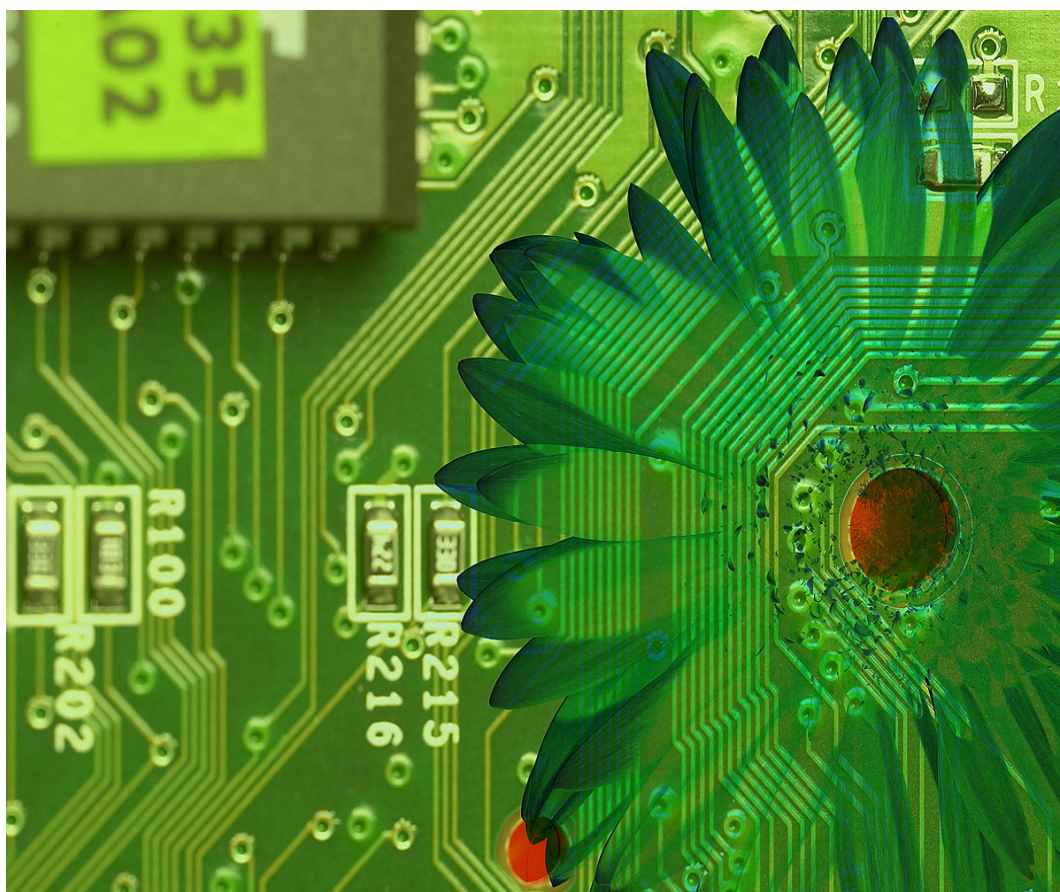


ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΠΡΑΣΙΝΗ ΔΙΚΤΥΩΣΗ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:
ΡΙΖΟΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:
ΜΑΡΓΑΡΙΤΗ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κατάλογος περιεχομένων

1	Εισαγωγή.....	3
1.1	Τοπικά Δίκτυα.....	5
1.2	Μετάδοση Δεδομένων.....	8
1.3	Μέσα Μετάδοσης.....	10
1.4	Μοντέλο Αναφοράς OSI.....	11
1.5	Δίκτυο IEEE 802.3 – Ethernet.....	13
1.7	Δίκτυο IEEE 802.4 – Token Bus.....	15
1.8	Ansi Fddi Πρότυπο.....	17
2	Πράσινη Δικτύωση (Green Networking).....	18
2.1	Ορισμός Πράσινης Δικτύωσης.....	19
2.2	Μια Σύντομη Ιστορία της Παγκόσμιας Πράσινης Δικτύωσης.....	20
2.2.1	Τα πρώτα χρόνια της Παγκόσμιας Πράσινης Δικτύωσης.....	20
2.3	Στοχοι της Πράσινης Δικτύωσης.....	21
2.4	Οι οντότητες της Πράσινης Δικτύωσης.....	23
2.5	Υποδομή του δικτύου στο παρελθόν και στο παρόν.....	24
2.6	Βελτιστοποίηση της ισχύς.....	25
2.7	On-Live High Definition Video Conferencing.....	25
2.7.1	Συστήματα video conferencing.....	25
2.8	Αποφάσεις σχετικά με το μέλλον της πράσινης δικτύωσης και περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	25
2.9	Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας των εταιρειών.....	26
2.10	Γεωγραφική μετατόπιση.....	27
2.11	Το πανταχού παρόν δικτυακό περιβάλλον σύμφωνα με τον Mark Weiser.....	28
2.12	Κριτήρια ταξινόμησης πράσινων τεχνικών για τη CPU.....	28
2.13	Απλούστευση ταξινόμησης.....	29
2.13.1	Διαφορές μεταξύ off-line λύσεων και διαστασιολόγησης του δικτύου.....	29
3	Στρατηγικές-λύσεις Πράσινης Δικτύωσης.....	30
3.1	Επιχειρησιακή Στρατηγική & Μοντέλα.....	30
3.2	Εταιρική Αποτίμηση.....	31
3.3	Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας.....	32
3.4	Βασικές στρατηγικές λύσεις.....	32
3.4.1	Ανάλυση των βασικών και των επιπρόθετων στρατηγικών λύσεων.....	32
3.5	Αποτελεσματικότητα του Data Center.....	37
4	Πρότυπο IEEE 802.3az.....	38
4.1	Ενέργειες για το πρότυπο IEEE802.3az.....	39
5	Θεσμικό πλαίσιο στην Ευρώπη.....	47
5.1	Υποδομές στην Ελλάδα.....	47
5.2	Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα.....	48
	Επίλογος.....	50

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1 Εισαγωγή

Τα δίκτυα είναι από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες περιοχές τεχνολογίας. Στην ανάπτυξη αυτή συντελεί η εξέλιξη στον χώρο των υπολογιστών και των επικοινωνιών από τη μία πλευρά και η αύξηση της παραγωγικότητας στο χώρο εφαρμογής τους από την άλλη. Το κύριο ζητούμενο σε ένα δίκτυο είναι η επικοινωνία, αλλά και ο διαμοιρασμός πόρων ή υπηρεσιών και η ανταλλαγή πληροφορίας. Στις μέρες μας τα δίκτυα απαντώνται ευρέως, ενώ παράλληλα τα δομικά τους στοιχεία (υλικό και λογισμικό) εξελίσσονται ταχύτατα.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 δεν υπήρχε καμία άμεση επικοινωνία μεταξύ των χρηστών και των προγραμμάτων που εκτελούσαν σε υπολογιστές. Τα προγράμματα έμπαιναν σε μια σειρά προτεραιότητας (batch mode) μέχρι να εκτελεστούν από τον Η/Υ και στη συνέχεια οι χρήστες απλά έπαιρναν τα αποτελέσματα.

