

The CLNS network in the Ariadne Network

CLNS δίκτυο στο Δίκτυο ΑΡΙΑΔΝΗ

A.S. DRIGAS
Applied Technologies Department
NCSR "DEMOKRITOS"
Ag. Paraskevi
GREECE

dr@imm.demokritos.gr
<http://imm.demokritos.gr>

1. Εισαγωγή

Στα πρώτα χρόνια ανάπτυξης των δικτύων υπολογιστών κάθε μεγάλος κατασκευαστής ή δικτυακός οργανισμός σχεδίαζε και οριοθετούσε τους δικούς του νόμους (αρχές λειτουργίας) για την ανάπτυξη των πρωτοκόλλων τα οποία υλοποιούσε στις δικτυακές εφαρμογές (εξοπλισμός, δίκτυα κ.τ.λ.). Αποτέλεσμα της τακτικής αυτής ήταν η αλματώδης ανάπτυξη ποικίλων πρωτοκόλλων τα οποία όμως δεν ήταν συμβατά μεταξύ τους. Η κατάσταση αυτή γρήγορα επέφερε αδιέξοδο στον παγκόσμιο χάρτη των δικτυακών συστημάτων και εφαρμογών, αφού δίκτυα διαφορετικών κατασκευαστών δεν ήταν δυνατόν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Μετά από τη συνειδητοποίηση του αδιεξόδου αυτού, έγινε περισσότερο επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης μιας σειράς αρχών που θα διέπουν την επικοινωνία των δικτύων υπολογιστών και τις οποίες θα ακολουθούσαν οι διάφορες κατασκευάστριες εταιρίες ώστε τα προϊόντα τους να έχουν τη δυνατότητα δικτυακής επικοινωνίας με τα προϊόντα διαφορετικών κατασκευαστών. Ορισμένα από τα πρωτόκολλα που είχαν αναπτυχθεί τότε έγιναν ευρύτερα αποδεκτά λόγω της μεγάλης λειτουργικότητάς τους και λόγω της εκτεταμένης εφαρμογής τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο το ARPANET στο οποίο στηρίζεται το σημερινό Internet έγινε ευρύτερα αποδεκτό λόγω της μεγάλης λειτουργικότητάς του (μέγεθος κώδικα μικρό, σταθερές υπηρεσίες κ.τ.λ.). Τα πρωτόκολλα τα οποία διέπουν τη λειτουργία του δε δημιουργήθηκαν ποτέ σαν αντικείμενο ευρύτερης συμφωνίας αλλά ως αποτέλεσμα εργασίας μικρών ad hoc ομάδων (RFCs) και όμως λειτουργούν για χρόνια παρέχοντας υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας δικτυακές υπηρεσίες.

Η πρώτη ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της τυποποίησης στον κόσμο των δικτύων έγινε από τον ISO (International Standard Organization), ο οποίος στις αρχές της δεκαετίας του ογδόντα, με μια ομάδα από κατασκευαστικές εταιρίες δικτυακών συστημάτων κατάφερε μετά από αρκετά χρόνια σκληρής δουλειάς να συντάξει τους πρώτους κανόνες οι οποίοι θα γίνονταν με νόμο (de jure) αποδεκτοί από τους κατασκευαστές με την έννοια ότι όλα τα μέλη του ISO θα πρέπει να ακολουθούν τα πρότυπα που συντάσσει ο οργανισμός αυτός. Η ολοκληρωμένη αυτή δουλειά περιγράφεται από το μοντέλο OSI (Open System Interconnection) [61] για τη σχεδίαση του οποίου τέθηκαν οι ακόλουθοι κανόνες.

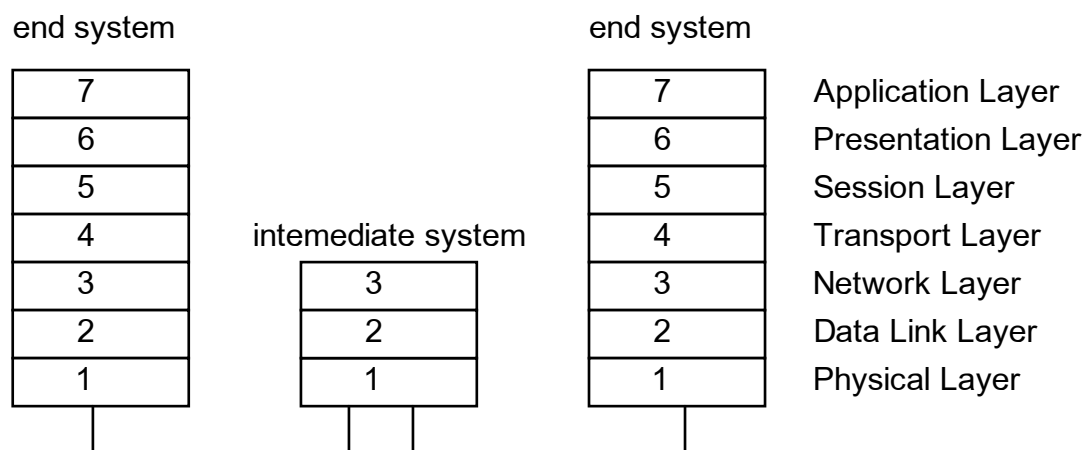
- α) Η λειτουργία του δικτύου διαχωρίζεται σε επίπεδα.
- β) Κάθε επίπεδο είναι διακριτό και επιτελεί συγκεκριμένη λειτουργία.
- γ) Η επιλογή των ορίων μεταξύ των επιπέδων του δικτύου γίνεται έτσι ώστε να μην υπερκαλύπτονται μεταξύ τους δύο επίπεδα τα οποία πρέπει να είναι σαφώς οριοθετημένα και διαχωρισμένα.
- δ) Ο αριθμός των επιπέδων να μην είναι πολύ μεγάλος ώστε να μην αυξάνεται η πολυπλοκότητα του μοντέλου.

