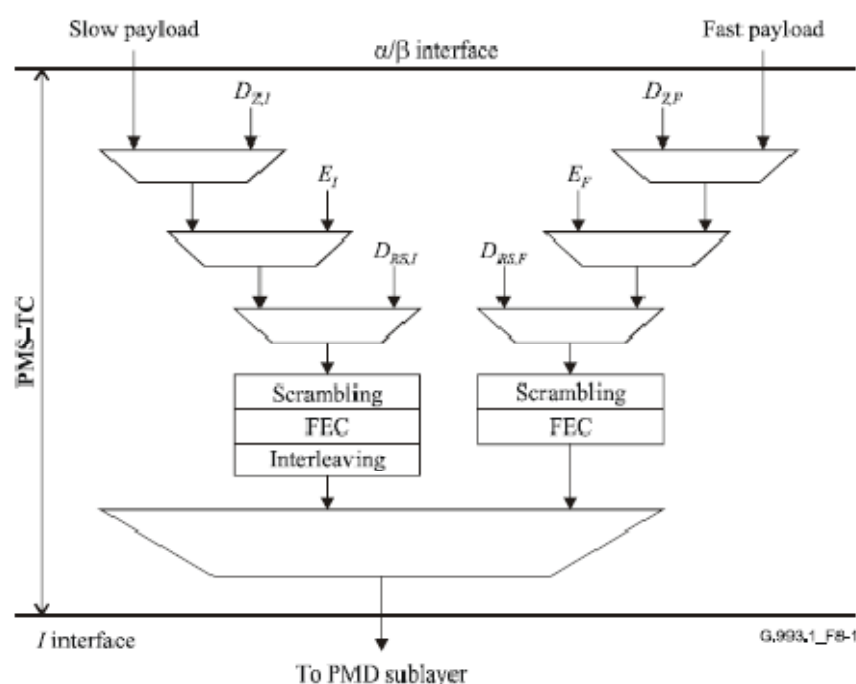
Πίνακας 24: Περίληψη ροής συγχρονισμού και δεδομένων για το γ interface του OC-TC

3.5 Υποεπίπεδο PMS-TC

Το υποεπίπεδο PMS-TC παρέχει λειτουργίες εκπομπής συγκεκριμένα για το μέσο TC, όπως framing, διόρθωση εμπρόσθιου λάθους και interleaving. Για τους σκοπούς της εργασίας, δεν θα μπούμε σε λεπτομέρειες για την κάθε λειτουργία.

3.5.1 Λειτουργικό Μοντέλο PMS-TC

Όλα τα bytes δεδομένων θα σταλούν με το MSB πρώτο. Όλες οι σειριακές επεξεργασίες (πχ scrambling, CRC calculation), γίνονται με το LSB πρώτο, με το MSB του εξωτερικού κόσμου να θεωρείται σαν το LSB του VDSL. Σαν αποτέλεσμα το πρώτο εισερχόμενο bit θα θεωρείται το πρώτο επεξεργαζόμενο bit μέσα στο VDSL (VDSL LSB). Το λειτουργικό διάγραμμα του PMS-TC φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 32: Διάγραμμα του PMS-TC υποεπιπέδου

3.5.2 Διασκεδαστής (Scrambler)

Ένας διασκεδαστής χρησιμοποιείται για να μειώσει το ενδεχόμενο ότι μια μεγάλη ακολουθία από μηδενικά θα σταλεί πάνω από το κανάλι. Ο διασκεδαστής θα είναι αυτοσυγχρονιζόμενος, έτσι ώστε η επανένωση να μπορεί να συμβαίνει χωρίς να απαιτείται κάποια ιδιαίτερη ευθυγράμμιση με την ακολουθία του διασκεδαστή. Ο διασκεδαστής περιγράφεται από την παρακάτω εξίσωση, όπου $m(n)$ είναι ένα δείγμα μηνύματος bit σε τυχαίο χρόνο n και η έξοδος του διασκεδαστή $x(n)$ δίνεται από την:

$$x(n) = m(n) + x(n-18) + x(n-23)$$

Η αριθμητική είναι σε modulo 2. Όσο ο διασκεδαστής αρχικοποιείται με τιμές διάφορες από αυτές του μηδενός, μια ακολουθία γεμάτη με μηδενικά για το $m(n)$ θα έχει ως αποτέλεσμα μια ψευδοτυχαία ακολουθία μήκους $2^{23}-1$.

