

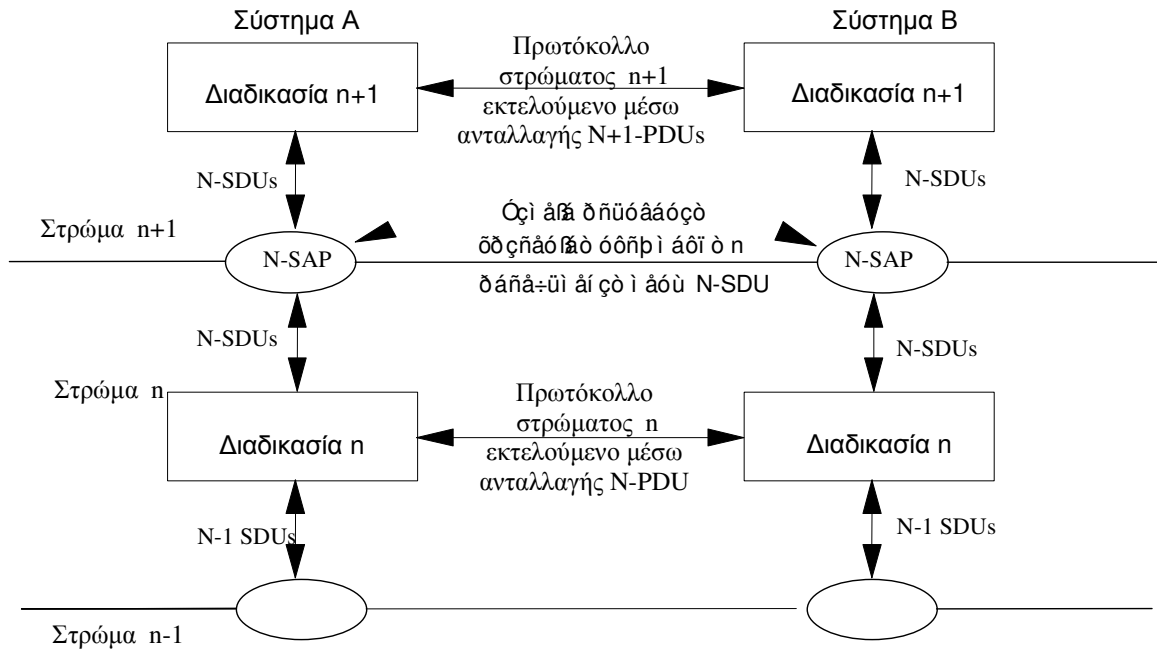
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ «Α»****Σύντομη παρουσίαση του προτύπου OSI**

Η γενική φιλοσοφία του προτύπου αρχιτεκτονικής δικτύων OSI βασίζεται στους εξής γενικούς κανόνες:

- Οι λειτουργίες των ανοικτών συστημάτων αποτελούνται από ένα σύνολο οντοτήτων οι οποίες κατατάσσονται σε επτά επίπεδα ή στρώματα. Κάθε στρώμα  $n$  αναλαμβάνει ένα σύνολο προδιαγεγραμμένων λειτουργιών και απαρτίζεται από ένα σύνολο οντοτήτων τα οποία και τις εκτελούν.
- Κάθε στρώμα εκτελεί φυσικές ανταλλαγές πληροφοριών μόνο με τα γειτονικά του  $N-1$  και  $N+1$  (πλήν των ακραίων φυσικά) μέσω επακριβώς ορισμένων διεπαφών. Κάθε στρώμα  $N$  (εκτός του φυσικού) δέχεται υπηρεσίες που διατίθενται από το κάτω στρώμα  $N-1$  τις εμπλουτίζει με τις δικές του λειτουργίες, και προσφέρει εμπλουτισμένες υπηρεσίες στο από πάνω στρώμα  $N+1$  (το στρώμα εφαρμογών μπορεί ενίοτε να θεωρηθεί ότι προσφέρει υπηρεσίες σε άνθρωπο χρήστη).
- Μια διαδικασία στο στρώμα  $N$  διεξάγει λογικές ανταλλαγές δεδομένων μόνο με την ομότιμή της στο άλλο σύστημα. Ομότιμες (peers) είναι οι διαδικασίες εκείνες που βρίσκονται στο ίδιο στρώμα σε διαφορετικά συστήματα δηλ. είναι ιεραρχικά ισότιμες. Αυτό συμβολίζεται στο σχήμα A-1 με μια νοητή οριζόντια επικοινωνία μεταξύ ομοτίμων. Στην πραγματικότητα βέβαια η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των απέναντι ομοτίμων οντοτήτων δεν γίνεται απευθείας, αλλά παραδίδονται στο παρακάτω στρώμα με το οποίο και μόνο γίνονται φυσικές ανταλλαγές (μέσω διαδρόμου υπολογιστικού συστήματος ή διαδικασιών λογισμικού. Τελικώς φθάνουν στο φυσικό στρώμα το οποίο είναι το μόνο που διαθέτει δυνατότητα άμεσης ανταλλαγής σημάτων (με ηλεκτρική ή οπτική μορφή) με τα άλλα συστήματα του δικτύου.
- Η παροχή των υπηρεσιών από το στρώμα  $N-1$  στο στρώμα  $N$  λαμβάνει χώρα σε καθορισμένα σημεία που ονομάζονται σημεία πρόσβασης υπηρεσίας (service access points, SAP). Κάθε διεπαφή (interface) διαθέτει ένα πλήθος τέτοιων σημείων. Στην υλοποίηση η αφηρημένη έννοια του SAP μπορεί να πραγματοποιείται μέσω ποικίλων μέσων ανάλογα με το επίπεδο που μπορεί να είναι ουρές μεταξύ διαδικασιών λογισμικού (π.χ. μεταξύ TCP και IP) ή από ένα διάδρομο (bus) υπολογιστικού συστήματος (π.χ. μεταξύ λογισμικού στρώματος LLC και κάρτας Ethernet) κτλ.
- Η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των ομοτίμων οντοτήτων του στρώματος  $N$  πραγματοποιείται μέσω μιας ή περισσοτέρων συσχετίσεων (associations) στο στρώμα  $N-1$  πάνω στις οποίες εκτελούνται ειδικά πρωτόκολλα που φέρουν σε πέρας τις λειτουργίες του στρώματος. Τα σημεία πρόσβασης υπηρεσίας αναγνωρίζονται μέσω διευθύνσεων τις οποίες διαθέτουν. Πολύ γνωστές διευθύνσεις N-SAP είναι επί παραδείγματι οι διευθύνσεις IP που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο.

Μια αρχιτεκτονική τηλεπικοινωνιών όπως αυτή που προδιαγράφει το πρότυπο OSI περιλαμβάνει δύο μηχανισμούς ανταλλαγών:

- πρωτόκολλα μεταξύ ομοτίμων οντοτήτων (οριζόντια δράση) και
- υπηρεσίες μεταξύ των στρωμάτων (κατακόρυφη δράση).



Σχήμα Α-1: Συνεργασία ενός στρώματος με το όμοιό του στο άλλο τερματικό σύστημα και τα γειτονικά του στο ίδιο τερματικό σύστημα.

Το πρωτόκολλο είναι μια συλλογή κανόνων συμπεριφοράς των στοιχείων του δικτύου, σύμφωνα με τους οποίους ανταλλάσσονται οι μονάδες πληροφορίας καθώς και η περιγραφή της φόρμας των μονάδων αυτών.

Όπως φαίνεται και στο σχήμα Α-1 τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μεταξύ ομοτίμων οντοτήτων ονομάζονται μονάδες δεδομένων πρωτοκόλλου ή N-PDUs (Protocol Data Units). Σε μερικά στρώματα είναι διαδοσόμενοι πιο χαλαροί όροι όπως πακέτο στο τρίτο και πλαίσιο στο δεύτερο. Δηλαδή τα PDU δεν είναι τίποτα άλλο από μια γενίκευση πολύ συνηθισμένων στα δίκτυα οντοτήτων όπως τα πακέτα IP, ή X.25, τα πλαίσια του LAPD, ή LAPB, τα πλαίσια του LLC ή το του MAC Ethernet κτλ.

Το πρότυπο καθορίζει το περιεχόμενο κάθε PDU καθώς και κάθε παραμέτρου στα διάφορα πεδία της. Επίσης ορίζει το σημασιολογικό καθώς και το συντακτικό μέρος. Αντικείμενο του προτύπου είναι επίσης οι διαδικασίες που πρέπει να εκτελεί ο κάθε όμοτιμος κατά την λήψη και αποστολή των PDU.