Οι αρχές αυτές οδήγησαν στην ανάπτυξη του μοντέλου OSI με επτά επίπεδα. Η ανάπτυξη αυτού του μοντέλου επιτεύχθηκε ύστερα από αρκετά χρόνια συζητήσεων και συχνά συγκρούσεων μεταξύ των μελών του ISO. Η καθυστέρηση αυτή οδήγησε σε καθυστέρηση της ανάπτυξης των δικτυακών προϊόντων αλλά και του πρώτου OSI δικτύου. Τώρα μετά από αρκετά χρόνια καθυστέρηση τέθηκαν σε εφαρμογή ορισμένα μόνο πιλοτικά OSI - CLNS (Connectionless Network Service) [62] δίκτυα και λειτουργούν παρέχοντας service τα OSI - CONS (Connection Oriented Network Services) [63] δίκτυα κυρίως σε ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (X.400).

2. Οργάνωση του OSI δικτύου

Το OSI μοντέλο ορίζεται στην περιγραφή ISO 7498 σύμφωνα με την οποία η διαδικασία επικοινωνίας χωρίζεται σε επτά επίπεδα. Κάθε επίπεδο παρέχει εξειδικευμένο service στο επόμενο υψηλότερο επίπεδο. Κάθε επίπεδο επικοινωνεί με το αντίστοιχο επίπεδο στο άλλο υπολογιστικό σύστημα προκειμένου να επιτευχθεί η end to end επικοινωνία.

Τα επίπεδα του OSI μοντέλου περιγράφονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Το φυσικό επίπεδο (physical layer) παρέχει την υπηρεσία της μεταφοράς των bits από το ένα σημείο στο άλλο. Στο επίπεδο αυτό περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του μέσου μεταφοράς ο τρόπος διαμόρφωσης της πληροφορίας κ.τ.λ.

Το επίπεδο σύνδεσης (data link layer) οργανώνει τη μεταφορά των bits του φυσικού επιπέδου συμπεριλαμβάνοντας τις λειτουργίες error correction, error detection, και δομεί την πληροφορία σε πακέτα.

Το επίπεδο δικτύου (network layer) αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ δύο υπολογιστικών συστημάτων τα οποία δε συνδέονται απευθείας μεταξύ τους. Έτσι πακέτα τα οποία προορίζονται για υπολογιστικά συστήματα τα οποία δεν είναι απευθείας συνδεδεμένα πρέπει να δρομολογηθούν κατάλληλα μέσω των routers. Οι routers οι οποίοι στο OSI ονομάζονται IS (Intermediate Systems) παρέχουν service στα τρία πρώτα επίπεδα του OSI. Η δρομολόγηση των πακέτων στο επίπεδο δικτύου γίνεται σύμφωνα με τη δικτυακή τους διεύθυνση NSAP [64]. Ο τρόπος δρομολόγησης των πακέτων ο οποίος εφαρμόζεται στο επίπεδο αυτό είναι είτε με υπηρεσία σύνδεσης (Connection Oriented) είτε με υπηρεσία χωρίς σύνδεση (Connectionless Oriented). Κάθε μία από αυτές τις υπηρεσίες έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και για το λόγο αυτό η χρήση τους πρέπει να επιλέγεται ανάλογα με το υποδίκτυο στο οποίο εφαρμόζονται.

Η υπηρεσία με σύνδεση λόγω της φύσης της επιβεβαιώνει τη χωρίς λάθος μεταφορά των πακέτων από το ένα υπολογιστικό σύστημα στο άλλο φροντίζοντας τα πακέτα να μεταφέρονται με την ίδια σειρά αποστολής και χωρίς λάθη στο τελικό υπολογιστικό σύστημα. Στην υπηρεσία αυτή η δρομολόγηση ορίζεται από το ένα άκρο στο άλλο και για το λόγο αυτό είναι στατική. Η υπηρεσία αυτή είναι γνωστή ως CONS (Connection Oriented Network Service).