Κατά τη δεκαετία του 1960 χρησιμοποιήθηκαν τα τερματικά (dump terminals) που ήταν συνδεδεμένα σε κάποιο κεντρικό υπολογιστή, αν και οι συνδέσεις ήταν χαμηλών ταχυτήτων, δίδοντας έτσι το πλεονέκτημα στους χρήστες να επικοινωνούν άμεσα (interactive communication) με τον υπολογιστή και να αξιοποιούν τους διαθέσιμους πόρους του συστήματος (computer resources). Την ίδια περίοδο αξιοποιήθηκε η τεχνική του καταμερισμού χρόνου (time sharing) για να γίνει δυνατή η εξυπηρέτηση πολλαπλών χρηστών την ίδια χρονική στιγμή. Κατά τη δεκαετία του 1970 άρχισαν να χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση οι μίνι-υπολογιστές, καθώς οι χρήστες πλέον απαιτούσαν την ύπαρξη της επεξεργαστικής ισχύος εκεί που εκτελείτο και η εργασία. Επιπροσθέτως, για κάποιες εφαρμογές οι χρήστες άρχισαν να μοιράζονται (sharing) αρχεία, προγράμματα, συσκευές αποθήκευσης και άλλα περιφερειακά, ενώ η ανάγκη για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ γεωγραφικά απομακρυσμένων σημείων ήταν γεγονός. Έγινε λοιπόν εμφανής η ανάγκη για επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών με ταχύτητες σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές που επικοινωνούσαν τα τερματικά με τους κεντρικούς υπολογιστές.

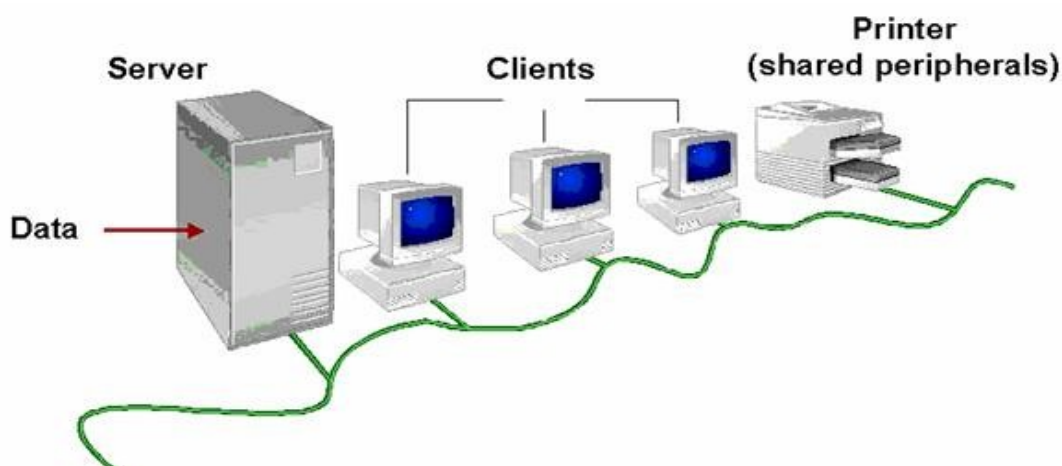
Η σχεδίαση των δικτύων αποσκοπούσε στην εξυπηρέτηση των διαφόρων εργασιών που έπρεπε να εξυπηρετηθούν. Οι μίνι-υπολογιστές βρίσκονταν εκεί που εκτελείτο η εργασία, με κάθε

επεξεργαστή να εξυπηρετεί ένα συγκεκριμένο σετ εργασιών. Τα δίκτυα μπορούσαν να επεκταθούν και να ανασχεδιαστούν πολύ εύκολα έτσι ώστε πάντα να ικανοποιούν τις εργασιακές απαιτήσεις.

Τις δεκαετίες του 1980 και 1990 τα πλεονεκτήματα των δικτύων σε πολλά περιβάλλοντα, όπως γραφεία, εργαστήρια, εργοστάσια, έχουν πλέον αναγνωριστεί. Είναι πλέον συνηθισμένο τα επεξεργαστικά συστήματα να τοποθετούνται κοντά στο χώρο εκτέλεσης της εφαρμογής, ενώ δεδομένα από άλλες εφαρμογές μπορούν να μεταφέρονται από / σε άλλα απομακρυσμένα σημεία μέσω δικτύων.

Σε γενικές γραμμές όλα τα δίκτυα έχουν κοινά στοιχεία, κοινές λειτουργίες και χαρακτηριστικά. Τα κυριότερα από αυτά είναι τα παρακάτω:

- *Εξυπηρετητές (Servers)*—H/Y για παροχή πόρων στους χρήστες μέσω δικτύου.
- *Πελάτες (Clients)*—Οι H/Y που αξιοποιούν τους παρεχόμενους από τον εξυπηρετητή πόρους.
- *Μέσα (Media)*—Το μέσο που εξασφαλίζει τη διασύνδεση των H/Y.
- *Κοινόχρηστα Δεδομένα (Shared data)* –Αρχεία που προσφέρονται από τους εξυπηρετητές προς όλους τους χρήστες του δικτύου .
- *Κοινόχρηστοι Εκτυπωτές (Shared Printers)* και άλλα κοινόχρηστα περιφερειακά συστήματα (Shared Peripherals) που είναι προσπελάσιμα από όλους τους χρήστες μέσω του εξυπηρετητή.
- *Πόροι (Resources)*—Αρχεία, και άλλες συσκευές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες του δικτύου.



Εικόνα 1: Γενική δομή δικτύου Πηγή: <http://asclepieion.mpl.uoa.gr/pubaspis/papers1/Networks/Introduction%20to%20Networking%20-%20Gatzonis%20-%20Lambrinouidakis%20-%202004-2000.htm>

1.1 Τοπικά Δίκτυα

Τα Τοπικά Δίκτυα (LAN) έχουν γίνει ένα σημαντικό μέρος της καθημερινότητας των σημερινών κοινωνιών. Οι προσωπικοί υπολογιστές ήταν η κύρια κινητήρια δύναμη πίσω από το LAN διάδοσης. Καθώς οι προσωπικοί υπολογιστές χρησιμοποιούνται ευρέως σε περιβάλλον γραφείου, έγινε επιθυμητή η διασύνδεσή τους για να επιτύχει δύο στόχους: να μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες (π.χ., e-mail), και να μοιράζονται δυσεύρετους και πολυδάπανους πόρους (π.χ. εκτυπωτές). Τα LANs έχουν τόσο μεγάλη επιτυχία σε πραγματοποίηση αυτών των στόχων που το κόστος τους είναι απόλυτα δικαιολογημένο.

Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση σχεδόν οποιοδήποτε τύπου συσκευών υπολογιστών συμπεριλαμβανομένων των κεντρικών υπολογιστών, σταθμών εργασίας, προσωπικών υπολογιστών, την πρόσβαση σε αρχεία των διακομιστών, καθώς και πολλά είδη των περιφερειακών συσκευών. Πολλά τοπικά δίκτυα είναι συνδεδεμένα με άλλα LANs ή WANS μέσω γεφυρών και πυλών, αυξάνοντας έτσι την χρησιμοποίησή τους από τους χρήστες τους. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα τυπικά χαρακτηριστικά αυτών των δικτύων.

	Ελάχιστος	Τυπικός	Μέγιστος
Αριθμός Χρηστών	10 χρήστες	20-100 χρήστες	1000s χρήστες
Γεωγραφική Κάλυψη	100 μέτρα	100-1000 μέτρα	10s μέτρα
Ρυθμός Δεδομένων	10s Kbps	1-10 Mbps	100s Mbps
Ρυθμός Λαθών	1 bit ανα 10^8 bits	1 bit /10.000.000	1 bit /100.000.000

Πίνακας 1: Συγκριτικός πίνακας για ελάχιστο, τυπικό και μέγιστο αριθμό χρηστών. Πηγή: Στατιστικά στοιχεία από ένθετο περιοδικού "RAM"

Ένα τοπικό δίκτυο αποτελείται από τέσσερις γενικούς τύπους στοιχείων:

Το σταθμό του χρήστη (User Station). Αυτό παρέχει την πρόσβαση στο χρήστη στο τοπικό δίκτυο. Το πιο συνηθισμένο παράδειγμα είναι ένας προσωπικός υπολογιστής. Ο σταθμός χρήστη εκτελεί ειδικό λογισμικό δικτύου (συνήθως με τη μορφή ενός οδηγού) για την πρόσβαση στο τοπικό δίκτυο.

Τη LAN στοίβα πρωτοκόλλου. Αυτό αποτελεί εφαρμογή στα στρώματα του πρωτοκόλλου LAN. Συνήθως λαμβάνει υπόψη τη μορφή μιας κάρτας υλικού στο εσωτερικό του σταθμού χρήστη, που περιέχει ένα μικροεπεξεργαστή και firmware που υλοποιεί τα μη φυσικά πρωτόκολλα

Τη φυσική μονάδα διεπαφής (PIU). Αυτή η διεπαφή πηγαίνει απευθείας στο σταθμό-βάση του χρήστη LAN και είναι ένα υλικό φυσικού μέσου στο τοπικό δίκτυο. Η ακριβής μορφή των PIU

εξαρτάται ιδιαίτερα από τον τύπο του φυσικού μέσου που χρησιμοποιείται στο τοπικό δίκτυο.

Ένας ελεγκτής δικτύου (επίσης γνωστός ως κάρτα δικτύου διασύνδεσης, κάρτα δικτύου, προσαρμογέας LAN και με άλλους παρόμοιους όρους), είναι ένα στοιχείο υλικού του υπολογιστή που συνδέει έναν υπολογιστή σε ένα δίκτυο υπολογιστών.

Οι ελεγκτές διασύνδεσης δικτύου που συνήθως εγκαθίστανται στις κάρτες επέκτασης του υπολογιστή, έχουν χαμηλό κόστος και για το λόγο αυτό παρουσία τους είναι συνηθισμένη στο Ethernet πρότυπο. Οι σημερινοί υπολογιστές έχουν μια διασύνδεση δικτύου ενσωματωμένη στη μητρική πλακέτα.

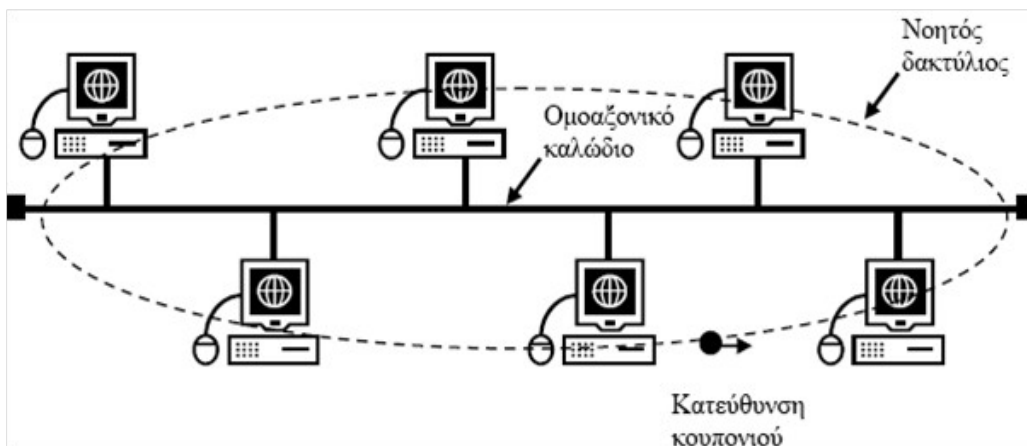
Ο ελεγκτής δικτύου υλοποιεί το ηλεκτρονικό κύκλωμα που απαιτείται για την επικοινωνία χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο φυσικό επίπεδο και πρότυπο δεδομένων επιπέδου γραμμής όπως Ethernet, Wi-Fi, ή Token Ring. Αυτό παρέχει μια βάση για μια πλήρη στοίβα πρωτοκόλλου δικτύου, που επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των μικρών ομάδων υπολογιστών στο ίδιο LAN και μεγάλης κλίμακας δίκτυο επικοινωνιών μέσω πρωτόκολλα διαδρομών, όπως το IP.

Η NIC επιτρέπει στους υπολογιστές να επικοινωνούν μέσω δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η κάρτα δικτύου λειτουργεί σε φυσικό επίπεδο και σε επίπεδο ζεύξης δεδομένων, καθώς παρέχει φυσική πρόσβαση σε ένα μέσο δικτύωσης και παρέχει ένα χαμηλού επιπέδου σύστημα διευθυνσιοδότησης με τη χρήση των διευθύνσεων MAC. Επιτρέπει στους χρήστες να συνδεθούν μεταξύ τους είτε με τη χρήση καλωδίων ή ασύρματα.