3.5.3 Διόρθωση Εμπρόσθιου Λάθους

Ένας standard byte-προσανατολισμένος Reed Solomon κώδικας θα χρησιμοποιηθεί για να παρέχει προστασία ενάντια σε τυχαία σφάλματα και σφάλματα ριπών. Δεν θεωρούμε σκοπό της εργασίας να μπούμε σε βάθος ανάλυση του Reed Solomon.

3.5.4 Interleaving

Το interleaving χρησιμοποιείται για την προστασία των δεδομένων ενάντια σε λάθη ριπών με το να μοιράζει τα λάθη πάνω από ένα συγκεκριμένο αριθμό κωδικών λέξεων Reed-Solomon. Το βάθος του interleaving είναι προγραμματιζόμενο με maximum τις 64 κωδικές λέξεις, όταν ο αριθμός οκτάδων ανά κωδική λέξη (N) είναι ίσος με 255. Για μικρότερες τιμές του N , το βάθος interleave μεγαλώνει σχεδόν αναλογικά. Είναι δυνατόν να καθορίσουμε το βάθος μέσα από το σύστημα διαχείρισης ώστε να ικανοποιήσουμε τις ανάγκες καθυστέρησης. Η καθυστέρηση του αργού μονοπατιού είναι μια λειτουργία του ρυθμού δεδομένων και μια δυνατότητα διόρθωσης λαθών ριπών.

Για ρυθμούς δεδομένων μεγαλύτερους ή ίσους με 13 Mbit/s, η καθυστέρηση μεταξύ α και β διεπαφών δεν ξεπερνά τα 10 ms όταν το βάθος του interleaver τίθεται στο maximum. Σε χαμηλότερους ρυθμούς δεδομένων θυσιάζουμε δυνατότητα διόρθωσης λαθών ριπών για μικρότερες καθυστερήσεις. Για κάθε ρυθμό δεδομένων, η μικρότερη καθυστέρηση συμβαίνει όταν ο interleaver δεν λειτουργεί. Όταν λειτουργεί, οι κωδικές λέξεις μεταδίδονται πριν την εκπομπή για να αυξήσουν την απροσβλητότητα των RS κωδικών λέξεων σε λάθη ριπών. Ο συνεστραμμένος interleaver χρησιμοποιεί μνήμη στην οποία ένα block των I οκτάδων γράφεται την στιγμή που ένα μπλοκ ίδιου μεγέθους διαβάζεται.

Η ίδιου μεγέθους μνήμη interleaving, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα χρειάζεται για το interleaving στον εκπομπό και την αντιστροφή της διαδικασίας στον παραλήπτη. Το συνεστραμμένο interleaving εισάγει μια απόλυτη read-to-write καθυστέρηση, Δ_j , η οποία αυξάνεται γραμμικά με τον δείκτη οκτάδων μέσα σε ένα μπλοκ των I οκτάδων.

$$\Delta_j = (D-1) \times j$$

Όπου $j = 0, 1, 2, \dots, I-1$.

Parameter	Value
Interleaver block length (I)	I bytes (equal to or divisor of N)
Interleaving Depth (D)	$M \times I + 1$
(De)interleaver memory size	$M \times I \times (I-1)/2$ bytes
Correction capability	$\lfloor t/q \rfloor \times (M \times I + 1)$ bytes
End-to-end delay	$M \times I \times (I-1)$ bytes

Πίνακας 25: Χαρακτηριστικά συνεστραμμένου Interleaving

3.6 Υποεπίπεδο PMD

3.6.1 Διαμόρφωση Πολλαπλού Φορέα

Η διαμόρφωση χρησιμοποιεί έναν maximum αριθμό υποφορέων, ίσων με $N_{sc} = 2n+8$, όπου το n μπορεί να πάρει τιμές 0,1,2,3,4. Ασύνδετα υποσεί των N_{sc} υποφορέων καθορίζονται για χρήση στο κατέβασμα και στο ανέβασμα. Αυτά τα υποσεί καθορίζονται από το σχέδιο συχνότητας. Τα ακριβή υπο-σεί των υποφορέων τα οποία χρησιμοποιούνται για να διαμορφώσουν δεδομένα σε κάθε κατεύθυνση, καθορίζονται κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης και βασίζονται πάνω σε ρυθμίσεις του συστήματος διαχείρισης και σε λόγους σημάτων προς θόρυβο των υποκαναλιών. Σε πολλές περιπτώσεις ο αριθμός των υποφορέων ο οποίος χρησιμοποιείται σε κάθε κατεύθυνση θα είναι μικρότερος του ανώτερου ο οποίος επιτρέπεται από αυτή την τμηματοποίηση.