Η υπηρεσία χωρίς σύνδεση δεν επιβεβαιώνει ότι κάθε πακέτο που αποστέλλεται θα φτάσει στον προορισμό του, ή ότι θα φτάσει χωρίς λάθη στον προορισμό του, αυτό επιβεβαιώνεται από τα παραπάνω επίπεδα. Δίνει όμως τη δυνατότητα να αναπτυχθούν πρωτόκολλα δρομολόγησης με επιλογή καλύτερης διαδρομής. Η υπηρεσία αυτή είναι γνωστή ως CLNS (Connection - Less Network Service).

Το επίπεδο εφαρμογής (transport layer) φροντίζει από την πλευρά του χρήστη η επικοινωνία να γίνεται χωρίς επηρεασμούς από τη δομή του δικτύου. Έτσι διαφορές όπως μέγιστο μέγεθος πακέτου, ποιότητα επικοινωνίας έλεγχος ροής ελέγχονται από το επίπεδο μεταφοράς για να παραδοθεί στα επόμενα επίπεδα η χωρίς σφάλματα πληροφορία.

Το επίπεδο συνόδου (session layer) παρέχει συγχρονισμό μεταξύ των πακέτων που μεταφέρονται κατά τη διαδικασία κλήσης μιας υπηρεσίας με σκοπό την οργάνωση και την αντιμετώπιση προβλημάτων στην εξέλιξη της συνόδου. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στα κατώτερα επίπεδα (επίπεδα δικτύου) αντιμετωπίζονται από το επίπεδο συνόδου, ώστε η συνολική επικοινωνία να παρουσιάζεται στα ανώτερα επίπεδα (επίπεδα εφαρμογής) απαλλαγμένη από λάθη συγχρονισμού.

Το επίπεδο παρουσίασης (presentation layer) παρέχει τη δυνατότητα μετατροπής και κωδικοποίησης της πληροφορίας μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.

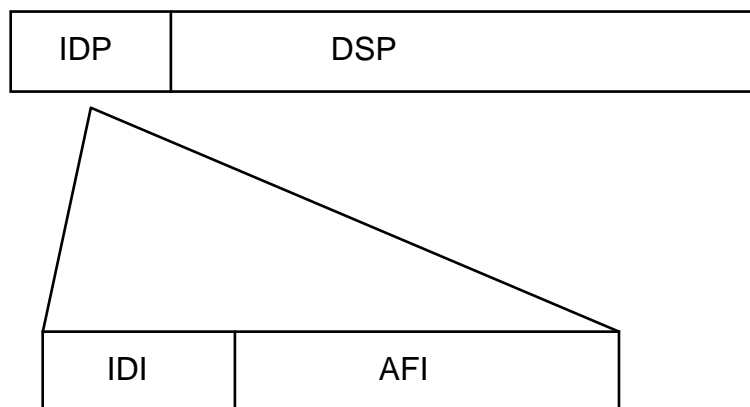
Το επίπεδο εφαρμογής (application layer) αποτελείται από τα προγράμματα και τις υπηρεσίες που προορίζονται για χρήση. Τα περισσότερο γνωστά δικτυακά προγράμματα υπηρεσιών είναι τα X.400, X.500, FTAM και VT.

3. Διευθυνσιοθέτηση στα OSI δίκτυα

Η διεύθυνση ενός δικτυακού συστήματος στο OSI μοντέλο περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο τη διεύθυνση της φυσικής οντότητας της μηχανής και τη διεύθυνση της δικτυακής οντότητας σαν μέρος του OSI δικτύου. Η διεύθυνση της φυσικής οντότητας προσδιορίζεται από το SNPA (Subnetwork Point of Attachment) και η διεύθυνση της δικτυακής οντότητας ορίζεται ως NSAP (Network Service Access Point).

Η SNPA διεύθυνση προσδιορίζει μοναδικά τη δικτυακή μηχανή. Η διεύθυνση αυτή σε LAN δίκτυο είναι η Medium Access Control Layer (MAC) και δίνεται από το κατασκευαστή του δικτυακού interface. Η SNPA σε PSDN (Packet Switched Data Network) δίκτυα είναι ή X.121 διεύθυνσή του. Ανάλογα συμβαίνουν σε fddi και token ring δίκτυα.

Η NSAP είναι η διεύθυνση του τρίτου επιπέδου (Network) στο OSI δίκτυο. Το μήκος της διεύθυνσης ποικίλει ανάλογα με το δίκτυο στο οποίο εφαρμόζεται και το format. Η NSAP χωρίζεται σε δύο κύρια τμήματα το IDP και το DSP.