Οι υπηρεσίες (services) είναι λειτουργίες που συνεισφέρει το κάθε στρώμα για την βελτίωση της ποιότητας της επικοινωνίας. Οι υπηρεσίες που το κάθε στρώμα προσφέρει στο υπερκείμενο στρώμα αποτελούν επίσης αντικείμενο του προτύπου OSI. Οι μονάδες δεδομένων που ανταλλάσσει κάθε στρώμα με τα γειτονικά του ονομάζονται μονάδες δεδομένων υπηρεσίας ή SDUs (Service Data Units). Ωστόσο για τις υπηρεσίες το πρότυπο είναι πιο χαλαρό και ορίζει μόνο το σημασιολογικό μέρος, ενώ το συντακτικό αφήνεται ελεύθερο. Δηλαδή περιγράφονται τα στοιχεία πληροφορίας (primitives) και οι παράμετροί τους αλλά κατά τρόπο γενικό αφήνοντας την ακριβή φόρμα στην υλοποίηση. Ο λόγος της χαλαρής προδιαγραφής είναι απόρροια της φιλοσοφίας του OSI που είναι η υποβοήθηση της δημιουργίας ανοικτών συστημάτων. Αυτό σημαίνει συμβατότητα και διαλειτουργικότητα συστημάτων διαφορετικών κατασκευαστών όπως συμβαίνει π.χ. με τις τηλεφωνικές συσκευές. Μπορούμε και αγοράζουμε μια συσκευή τυχόντος κατασκευαστή και με αυτή μιλάμε με οποιαδήποτε τηλεφωνική συσκευή στον κόσμο ανεξαρτήτως ποιος την έφτιαξε διότι είναι φτιαγμένες με τις ίδιες προδιαγραφές. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει τα πρωτόκολλα και οι PDU να είναι απόλυτα ορισμένες και ίδιες στην τελευταία τους λεπτομέρεια καθ' όσον

βρίσκονται σε διαφορετικές συσκευές. Δεν είναι ακριβώς ίδια η κατάσταση με τις υπηρεσίες ανάμεσα στα στρώματα που τρέχουν σε κάποιο υπολογιστή. Υπάρχει εδώ η περαιτέρω ανάγκη της φορητότητας (portability) του τηλεπικοινωνιακού λογισμικού. Η φορητότητα απαιτεί να τρέχει το λογισμικό σε διάφορα λειτουργικά συστήματα και διάφορους υπολογιστές. Έτσι πρέπει να καθορίζονται οι ενέργειες και παράμετροι μεταξύ των στρωμάτων, αλλά όχι να προδιαγράφεται συγκεκριμένη αποκλειστική σύνταξη. Οι συγκεκριμένες εσωτερικές διαδικασίες σε κάθε στρώμα είναι υπόθεση του προγραμματιστή τηλεπικοινωνιακού λογισμικού.

Οι υπηρεσίες υλοποιούνται συνήθως σαν διαδικασίες λογισμικού (software processes) σε ξενιστές υπολογιστές (host computers). Οι υπηρεσίες ανταλλάσσονται στα (SAP-Service Access Points) που στην υλοποίηση είναι είτε σημεία περάσματος παραμέτρων μεταξύ διαδικασιών (π.χ. ουρές-queues ή πρίζες sockets) είτε διάδρομοι (buses) μεταξύ υπομονάδων. Τυπικά παραδείγματα είναι η υλοποίηση του SAP μεταξύ της κάρτας δικτύου και του οδηγού της (driver) σε μία συνηθισμένη κάρτα Ethernet που περνά από τον διάδρομο συστήματος του υπολογιστή ή το γνωστό λογισμικό WINSOCKETS που υλοποιεί τις ανταλλαγές στοιχείων υπηρεσίας μεταξύ στοίβας TCP/IP και εφαρμογής.

Τα ανταλλασσόμενα στοιχεία (SDUs) στην αφηρημένη προδιαγραφή αναλύονται σε στοιχεία υπηρεσίας (service primitives). Υπάρχουν τέσσερα στοιχεία:

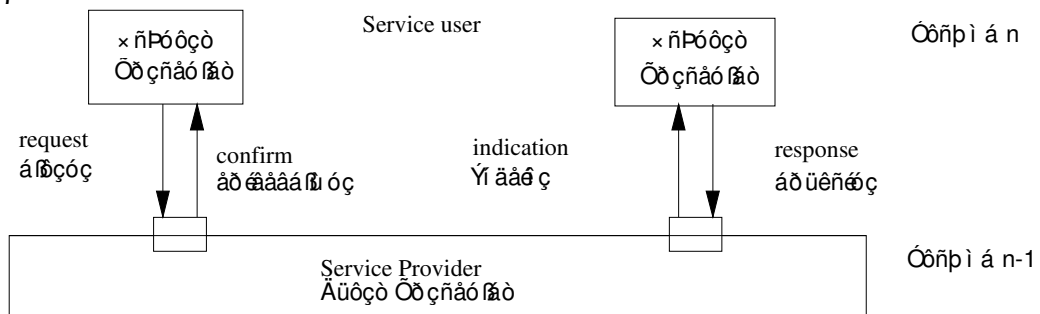
- request (αίτηση)
- indication (ένδειξη)
- response (απόκριση)
- confirm (επιβεβαίωση)

Για κάθε στοιχείο υπηρεσίας ο συμβολισμός είναι να δίδεται πρώτα το στρώμα, μετά η υπηρεσία και τέλος ο τύπος, π.χ.

T-CONNECT.confirm

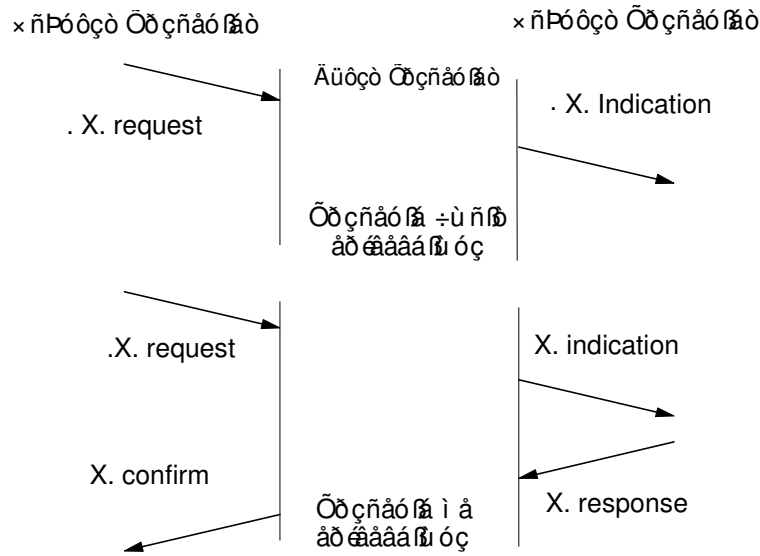
που είναι μια επιβεβαίωση σύνδεσης στο στρώμα συνόδου και αποστέλλεται από το στρώμα μεταφοράς προς το στρώμα συνόδου πάνω στο SAP της διεπαφής τους. Το συντακτικό της σήμανσης αυτής μπορεί να είναι διαφορετικό σε κάθε εφαρμογή.

Το κάθε στοιχείο χρησιμοποιείται ανάλογα με τη θέση και φορά της ανταλλαγής στη διεπαφή μεταξύ δότη και χρηστών της υπηρεσίας όπως φαίνεται στο σχήμα A-2. Το κατώτερο στρώμα εμφανίζεται σαν κοινός "δότης υπηρεσίας" ανεξάρτητα από το γεγονός ότι βρίσκεται χωρισμένο του στα δύο άκρα.



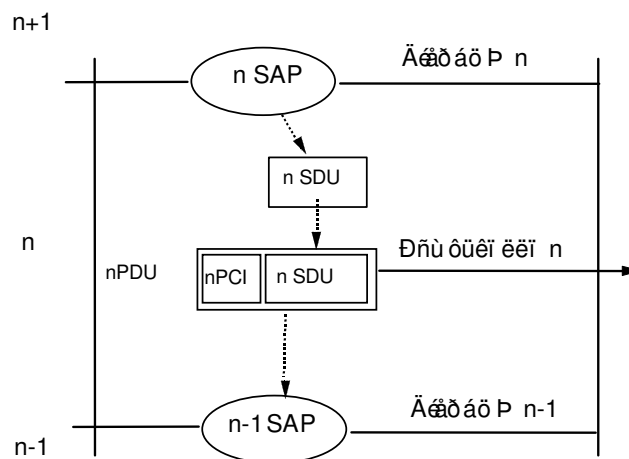
Σχήμα A-2: Στοιχεία υπηρεσίας

Τα στοιχεία υπηρεσίας εμφανίζονται με μια συγκεκριμένη διαδοχή μέσα στη διεπαφή (interface) Τυπικά παραδείγματα εφαρμογής φαίνονται στο σχήμα A-3.