3.6.2 Συγχρονισμός

3.6.2.1 Πιλοτικοί Τόνοι

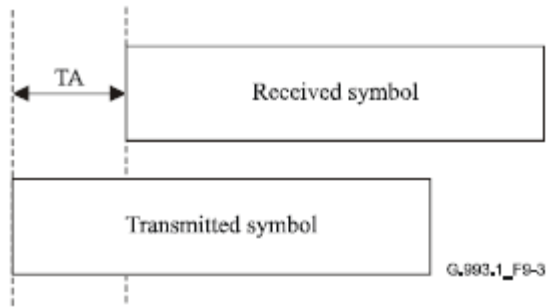
Η χρήση αποκλειστικών πιλοτικών τόνων δεν είναι υποχρεωτική. Κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης το VTU-R διαλέγει ένα υποκανάλι για χρήση ως ανάκτηση χρονισμού. Το VTU-R μπορεί να χρειαστεί έναν αποκλειστικό πιλοτικό τόνο πάνω στον οποίο δεν θα μεταφέρονται δεδομένα ή ο οποίος είναι ικανός να παρέχει ανάκτηση χρονισμού χρησιμοποιώντας τα υποκανάλια τα οποία υποστηρίζουν δεδομένα. Αν το VTU-R απαιτεί έναν αποκλειστικό πιλοτικό τόνο θα ενδείξει την επιλογή πιλοτικού τόνου στο VTU-O κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης. Το VTU-O κατ'όπιν θα εκπέμψει την τιμή 0 για το 4QAM σ'αυτόν τον τόνο κατά την διάρκεια του κάθε συμβόλου.

3.6.2.2 Χρονισμός Βρόγχου

Το VTU-R θα χρησιμοποιήσει χρονισμό βρόγχου για το τοπικό δειγματοληπτικό ρολόι ως προς τον πιλότο ο οποίος διαλέχτηκε κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης.

3.6.2.3 Προώθηση Χρονισμού

Το VTU-R είναι ικανό να υλοποιήσει μια χρονική προέκταση η οποία λέγεται Προώθηση Χρονισμού (TA) στην μετάδοση των DMT συμβόλων. Η TA υποχρεώνει το ζεύγος VTU-O/VTU-R να αρχίσει την μετάδοση πακέτων σε διαφορετικές κατευθύνσεις ταυτόχρονα. Η προώθηση χρονισμού θα είναι ίση με την καθυστέρηση διάδοσης από το VTU-O στο VTU-R. Θα υπολογίζεται κατά την διάρκεια της αρχικοποίησης. Η TA αφαιρείται από τον αρχικό χρόνο συμβόλων λήψης, και το αποτέλεσμα χρησιμοποιείται ως ο αρχικός χρόνος ατομικού συμβόλου των VTU-R ώστε οι εκπομποί VTU-O και VTU-R να αρχίζουν να μεταδίδουν κάθε DMT πακέτο την ίδια στιγμή. Αυτό φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 33: Απεικόνιση Προώθησης Χρονισμού

Βιβλιογραφία

Για την διεκπεραίωση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι εξής πηγές:

- www.wikipedia.org Wikipedia – The Free Encyclopedia
- ITU-T G.992.3 Recommendation για την ADSL2
- ITU-T G.992.5 Recommendation για την ADSL2+
- ITU-T G.993.1 Recommendation για την VDSL
- ADSL2 and ADSL2+ The New ADSL Standards
<http://www.dslprime.com/a/adsl21.pdf>

Τα Recommendations του ITU-T μπορεί να τα βρει κάποιος στην ιστοσελίδα του ITU (International Telecommunication Union), στην διεύθυνση:
<http://www.itu.int/net/home/index.aspx>