Το IDP καθορίζει τον οργανισμό στου οποίου την κυριότητα ανήκει η διεύθυνση, και το οποίο χωρίζεται σε δύο επι μέρους τμήματα το AFI και το IDI.

Το AFI προσδιορίζει το διεθνή οργανισμό στον οποίο ανήκει η διεύθυνση και από τον οποίο μπορούν να συναχθούν συμπεράσματα για το μήκος και τη μορφή της διεύθυνσης.

Το IDI προσδιορίζει με τη σειρά του το domain στο οποίο ανήκει η διεύθυνση και τον οργανισμό που έχει την κυριότητα να εκχωρεί διευθύνσεις στο DSP.

Το DSP προσδιορίζει το δικτυακό σύστημα το οποίο είναι μοναδικό στο τοπικό domain και κατ' επέκταση στο παγκόσμιο χώρο.

Το επίπεδο δικτύου του OSI έχει διεύθυνση NSAP ενώ τα επόμενα επίπεδα προσδιορίζονται από selectors τα οποία ουσιαστικά χρησιμοποιούνται για να οδηγήσουν τα πακέτα σε συγκεκριμένες υπηρεσίες (services) των ανωτέρων επιπέδων. Έτσι κάθε υπηρεσία του OSI (π.χ X.400) προσδιορίζεται εκτός από το NSAP και από τα TSEL (transport selector), SSEL (session selector) και PSEL (presentation selector) οι οποίοι προσδιορίζουν τα services σε κάθε ένα από τα επίπεδα που αναφέρονται.

4. Το CLNS πρωτόκολλο

4.1. Γενικά

Η παροχή ενός connectionless service στο επίπεδο δικτύου του OSI περιγράφεται με το πρωτόκολλο CLNS. Το πρωτόκολλο αυτό σχεδιάστηκε για να παρέχει ένα σταθερό connectionless service στο επίπεδο μεταφοράς του OSI ανεξάρτητα από το είδος της σύνδεσης που παρέχεται από το υποδίκτυο. Το υποδίκτυο από τη φύση του μπορεί να παρέχει υπηρεσία με σύνδεση ή υπηρεσία χωρίς σύνδεση. Το CLNS σχεδιάστηκε για να παρέχει υπηρεσία χωρίς σύνδεση για το επίπεδο δικτύου πάνω από πραγματικά υποδίκτυα.

Το CLNS μπορεί να συγκριθεί και είναι ανάλογο με το IP στο Internet.

Το CLNS περιγράφει ειδικότερα τα εξής:

- α) Τη διαδικασία για τη μετάδοση χωρίς σύνδεση της πληροφορίας (δεδομένων και ελέγχου) μεταξύ δύο δικτυακών στοιχείων.
- β) Την κωδικοποίηση των πακέτων της πληροφορίας για τη δημιουργία των κατάλληλων protocol data units (PDU).
- γ) Τη διαδικασία ελέγχου των πακέτων της πληροφορίας κατά την αποκωδικοποίηση των PDUs.

Το CLNS ορίζει τέσσερις τύπους PDUs με τα οποία επιτυγχάνεται η υπηρεσία χωρίς σύνδεση. Τα πακέτα αυτά είναι τα Data PDU, Error PDU, Echo Request PDU και Echo Response PDU. Κάθε ένα από τα πακέτα αυτά αποτελείται από ένα ακέραιο αριθμό octets τα οποία αποτελούν τα διάφορα τμήματα των πακέτων.

α) Fixed part

Στο τμήμα αυτό περιέχεται πληροφορία για τη λειτουργία του πρωτοκόλλου, και ειδικότερα ορίζονται τα ακόλουθα.

- α) Ο προσδιοριστής του πρωτοκόλλου, έτσι ώστε να δηλώνεται μονοσήμαντα το πρωτόκολλο. Για το CLNS ο προσδιοριστής είναι η δυαδική ακολουθία 10000001.
- β) Το μήκος σε octets της επικεφαλίδας. Το μέγιστο μήκος της επικεφαλίδας σε ένα CLNS πακέτο είναι 254 octets (1111110).
- γ) Το χρόνο ζωής (life time) του πακέτου σε μονάδες των 500ms.
- δ) Η δυνατότητα του πακέτου να διαμοιραστεί σε επιμέρους μικρότερα πακέτα αν το υποδίκτυο δεν μπορεί να υποστηρίξει το μέγεθος του, πρέπει να δηλώνεται σε ένα πεδίο του fixed part. Για την ανασύνταξη του πακέτου στον δέκτη πρέπει να υπάρχει η πληροφορία για τη σειρά του πακέτου.
- ε) Σε περίπτωση λάθους υπάρχει στο τμήμα αυτό ένα πεδίο το οποίο αναφέρει το λόγο του λάθους.
- στ) Ο τύπος του πακέτου πρέπει επίσης να αναφέρεται σε πεδίο του τμήματος αυτού. Ως τύπος του πακέτου ορίζεται ένα από τα DT PDU, ER PDU, ERQ PDU και ERP PDU.
- ζ) Το συνολικό μήκος του πακέτου (επικεφαλίδα και πληροφορία) σε octets.