Σχήμα A-3: Τύποι Υπηρεσίας

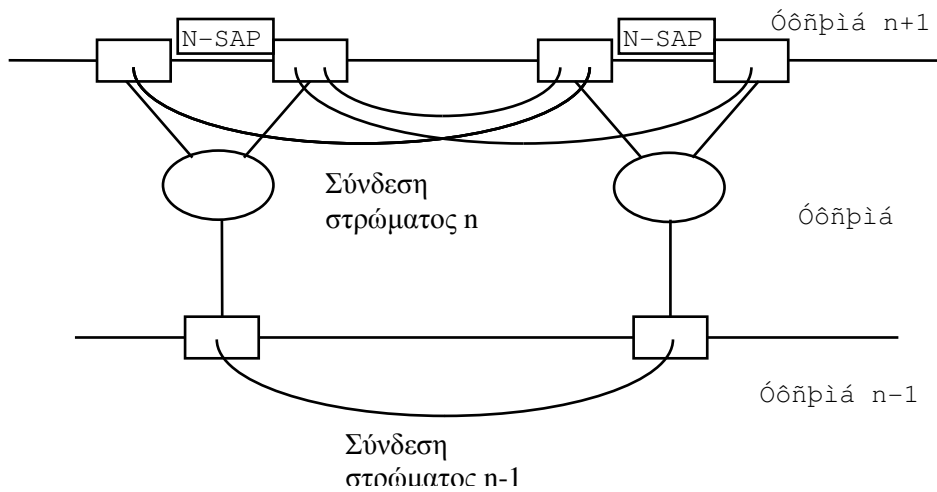
Οι ομότιμοι του στρώματος n ανταλλάσσουν n-PDUs χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες του στρώματος n-1. Στο σχήμα A-6 βλέπουμε πως η n-PDU σχηματίζεται από την n-SDU (Service Data Unit) που παρεδόθη από το στρώμα n+1 στο στρώμα n με την προσθήκη της πληροφορίας ελέγχου n-PCI (Protocol Control Information). Η πληροφορία PCI περιέχει ό,τι είναι απαραίτητο για την εξέλιξη του πρωτοκόλλου του στρώματος n. Σαν πρακτικό παράδειγμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το X.25 όπου η πληροφορία που παραδίδεται από το στρώμα δικτύου με την προσθήκη των πληροφοριών ελέγχου (σημαία, διεύθυνση, πεδίο ελέγχου και FCS) γίνεται το πλαίσιο δηλ. η PDU του στρώματος 2 δηλ. του LAPB.