Φυσικά Μέσα. Αυτά παρέχουν μια φυσική διαδρομή για να ταξιδεύουν τα σήματα μεταξύ των σταθμών. Τέτοια παραδείγματα είναι το ομοαξονικό καλώδιο, η οπτική ίνα, και το υπέρυθρο φως.

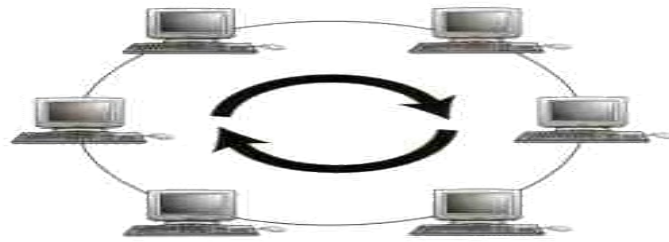
Οι κύριες τοπολογίες στα LAN είναι:

- η τοπολογία διαύλου



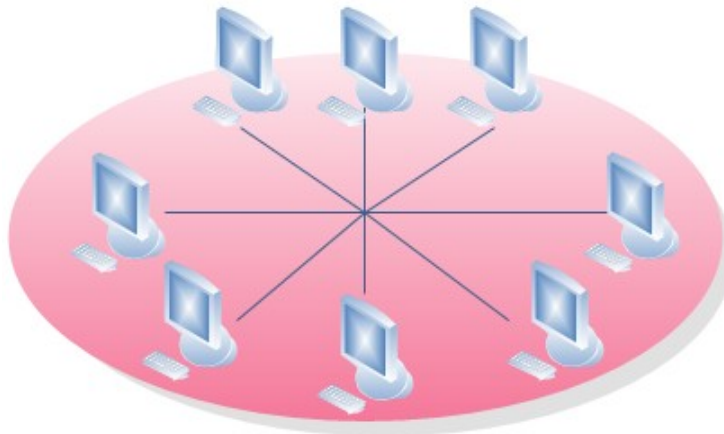
Εικόνα 2: Νοητή και φυσική τοπολογία Πηγή: <http://kknetworks.net84.net/Token%20Bus%20Token%20Ring.html>

- η τοπολογία δακτυλίου



Εικόνα 3: Τοπολογία δακτυλίου. Πηγή: http://www.e-networks.org/5_ring_topologies.html

- η τοπολογία αστέρα



Εικόνα 4: Τοπολογία αστέρα. Πηγή: <http://pelopas.uop.gr/~tst04014/topology.html>

1.2 Μετάδοση Δεδομένων

Στην τοπολογία Διαύλου μεταδίδονται πακέτα ταυτόχρονα προς όλους (broadcast), ως εκ τούτου μόνο ένας σταθμός σε μια στιγμή μπορεί να στείλει σε όλους τους άλλους σταθμούς. Κάθε σταθμός που λαμβάνει το μήνυμα εξετάζει την διεύθυνση του παραλήπτη του μηνύματος και αν ταιριάζει με τη δική της διεύθυνση, κάνει αντίγραφο του μηνύματος αλλιώς, αγνοεί το μήνυμα.

Ένα δίκτυο διαύλου είναι ένας δικτυακός σχηματισμός στον οποίο ένα σύνολο κόμβων συνδέεται μέσω μιας κοινής γραμμής επικοινωνίας που ονομάζεται διάυλος. Αυτή η κατηγορία δικτύων είναι ο απλούστερος τρόπος διασύνδεσης πολλαπλών κόμβων.

Η τοπολογία αυτή επιτρέπει την εύκολη εφαρμογή της και επέκταση του δικτύου με επιπλέον κόμβους, ενώ είναι ιδιαίτερα οικονομική. Όπως παρατηρούμε στο σχήμα το φυσικό μέσο

μετάδοσης των μηνυμάτων είναι κοινό για όλους τους κόμβους. Ο κάθε κόμβος “ακουμπάει” στο κοινό μέσο έτσι ώστε να λαμβάνει και να στέλνει πληροφορία. Αυτό δημιουργεί ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα, το πρόβλημα των συγκρούσεων, όταν δύο ή περισσότεροι υπολογιστές μεταδίδουν ταυτόχρονα.

Η τοπολογία δακτυλίου χρησιμοποιεί ένα κλειστό σύστημα, από σημείο σε σημείο, που συνδέονται με τον βρόχο των σταθμών. Τα δεδομένα ρέουν μόνο προς μία κατεύθυνση, από τον ένα σταθμό στον άλλο. Όπως συμβαίνει και με την τοπολογία του διαύλου, η μετάδοση περιορίζεται σε ένα χρήστη κάθε φορά. Όταν κερδίζει ένας σταθμός τον έλεγχο και στέλνει ένα μήνυμα, το μήνυμα στέλνεται στον επόμενο σταθμό του στο δακτυλίδι. Κάθε σταθμός, στο δακτυλίδι εξετάζει τη διεύθυνση του παραλήπτη του μηνύματος και αν ταιριάζει με τη δική της διεύθυνση, κάνει αντίγραφο του μηνύματος. Το μήνυμα περνά γύρω από το δακτυλίδι μέχρι να φτάσει ο εντολέας που αφαιρεί το μήνυμα με το να μην στέλνει στον επόμενο σταθμό. Δεδομένου ότι η πρόσβαση στο δίαυλο ή στο δακτύλιο, περιορίζεται σε έναν σταθμό σε μια στιγμή, κάποια μορφή της διαιτησίας είναι απαραίτητη για να διασφαλιστεί ισότιμη πρόσβαση σε όλους τους σταθμούς. Για την πρόσβαση στο μέσο χρησιμοποιούνται διάφορα πρωτόκολλα “διαιτησίας” όπως αυτά που δημιουργήθηκαν από την IEEE και πιο συγκεκριμένα το 807.3.

Το πρότυπο αυτό καθορίζει το φυσικό επίπεδο (Physical layer) και το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης μέσου (Medium Access Control-MAC) του επιπέδου ζεύξης δεδομένων (Data Link layer). Συγκεκριμένα, περιγράφεται η διαδικασία πρόσβασης στο μέσο που είναι *πολλαπλή πρόσβαση με ανίχνευση φέροντος και με ανίχνευση συγκρούσεων* (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD) και οι προδιαγραφές του φυσικού επιπέδου (Physical layer specifications).

Ως προς την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων επιπέδων ορίζεται ότι: α) το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης μέσου που επικοινωνεί με τα ανώτερα επίπεδα ανταλλάσσοντας πληροφορίες που αφορούν την εκπομπή και τη λήψη πλαισίων και χρησιμοποιούνται στην διαδικασία διόρθωσης σφαλμάτων (error recovery) που πραγματοποιείται από τα ανώτερα επίπεδα, και β) μεταξύ του φυσικού επιπέδου και του υποεπιπέδου ελέγχου πρόσβασης μέσου ανταλλάσσονται πληροφορίες που αφορούν την ανίχνευση φέροντος (carrier sense), την λήψη έγκυρων δεδομένων (receive valid data), την αρχή εκπομπής (transmit initiation) και την ανίχνευση συγκρούσεων (collision detection).