β) Address part.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του CLNS είναι το μεταβλητό μήκος διεύθυνσης που υποστηρίζει. Στο τμήμα της διεύθυνσης ορίζονται η διεύθυνση προορισμού, η διεύθυνση αποστολής καθώς και το μήκος σε octets κάθε μίας διεύθυνσης.

γ) Segmentation Part.

Στην περίπτωση κατά την οποία χρειάζεται να χωριστεί ένα πακέτο σε περισσότερα επιμέρους πακέτα πρέπει κάθε πακέτο να περιέχει αρκετή πληροφορία ώστε ο δέκτης να μπορεί να ανασυνθέσει το αρχικό πακέτο. Για το λόγο αυτό στο τμήμα αυτό δίνεται πληροφορία για το ολικό μήκος του αρχικού πακέτου σε octets και τον αύξοντα αριθμό του πακέτου που προήλθε από τη διάσπαση του αρχικού πακέτου. Η λειτουργία αυτή είναι αναγκαία για κάθε υπηρεσία χωρίς σύνδεση γιατί η υπηρεσία αυτή δεν εξασφαλίζει ότι κάθε πακέτο φτάνει στον παραλήπτη με τη σειρά που αποστέλλεται.

δ) Option part.

Το τμήμα αυτό μπορεί να υπάρχει ή να μην υπάρχει σε ένα CLNS πακέτο και ορίζει μία σειρά από ευκολίες στην μετάδοση των πακέτων. Οι ευκολίες έχουν να κάνουν με την ασφάλεια της πληροφορίας, την ποιότητα της επικοινωνίας και την προτεραιότητα που ίσως απαιτείται για τα πακέτα.

ε) Data part.

Στο τέλος κάθε πακέτου παρατίθεται η προς αποστολή πληροφορία.

Error Report PDU

Το πακέτο Error Report PDU παράγεται από τη δικτυακή οντότητα όταν ένα από τα ακόλουθα ισχύουν.

- α) Μία καταστροφή της διαδικασίας του πρωτοκόλλου έχει συμβεί.
 - β) Το PDU έχει ληφθεί με λάθος.
 - γ) Το PDU δεν μπορεί να επεξεργαστεί εξ' αιτίας της αδυναμίας της δικτυακής οντότητας.
 - δ) Η επικεφαλίδα του PDU δεν μπορεί να αναλυθεί.
 - ε) Το PDU που λήφθηκε δεν επιτρέπει τη διάσπασή του και το υποδίκτυο δεν υποστηρίζει το μέγεθος του.
 - στ) Η διεύθυνση αποστολής είναι άγνωστη.
 - ζ) Ο χρόνος ζωής του PDU έχει ξεπεραστεί και το PDU έχει γίνει άκυρο.
 - η) Το PDU περιέχει διευκολύνσεις στο τμήμα (Option part) οι οποίες δεν υποστηρίζονται από τη δικτυακή οντότητα.
- Όταν ένα τουλάχιστον από τα προαναφερόμενα συμβαίνει τότε η δικτυακή οντότητα παράγει ένα error report PDU το οποίο στέλνεται στην διεύθυνση προορισμού του λανθασμένου PDU στο οποίο επισημάνθηκε το λάθος.

Όλες οι δυνατές περιπτώσεις λάθους φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα

Parameter Value	Class of Error	Meaning
0000 0000 0001 0010 0011 0100 0101 0110 0111	General	Reason not specified Protocol procedure error Incorrect checksum PDU discard due to congestion Header syntax error (cannot be parsed) Segmentation needed but not permitted Incomplete PDU receive Duplicate option
1000 0000 0001	Address	Destination address unreachable Destination address unknown
1001 0001 0010 0011 0100	Source	Unspecified source routing error Syntax error in source routing field Unknown address in source routing field Path not acceptable
1010 0000 0001	Lifetime	Life time expired while data unit in transit Lifetime expired during reassembly

1011 0000	PDU discarded	Unsupported option not specified Unsupported protocol version Unsupported security option Unsupported source routing option Unsupported recording of route option
0001		
0010		
0011		
0100		
1100 0000	Reassembly	Reassembly interface