Σχήμα A-4: Σχέση μεταξύ SDU και PDU

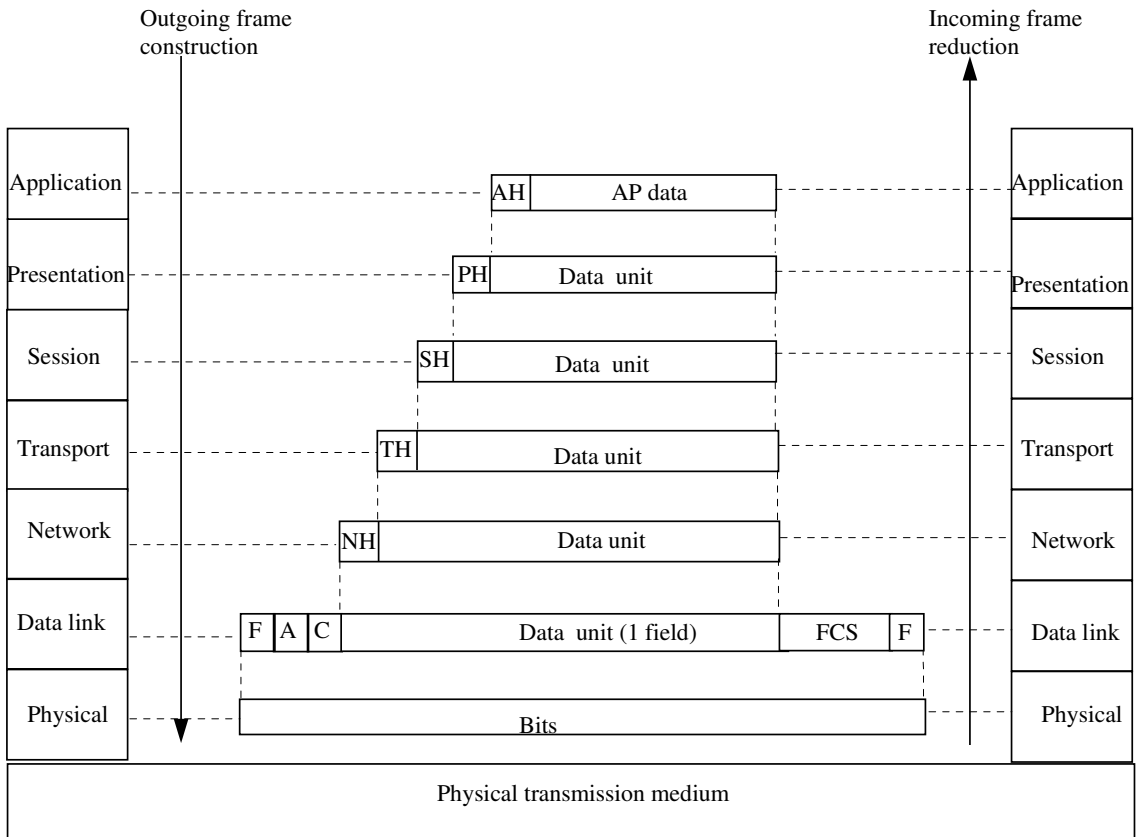
Βέβαια εκτός από την περίπτωση της αντιστοιχίας μιας  $n+1$ -PDU σε μία  $n$ -SDU και μία  $n$ -PDU που φαίνεται στο σχήμα A-4, υπάρχουν και οι περιπτώσεις κατάτμησης (segmentation) και επανένωσης (reassembly). Στην πρώτη περίπτωση το στρώμα  $n$  χωρίζει την SDU που του παραδόθηκε προς αποστολή σε περισσότερες της μιας PDUs, όταν π.χ. υπάρχει περιορισμός μήκους για κάθε PDU (ιδέ για παραδείγματα X.25 και IP). Βέβαια η κάθε PDU περιέχει τμήμα PCI, όπου ορίζεται μεταξύ άλλων ότι όλα προήλθαν από κοινή SDU. Τούτο είναι απαραίτητο για την επανένωση της αρχικής SDU στο άλλο άκρο, προκειμένου αυτή να παραδοθεί στο παραπάνω στρώμα. Στην δεύτερη περίπτωση διαδοχικές SDU ομαδοποιούνται σε μία PDU, προκειμένου για παράδειγμα να μειώσουμε το επικοινωνιακό κόστος χρησιμοποιώντας λίγα, μεγάλα PDUs που μεταφέρουν περισσότερα SDUs.

Όταν χρησιμοποιούνται συνδέσεις για την μεταφορά των δεδομένων μέσω των πρωτοκόλλων ενός στρώματος τότε εγκαθίστανται μεταξύ των οντοτήτων του στρώματος αυτού συνδέσεις οι οποίες αποξηλώνονται μετά το πέρας της μεταφοράς. (Σημειωτέον ότι η χρήση συνδέσεων από ένα στρώμα δεν αποκλείει την χρήση επικοινωνίας άνευ συνδέσεων από τα γειτονικά στρώματα (παράδειγμα το TCP/IP όπου το πρώτο χρησιμοποιεί συνδέσεις ενώ το δεύτερο όχι). Ένα άλλο ενδεχόμενο είναι να μπορεί ένα στρώμα να πολυπλέκει πολλές συνδέσεις του υπερκείμενου στρώματος δηλ. πολλές συνδέσεις του στρώματος  $N$  να υποστηρίζονται μέσω μιας σύνδεσης του στρώματος  $N-1$  όπως φαίνεται στο σχήμα A-5. Αυτό απαιτεί να μπορεί η οντότητα του στρώματος  $n$  να διακρίνει μεταξύ των PDU που ανήκουν σε διαφορετικές συνδέσεις. Αυτό μπορεί να γίνεται π.χ. μέσω διαφορετικών τιμών λογικών διαύλων.



Σχήμα A-5. Πολύπλεξη συνδέσεων

Το σχήμα A-6 δείχνει την δημιουργία των διαδοχικών PDU κάθε στρώματος με την προσθήκη της επικεφαλίδας κάθε στρώματος στην SDU που παραδίδεται από το ανώτερο στρώμα. Η επικεφαλίδα δεν είναι τίποτε άλλο από το PCI στην ορολογία OSI.



Σχήμα A-6