Πρωτόκολλα που έχουν σχεδιαστεί:

Ανίχνευση Φέροντος (carrier sensing). Το πρωτόκολλο αυτό εφαρμόζεται σε μια τοπολογία διαύλου. Πριν ένας σταθμός επιχειρήσει να μεταδώσει, ακούει το κανάλι για να δει αν οποιοδήποτε

άλλος σταθμός εκπέμπει ήδη. Αν ο σταθμός βρίσκει το κανάλι σε αδράνεια, προσπαθεί να μεταδώσει, διαφορετικά, περιμένει το κανάλι να τεθεί σε κατάσταση αδράνειας. Λόγω της αναπόφευκτης καθυστέρησης στη μετάδοση του σταθμού, είναι πιθανό ότι δύο ή περισσότεροι σταθμοί βρίσκουν το κανάλι σε αδράνεια και ταυτόχρονα προσπαθούν να μεταδώσουν. Αυτό ονομάζεται σύγκρουση. Δύο συστήματα υπάρχουν για το χειρισμό των συγκρούσεων:

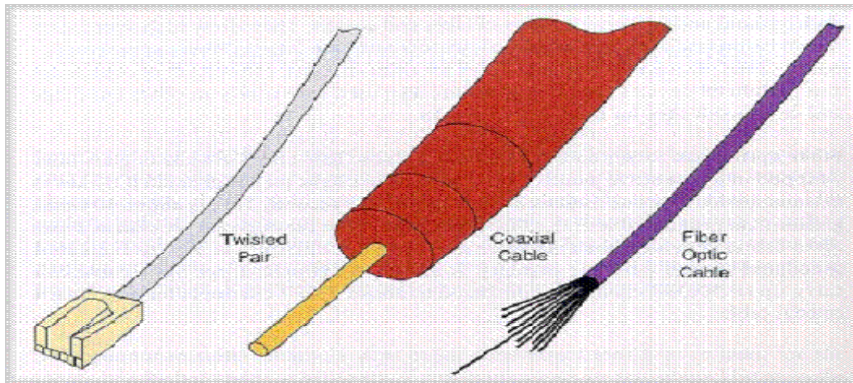
Η ανίχνευση σύγκρουσης (collision detection). Σε αυτό το σχέδιο σε μια μετάδοση σταθμού επίσης είναι υποχρεωμένη να ακούσει το κανάλι, έτσι ώστε να μπορεί να ανιχνεύσει μια σύγκρουση με την παρατήρηση της απόκλισης στα επίπεδα τάσης μετάδοσης. Μετά την ανίχνευση μίας σύγκρουσης, αναστέλλει τη διαβίβαση και την εκ νέου προσπάθεια μετά από ένα τυχαίο χρονικό διάστημα του χρόνου. Η χρήση μιας τυχαίας περιόδου αναμονής μειώνει την πιθανότητα της σύγκρουσης επαναλαμβανόμενα.

Η αποφυγή συγκρούσεων. Το σύστημα αυτό αποφεύγει τις συγκρούσεις που συμβαίνουν εφαρμόζοντας έναν αλγόριθμο εκθετικής υπαναχώρισης. Σύμφωνα με αυτόν οι σταθμοί περιμένουν για τυχαίο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια επιχειρούν να μεταδώσουν και πάλι.

1.3 Μέσα Μετάδοσης

Τα μέσα μετάδοσης αποτελούν τον φυσικό τροπο μετάδοσης των δεδομένων από τον πομπό στον δέκτη. Διακρίνονται σε ενσύρματα όπως τα χάλκινα καλώδια, τα ομοαξονικά καλώδια και οι οπτικές ίνες και στα ασύρματα όπως είναι οι ραδιοδίαιλοι και οι laser ακτίνες.

Είναι τα χάλκινα καλώδια που διακρίνονται ως προς τη θωράκιση τους και χωρίζονται στα UTP (Unshielded Twisted Pair) και στα STP (Shielded Twisted Pair). Τα ομοαξονικά καλώδια και τις οπτικές ίνες όπου διακρίνονται σε μονότροπες και πολύτροπες οπτικές ίνες. Στο επόμενο μέσο μετάδοσης τα ασύρματα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούν τα ραδιο-σήματα υψηλής συχνότητας, τις υπέρυθρες ακτίνες ή ακτίνες laser για να επικοινωνούν οι τερματικοί σταθμοί με τον κεντρικό υπολογιστή (ή διακομιστή) ή με τα διάφορα Hubs. Οι πληροφορίες αναμεταδίδονται μεταξύ των πομποδεκτών σαν να συνδέθηκαν με φυσικό ενσύρματο τρόπο.



Εικόνα 5: Μέσα Μετάδοσης: 1) Δισύρματα καλώδια, 2) Ομοαξονικό καλώδιο, 3) Οπτική Ίνα
Πηγή: <http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=494>

1.4 Μοντέλο Αναφοράς OSI

Ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης ISO (Open System Interconnection) ανέπτυξε ένα Πρότυπο Διασύνδεσης Ανοιχτών Συστημάτων OSI. Το μοντέλο OSI επιλύει επιμέρους προβλήματα που εμφανίζονται στις επικοινωνίες υπολογιστών. Παρέχει τη δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους σε διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα. Προσβλέπει στην ανοιχτή και ελεύθερη επικοινωνία μεταξύ των συστημάτων.

Το μοντέλο αναφοράς OSI αποτελείται από 7 επίπεδα:

Το επίπεδο 1: Φυσικό. Το φυσικό επίπεδο ορίζει όλες τις ηλεκτρικές και φυσικές προδιαγραφές της επικοινωνίας. Σ' αυτές περιλαμβάνονται η διαμόρφωση του σήματος, οι επιτρεπτές τάσεις, οι προδιαγραφές των καλωδίων κλπ.

Το επίπεδο 2: Ζεύξης Δεδομένων. Το επίπεδο ζεύξης δεδομένων παρέχει τα λειτουργικά και διαδικαστικά μέσα για τη μεταφορά δεδομένων από μια συσκευή ενός τοπικού δικτύου σε άλλη, αλλά και για την ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων που συμβαίνουν στο φυσικό επίπεδο.

Το επίπεδο 3: Δικτύου. Το επίπεδο δικτύου παρέχει τα λειτουργικά και διαδικαστικά μέσα για τη μεταφορά στοιχειοσειρών δεδομένων μεταβλητού μήκους από μια προέλευση σε έναν προορισμό, μέσα από ένα ή περισσότερα ενδιάμεσα δίκτυα, ενώ διατηρεί την ποιότητα εξυπηρέτησης που απαιτεί το επίπεδο μεταφοράς.