Echo Request PDU

Κάθε φορά που ένα ES θέλει να επικοινωνήσει με ένα απομακρυσμένο ES προφανώς πρέπει να γνωρίζει εκτός από την NSAP διεύθυνση και την SNPA διεύθυνση στην οποία θα σταλεί το πακέτο PDU. Κάθε σύστημα στο CLNS (ES, IS) προσδιορίζεται από ένα ζευγάρι NSAP, SNPA. Δύο ES που βρίσκονται στο ίδιο υποδίκτυο επικοινωνούν μεταξύ τους απευθείας γνωρίζοντας το ένα ES την SNAP διεύθυνση του άλλου. Δύο ES που βρίσκονται σε διαφορετικά υποδίκτυα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός ή περισσότερων IS. Όταν ένα ES θέλει να επικοινωνήσει με ένα ES για το οποίο όμως δεν είναι γνωστό αν βρίσκεται στο ίδιο υποδίκτυο ούτε και η SNPA διεύθυνσή του τότε αποστέλλεται ένα πακέτο Echo Request PDU προκειμένου να αναζητηθεί στο δίκτυο ή SNPA διεύθυνση του ES ή η SNPA διεύθυνση του IS το οποίο γνωρίζει πως να επεξεργαστεί και να κατευθύνει τα πακέτα προς το τελικό ES.

Echo Response PDU

Τα πακέτα Echo Request PDU διασκορπίζονται στο υποδίκτυο προκειμένου να βρεθεί κάποιο σύστημα το οποίο να γνωρίζει την απάντηση και να την στείλει. Η αποστολή της απάντησης γίνεται με τη χρησιμοποίηση του πακέτου Echo Response PDU.

4.2. CLNS routing

Η δρομολόγηση (routing) στο CLNS γίνεται σύμφωνα με το CLNP. Το CLNP ορίζει το πρωτόκολλο για επικοινωνία χωρίς σύνδεση μεταξύ του τερματικού συστήματος ES (end system) και του ενδιάμεσου συστήματος IS (Intermediate System) καθώς και τον τρόπο επικοινωνίας μεταξύ δύο IS συστημάτων.

Η διαδικασία επικοινωνίας ενός τερματικού συστήματος ES και ενός ενδιάμεσου συστήματος IS περιγράφεται με τα αρχικά ES - IS [65] και εκτελεί δύο επιμέρους λειτουργίες. Η μία λειτουργία ονομάζεται Configuration Information η οποία επιτρέπει στο IS να εντοπίσει την ύπαρξη ενός ES και στο ES να ανιχνεύσει το διάδρομο για την προσέγγιση του IS. Η πληροφορία του Configuration Information

επιτρέπει λοιπόν σε δύο συστήματα τα οποία βρίσκονται πάνω στο ίδιο υποδίκτυο να ανακαλύψουν το ένα το άλλο. Η δεύτερη λειτουργία επιτρέπει στο IS να ενημερώσει το ES για την περίπτωση ύπαρξης καλύτερης δρομολόγησης των πακέτων για την προσέγγιση κάποιου δικτυακού συστήματος. Με τη λειτουργία αυτή μπορεί να προσδιορίζεται ένα IS στο ίδιο υποδίκτυο ή ένα ES στο ίδιο υποδίκτυο και με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η απόδοση του συστήματος επιλέγοντας κάθε φορά τον καλύτερο διάδρομο για την αποστολή των πακέτων. Για τη λειτουργία του πρωτοκόλλου χρειάζεται η γνώση των διευθύνσεων του υποδικτύου για κάθε δικτυακό στοιχείο. Η διεύθυνση αυτή είναι γνωστή ως Subnetwork Point of Attachment (SNPA).

Σε μεγαλύτερη έκταση ορίζονται οι περιοχές (area) οι οποίες περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα IS. Σε μία διαχειριστική περιοχή ή οποία αποτελείται από πολλά υποδίκτυα άρα και πολλά IS τα οποία δρομολογούν τα πακέτα στα υποδίκτυα, υπάρχει ένα ή περισσότερα IS τα οποία γνωρίζουν την ύπαρξη και το δρόμο πρόσβασης στα επιμέρους IS, καθώς και τις διευθύνσεις NSAPs που χειρίζονται από το κάθε IS. Το IS που ασκεί το routing μιας ευρύτερης περιοχής δε γνωρίζει για την ύπαρξη των ES. Τα ISs επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο IS - IS [66].

4.3. Ανάλογα με τη δομή τους τα υποδίκτυα χωρίζονται

α) point to point. Τα υποδίκτυα αυτά αποτελούνται από δύο μόνο δικτυακά στοιχεία τα οποία μπορεί να είναι ένα ES και ένα IS ή δύο ES ή δυο IS. Δεν υπάρχει δυνατότητα καλύτερης δρομολόγησης αφού υπάρχει ένας μόνο διάδρομος επικοινωνίας.

β) broadcast subnetworks. Τα υποδίκτυα του τύπου αυτού περιλαμβάνουν συνήθως περισσότερα του ενός ES και ένα ή περισσότερα IS. Στα υποδίκτυα αυτά κάθε πακέτο που παράγεται σε ένα δικτυακό σύστημα εκπέμπεται προς όλα τα δικτυακά συστήματα του υποδικτύου. Υποδίκτυα τύπου broadcast είναι τα LAN και ορίζονται από το ISO 8802-2 [67].