Το επίπεδο 4: Μεταφοράς. Το επίπεδο μεταφοράς διεκπεραιώνει τη μεταφορά των δεδομένων από χρήστη σε χρήστη, απαλλάσσοντας έτσι τα ανώτερα επίπεδα από κάθε φροντίδα να προσφέρουν αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων από το ένα άκρο της επικοινωνίας στο άλλο.

Το επίπεδο 5: Συνόδου. Το επίπεδο συνόδου ελέγχει τις συνόδους (δηλαδή τις ανταλλαγές δεδομένων) μεταξύ δύο υπολογιστών, του Α και του Β. Ξεκινά, διαχειρίζεται και τερματίζει τη σύνδεση μεταξύ μιας τοπικής και μιας απομακρυσμένης εφαρμογής.

Το επίπεδο 6: Παρουσίασης. Το επίπεδο παρουσίασης μετασχηματίζει τα δεδομένα σε τυπική μορφή που την αναμένει το επίπεδο εφαρμογών. Στο επίπεδο αυτό τα δεδομένα υφίστανται κρυπτογράφηση, συμπίεση, κωδικοποίηση MIME και όποια άλλη διαμόρφωση απαιτεί η μορφή δεδομένων ή ο σχεδιαστής του πρωτοκόλλου.

Το επίπεδο 7: Εφαρμογών. Το επίπεδο εφαρμογών παρέχει στον χρήστη έναν τρόπο να προσπελάσει μέσω μιας εφαρμογής τις πληροφορίες ενός δικτύου. Αυτό το επίπεδο είναι η κύρια διασύνδεση του χρήστη με την εφαρμογή και, συνεπώς, με το δίκτυο.

Για τα τοπικά δίκτυα, ο ρόλος του φυσικού επιπέδου είναι ο ίδιος με του μοντέλου OSI. Περιλαμβάνει τις συνδέσεις που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση του PIU στο τοπικό δίκτυο και τη σηματοδότηση του κυκλώματος που παρέχεται από το PIU. Το OSI του επιπέδου ζεύξης των δεδομένων χωρίζεται σε δύο υπό-επίπεδα. Της πρόσβασης στα μέσο (MAC- Medium Access Control) στρώματος που είναι υπεύθυνη για την εφαρμογή μίας ειδικής πρόσβασης του πρωτοκόλλου LAN. Αυτό το στρώμα είναι ως εκ τούτου σε μεγάλο βαθμό εξαρτώμενο από τον τύπο του LAN. Στόχος του είναι να κρύψει το υλικό και την πρόσβαση των εξαρτήσεων του πρωτοκόλλου από το επόμενο επίπεδο. Η έλεγχος λογικής σύνδεσης (LLC- Logical Link Control), παρέχει υπηρεσίες ζεύξης δεδομένων ανεξάρτητα από το MAC πρωτοκόλλο που χρησιμοποιείται. Το LLC είναι ένα υποσύνολο του HDLC και είναι σε μεγάλο βαθμό συμβατό με το στρώμα ζεύξης δεδομένων του OSI με συμβατά WANs. Το LLC είναι το μόνο που ασχολείται με την παροχή

σημείων πρόσβασης Συνδέσμων Υπηρεσιών (LSAPs). Όλες οι άλλες λειτουργίες κανονικής ζεύξης δεδομένων (π.χ., η διαχείριση συνδέσεων, και η αντιμετώπιση των λαθών) γίνεται από το στρώμα MAC.

Οι τεχνικές μετάδοσης στα τοπικά δίκτυα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στην τεχνική baseband (μετάδοση σε βασική ζώνη) και την broadband (μετάδοση ευρείας ζώνης). Στην τεχνική baseband, το ψηφιακό σήμα από μια συσκευή μετάδοσης εισάγεται άμεσα στο μέσο μετάδοσης.

Η τεχνική broadband χρησιμοποιείται για τα μόντεμ ευρυζωνικότητας για τη μετατροπή του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό σήμα υψηλής συχνότητας. Αυτό το σήμα είναι συνήθως αποτέλεσμα πολυπλεξίας που παρέχει πολλαπλά κανάλια FDM κατά την ίδια μετάδοση του μέσου.

Η Baseband είναι μια απλή και ανέξοδη ψηφιακή τεχνική. Συγκριτικά, η τεχνική της ευρυζωνικότητας έχει πρόσθετο κόστος: κάθε συσκευή απαιτεί το δικό του modem, επίσης, επειδή η μετάδοση είναι δυνατή μόνο προς μία κατεύθυνση, δύο κανάλια συνήθως πρέπει να είναι υπό τον όρο, ένα για κάθε κατεύθυνση. Η Broadband, ωστόσο, έχει τα πλεονεκτήματα της προσφέροντας μεγαλύτερη χωρητικότητα καναλιού το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολυπλεξία δεδομένων από διάφορες πηγές (π.χ., βίντεο, φωνής, fax), κι όχι μόνο ψηφιακά δεδομένα. Επίσης, είναι σε θέση να καλύπτει μεγαλύτερες αποστάσεις, συνήθως δεκάδες χιλιόμετρα σε σύγκριση με έως και ένα χιλιόμετρο για την baseband.

1.5 Δίκτυο IEEE 802.3 – Ethernet

Το δίκτυο Ethernet είναι από τα πιο διαδεδομένα δίκτυα σήμερα. Την ονομασία του την πήρε από luminiferous ether (φωτεινό αιθέρα) όπου θεωρούνταν ότι μεταδιδόταν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Η ιδέα αυτή αναπτύχθηκε αμέσως μετά την ανάπτυξη του δικτύου ALOHA. Η IEEE προσδιόρισε το πρότυπο IEEE 802.3. Το Ethernet δίκτυο είναι ένα τοπικό δίκτυο που ακολουθεί τις αρχές του OSI ως αναφορά στα επίπεδα και συνιστάται συνήθως σε τοπολογία bus και με εφαρμοζόμενη μέθοδο προσπέλασης CSMA/CD. Το πρότυπο IEEE 802.3 βάση του οποίου αποτελεί το Ethernet 10 Mbps όρισε το φυσικό επίπεδο και τον έλεγχο πρόσβασης στο κοινό μέσο που χρησιμοποιείται στο τοπικό δίκτυο. Ορίζει δύο κατηγορίες, την βασική ζώνη (base band) και την ευρεία ζώνη (broad band). Το βασικής ζώνης (base band) Ethernet 802.3 υλοποιείται με τη χρήση ψηφιακού σήματος τύπου Manchester. Το ευρείας ζώνης broad band Ethernet 802.3 υλοποιείται με τη χρήση αναλογικού σήματος τύπου PSK. Βασικό χαρακτηριστικό σε ένα δίκτυο Ethernet είναι η μέθοδος προσπέλασης CSMA/CD¹ (Carrier Sense Multiple Access?Collision

¹ Το Carrier Sense Multiple Access με Collision Detection (CSMA / CD- Πολλαπλή πρόσβαση με Ανίχνευση Φέροντος και Ανίχνευση Συγκρούσεων) πρωτόκολλο καθορίζεται από την IEEE 802.3. Το CSMA / CD εφαρμόζεται ευρέως σε τοπικά δίκτυα Ethernet, και προσφέρει ταχύτητες δεδομένων 10/100/1000 Mbps χρησιμοποιώντας τεχνικές μετάδοσης βασικής ή ευρείας ζώνης.