Η λειτουργία Configuration Information ορίζει ότι κάθε ES πληροφορείται την ύπαρξη και τη διεύθυνση NET κάθε IS στο υποδίκτυο και τα IS ενημερώνονται για την ύπαρξη και τη διεύθυνση NSAP των ES.

Η λειτουργία Redirection επιτυγχάνεται στα δίκτυα αυτά και επιτρέπει το IS να ενημερώνει το ES για εναλλακτική δρομολόγηση.

γ) general topology. Ένα general topology υποδίκτυο διαθέτει περισσότερα από ένα IS και ES αλλά δεν παρέχει εκπομπή των πακέτων σε πολλές διευθύνσεις όπως γίνεται στο broadcast δίκτυο. Τέτοια δίκτυα είναι τα X.25 δίκτυα. Η λειτουργία του Configuration Information δεν υλοποιείται στα δίκτυα αυτά λόγω κόστους. Η λειτουργία Redirection Information υλοποιείται επιτρέποντας το IS να ενημερώνει τα γειτονικά IS και ES για την ύπαρξη εναλλακτικών δρομολογήσεων.

4.4. Στο πρωτόκολλο CLNS ορίζονται δύο χρονιστές

α) Configuration timer Ο χρονιστής αυτός ορίζει το χρόνο κατά τον οποίο το σύστημα ανακοινώνει την ύπαρξη του και την κατάσταση λειτουργίας του στο υποδίκτυο αποστέλλοντας κατάλληλο πακέτο. Μικρός Configuration timer έχει ως αποτέλεσμα συχνότερη ενημέρωση άρα καλή απόκριση στις αλλαγές του δικτύου αλλά δημιουργεί πρόσθετη φόρτιση του δικτύου.

β) Holding timer Ο χρονιστής αυτός προσδιορίζεται από το τερματικό σύστημα που ανακοινώνει και την τιμή του και δηλώνει στον δέκτη ότι η πληροφορία πρέπει να θεωρηθεί άκυρη μετά την πάροδο του χρονικού διαστήματος που ορίζεται από το χρονιστή αυτό.

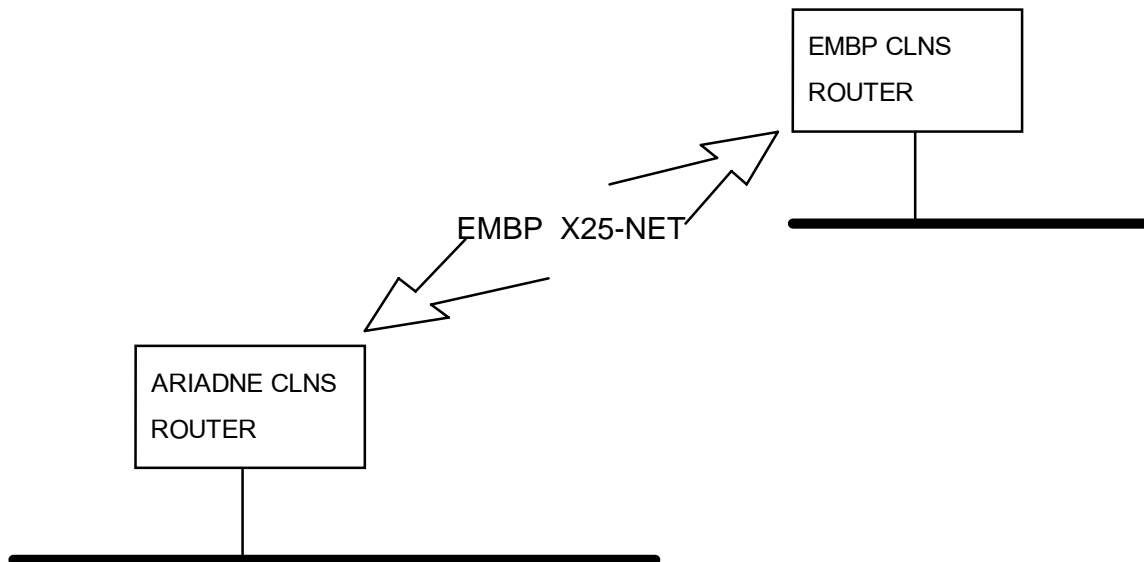
Η λειτουργία του routing στηρίζεται σε τρεις τύπους πακέτων τα ESH (End System Hello), ISH (Intermediate System Hello) και RD PDU (Redirect PDU).

Κάθε ES δημιουργεί ένα πακέτο ESH και με το οποίο ανακοινώνει την NSAP και την SNPA διεύθυνσή του στο υποδίκτυο και ειδικότερα στο IS. Κάθε IS δημιουργεί ένα ISH με το οποίο ενημερώνει τα ES για την ύπαρξή του και με το οποίο παρέχει την NET και SNPA στα τερματικά συστήματα. Επιπλέον αυτών το IS εκδίδει ένα RD PDU προκειμένου να ενημερώσει το τερματικό σύστημα για την ύπαρξη καλύτερης δρομολόγησης.