Detection, Πολλαπλή προσπέλαση με ανίχνευση φέροντος και ανίχνευση συγκρούσεων).

Με τον καιρό το Ethernet παράλληλα εδραιώθηκε παράλληλα αναπτύχθηκε και διευρύνθηκε για να καλύψει τις ανάγκες για ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες. Το Ethernet υποδιαιρείται σε πολλά υποσύνολα δικτύων. Το βασικής ζώνης τοπικό δίκτυο 802.3, ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιεί, διακρίνεται σε 5 διαφορετικές κατηγορίες 10BASE5, 10 BASE2, 10 BASE-T, 1BASE5 και 100-BASE-T.

Το ευρείας ζώνης (broad band) ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιεί, υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις όπως Isochronous Ethernet και Full Duplex Ethernet. 10BROAD36 που είναι ισοδύναμο με το 10BASE2,5,T δίκτυα.

Στο δίκτυο αυτό, το hub αντικαθίσταται από το switch. Όταν το switch παίρνει ένα πακέτο, διαβάζει την διεύθυνση προορισμού του και βρίσκει την κατάλληλη εξερχόμενη ζεύξη, όπου προωθεί το πακέτο, εφόσον η σύνδεση είναι αδρανής. Αλλιώς το αποθηκεύει στον καταχωρητή (buffer) έως ότου η σύνδεση να αδιάσει.

1.6 Δίκτυο IEEE 803.5 – Token Ring

Το πρότυπο τοπικού δικτύου Token Ring αναπτύχθηκε λίγο αργότερα από το Ethernet τη δεκαετία του 80. Το Token Ring φανερώνει τη μέθοδο με την οποία λειτουργεί το δίκτυο αλλά και τον τρόπο διασύνδεσης των υπολογιστών στο δίκτυο. Ο δακτύλιος (Ring) είναι το κεντρικό καλώδιο σε σχήμα δακτυλίου στο οποίο διασυνδέονται όλοι οι σταθμοί. Η μέθοδος προσπέλασης λέγεται Token Passing. Το Token είναι ένα χαρακτηριστικό πακέτο που κινείται στο δακτύλιο κι όποιος σταθμός το κατέχει μπορεί να μεταδώσει τα πακέτα στο μέσο καλώδιο. Όποιος σταθμός θέλει να εκπέμψει δεδομένα πρέπει πρώτα να λάβει το χαρακτηριστικό πλαίσιο TOKEN. Το πλαίσιο λαμβάνεται από κάθε σταθμό αντιγράφεται από την είσοδο στην έξοδο και συνεχίζει την κυκλική του πορεία μέχρι την επιστροφή του. Με το μηχανισμό αυτό δε μπορεί να έχουμε δύο ή περισσότερους σταθμούς να εκπέμπουν ταυτόχρονα. Κυρίαρχη κατασκευάστρια εταιρία που έχει αναπτύξει δίκτυα Token Ring είναι η IBM σε συνεργασία με την Texas Instrument. Το Token Ring σήμερα είναι το πιο δημοφιλές δίκτυο μετά το δίκτυο Ethernet. Στο παρελθόν υπήρχε αδυναμία στη διαχείριση του δικτύου και στην ανοχή λαθών.

Το πρωτόκολλο αυτό εφαρμόζεται σε μια τοπολογία δακτυλίου. Το κανάλι πρόσβασης ρυθμίζεται από ένα ειδικό μήνυμα, που ονομάζεται συμβολικό, το οποίο περνά γύρω από το δακτυλίδι από τον ένα σταθμό στον άλλο. Η κατάσταση του δακτυλίου είναι κωδικοποιημένη με το

συμβολικό (δηλαδή, της αδράνειας ή απασχόλησης). Κάθε σταθμός που επιθυμεί να μεταδώσει πρέπει να πάρει στα χέρια του την συμβολική αδράνεια πρώτα. Όταν ένας σταθμός παίρνει στα χέρια το ρελαντί τρόπο, σηματοδοτεί ως απασχολημένος, προσθέτει σε αυτό το μήνυμα που επιθυμεί να μεταδώσει, και στέλνει το όλο θέμα στον επόμενο σταθμό. Το μήνυμα κάνει το γύρο του δακτυλίου μέχρι να φτάσει στον αποδέκτη που αντιγράφει το μήνυμα και το μεταδίδει. Όταν το μήνυμα επιστρέφει στον αποστολέα, αποσυνδέει το μήνυμα, σηματοδοτεί το συμβολικό ως αδρανής και περνά την τιμή της. Για να εξασφαλιστεί δίκαιη πρόσβαση, το συμβολικό πρέπει να κάνει το γύρο του δακτυλίου, αχρησιμοποίητα, τουλάχιστον μία φορά προτού να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί από τον ίδιο σταθμό και πάλι.

Είναι κατάλληλο για περιπτώσεις με μεγάλο φορτίο αλλά δεν χρησιμοποιείται σε μεγάλα σχετικά σε έκταση δίκτυα ή για δίκτυα που έχουν απομακρυσμένους σταθμούς. Όταν η έκταση του δικτύου είναι μεγάλη αυξάνεται η καθυστέρηση εκπομπής και είναι δυνατό να ξεπεράσει προκαθορισμένα χρονικά όρια. Σε περιπτώσεις απομακρυσμένων σταθμών καταφεύγουμε στη χρήση οπτικών ινών ή επαναληπτών. Το IEEE 802.5 standard προσδιορίζει το επίπεδο MAC για το δίκτυο Token Ring. Προσδιορίζεται επίσης ο τρόπος λειτουργίας του δικτύου. Το δίκτυο Token Ring υπάρχει σε δύο μορφές:

Σε 4 Mbps και 16 Mbps. Υπάρχουν επίσης δύο τύποι δικτύου Token Ring ο πρώτος χρησιμοποιεί type 1 καλώδιο (STP-shield twisted pair) με χρήση IBM universal connectors. Ο άλλος τύπος χρησιμοποιεί type 3 καλώδιο (unshield twisted-pair) και παράλληλα χρησιμοποιούμε modular connectors.