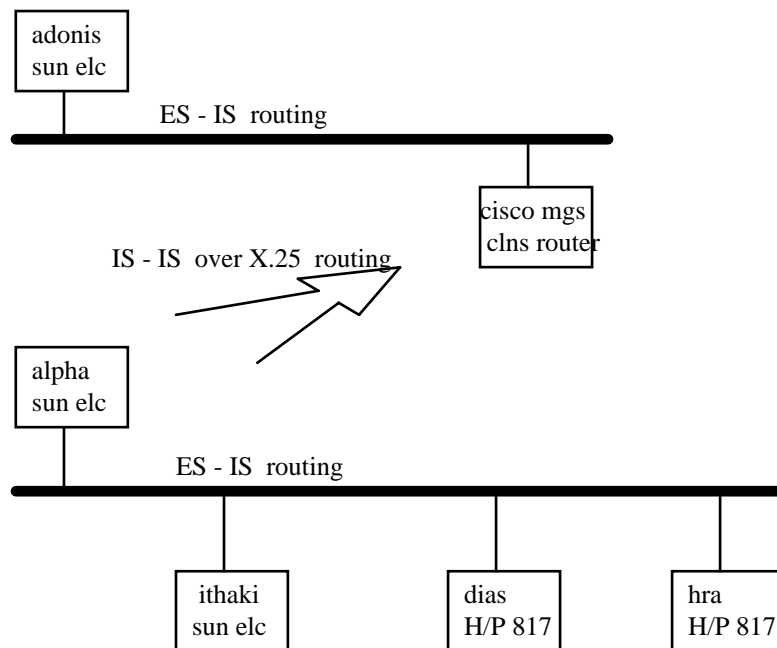
5. Πρακτικό CLNS δίκτυο

Στις εγκαταστάσεις του Δικτύου Αριάδνη λειτουργεί σε πιλοτική φάση τοπικό δίκτυο CLNS. Το τοπικό δίκτυο περιλαμβάνει μία σύνδεση με το Ευρωπαϊκό pilot CLNS δίκτυο και με ένα περιορισμένης έκτασης τοπικό CLNS δίκτυο το οποίο παρέχει τις υπηρεσίες X.400 και FTAM σε πειραματική μορφή πάνω από CLNS. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιείται ένας router (cisco mgs) ο οποίος αποκλειστικά απασχολείται με τη διαχείριση του CLNS δικτύου στο Αριάδνη. Την στιγμή αυτή ο router αποτελεί το IS του Ευρωπαϊκού CLNS για την Ελλάδα και το IS του τοπικού δικτύου.

Η διασύνδεση παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα.



Η σχεδίαση του τοπικού πιλοτικού δικτύου έγινε έτσι ώστε να περιλαμβάνει όλες τις τεχνικές routing στο CLNS, ES-IS, IS-IS, καθώς επίσης και δύο τουλάχιστον από τις περισσότερο διαδεδομένες υπηρεσίες mail (X.400) και file transfer (FTAM), οι οποίες τρέχουν σε δύο τουλάχιστον διαφορετικών κατασκευαστών δικτυακά συστήματα.



Όπως παρουσιάζεται στο προηγούμενο σχέδιο, στα τοπικά LAN τρέχει το ES - IS πρωτόκολλο. Το υπολογιστικό σύστημα alpha δρα ως End System και σ' αυτό έχουν εγκατασταθεί οι δικτυακές λειτουργίες X.400 και FTAM. Το ίδιο υπολογιστικό σύστημα δρα και ως Intermediate System μέσω του οποίου δρομολογούνται τα πακέτα από τα υπολογιστικά συστήματα ithaki, dias, και hra στο υπόλοιπο CLNS δίκτυο και

αντίστροφα. Μεταξύ του alpha και του CLNS ROUTER τρέχει το IS - IS routing protocol.

Έτσι αν ο υπολογιστής hra θέλει να επικοινωνήσει με τον adonis θα πρέπει να στείλει ένα Echo Request PDU στο υποδίκτυο στο οποίο ανήκει και να ζητά πληροφορίες για την SNPA διεύθυνση του adonis. Επειδή ο adonis δε βρίσκεται στο ίδιο υποδίκτυο, το IS (alpha) θα στείλει ένα Echo Response PDU προσδιορίζοντας στον hra να στείλει τα πακέτα στο ίδιο IS (alpha). Ο alpha θα προωθήσει τα πακέτα στον CLNS CISCO ο οποίος δρα και ως IS στο υποδίκτυο που ανήκει ο adonis και επομένως γνωρίζει την ύπαρξή του και θα τα στείλει στην SNPA διεύθυνση του adonis.