1.7 Δίκτυο IEEE 802.4 – Token Bus

Το Token Bus πρωτόκολλο καθορίζεται από τα πρότυπα IEEE 802.4 και ISO 8802.4. Η λογική του δακτυλίου καθορίζεται από τη φθίνουσα αριθμητική σειρά του σταθμού διευθύνσεων. Όταν ένας σταθμός περιέρχεται στην κατοχή της κλειδας, θα δίνεται αποκλειστικά πρόσβαση στο δίκτυο για περιορισμένο χρονικό διάστημα. Ο σταθμός μεταδίδει είτε κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος ή τα χέρια πάνω από το κουπόνι για να το διαδεχθεί. Ο συμβολικός κάτοχος μπορεί επίσης να κάνει δημοσκόπηση σε άλλους σταθμούς, προκειμένου να μάθει για την κατάστασή τους. Το πρωτόκολλο προβλέπει την ένδειξη σχετικά με το χειρισμό σφαλμάτων. Όταν ένας σταθμός περνάει στον διάδοχό του, ακούει για τις μεταδόσεις στο Token Bus για μια χρονική περίοδο. Μια μετάδοση θα είναι ένα σημάδι ότι ο διάδοχος έχει λάβει με επιτυχία τη συμβολική μεταφορά των δεδομένων. Αν η ένδειξη του αποστολέα ορίζει ότι η συμβολική δεν έχει λάβει μετά από δύο απόπειρες, θα προσπαθήσει να παρακάμψει τον πιθανό ελαττωματικό σταθμό. Για να το

γίνει αυτό, με δημοσκοπήσεις από άλλους σταθμούς για να μαθευτεί ποιος είναι ο επόμενος λογικός για συνέχεια και θα προσπαθήσει να περάσει το κουπόνι για το σταθμό.

Το Token Bus είναι τοπικό δίκτυο με φυσική τοπολογία αρτηρίας (BUS) που μεταδίδει με χρήση πλαισίου Token και λειτουργεί με τοπικό δακτύλιο. Οι σταθμοί είναι οργανωμένοι σε δακτύλιο, επικοινωνούν μεταξύ τους διά μέσω καλωδίου αρτηρίας όπως το Ethernet. Το τοπικό δίκτυο Token Bus έχει το μηχανισμό της “λογικά κυκλικής” πορείας του Token και όποιος κατέχει το Token έχει τη δυνατότητα να εκπέμπει τα δεδομένα. Επίσης έχει το μηχανισμό διανομής και επαναφοράς του πλαισίου Token σε περιπτώσεις που απολεσθεί ή καταστραφεί το πλαίσιο Token. Σημαντική διαφορά με το Token Ring ότι τα δεδομένα εκπέμπονται καθολικά σε όλους τους σταθμούς (Broadcasting) και όχι με φυσική κυκλική σειρά από σημείο σε σημείο (point to point).

Το πρωτόκολλο του Token Bus εφαρμόζεται σε μια τοπολογία bus, αλλά το κάνει να συμπεριφέρεται όπως ένα δαχτυλίδι. Κάθε σταθμός στο λεωφορείο έχει δύο άλλα κέντρα που ορίζονται ως λογική του προκατόχου και λογική συνέχειας του, με τρόπο που οδηγεί σε μια λογική ρύθμιση του δαχτυλιδιού. Ένα ειδικό μήνυμα παρέχεται το οποίο παίζει το ρόλο του σε μία ένδειξη. Κάθε σταθμός λαμβάνει το κουπόνι από τον προκάτοχό του και το αναμεταδίδει στο λεωφορείο. Το υπόλοιπο του πρωτοκόλλου είναι όπως σε ένα συμβολικό δαχτυλίδι.

Το τοπικό δίκτυο του Ethernet είναι non-deterministic δίκτυο, δεν παρουσιάζεται προβλέψιμη καθυστέρηση επειδή δεν είναι προβλέψιμες οι τυχόν συγκρούσεις που μπορούν να συμβούν. Αντιθέτως το δίκτυο Token Ring έχει προβλέψιμη καθυστέρηση, δυνατότητα προτεραιοτήτων και υψηλό βαθμό αξιοπιστίας, όμως η τοπολογία του το καθιστά δύσχρηστο σε μακριές γραμμές παραγωγής (μεγαλύτερο από τα 100 μέτρα). Αυτό το κενό το καλύπτει το τοπικό δίκτυο Token Bus το οποίο παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα του Token Ring (αξιοπιστία, προβλέψιμος χρόνος καθυστέρησης) με τα πλεονεκτήματα της γνωστής τοπολογίας αρτηρίας (Bus, Ethernet). Η διαφορά μεταξύ Token Ring και Token Bus είναι στον τρόπο προσπέλασης. Το Token Ring στηρίζεται στη σειριακή εκπομπή πλαισίων ενώ το Token Bus στην καθολική εκπομπή των πλαισίων. Στην ουσία το Token Bus περιορίζεται σε παραγωγικές μονάδες και σε εφαρμογές αυτοματισμού και δεν έχει ευρύτερη εμπορική εφαρμογή.

Το MAP (Manufacturing Automation Protocol) είναι πρωτόκολλο βιομηχανικού αυτοματισμού, λειτουργεί πάνω σε τοπολογία BUS και χρησιμοποιεί το δίκτυο αρτηρίας με κουπόνι. Το MAP χρησιμοποιείται για διασύνδεση αισθητήρων, επεξεργαστών και εργαλείων με συγκεκριμένο όριο καθυστέρησης. Το δίκτυο MAP χρησιμοποιήθηκε από την General Motors. Όταν το πρότυπο IEEE 802.4 καθιερώθηκε σαν πρότυπο, η αντίστοιχη αγορά κυριαρχείται από τον προπάτορα του Arcnet.

1.8 *Ansi Fddi Πρότυπο*

Το Fiber Distributed Data Interface (FDDI) είναι ένα υψηλής ταχύτητας πρωτόκολλο LAN που σχεδιάστηκε από την ANSI για χρήση με οπτικά μέσα μετάδοσης ίνας. Είναι ικανή να επιτύχει ταχύτητες δεδομένων της τάξης των 100 Mbps, και το μέγεθος του δικτύου μπορεί να φθάσει μέχρι και 1000σταθμούς. Επιπλέον, με την υψηλή αξιοπιστία των οπτικών ινών, καλύπτονται μεγάλες αποστάσεις, σε ευρεία γεωγραφική κατανομή του δικτύου, διασυνδέοντας πλήθος υπολογιστών ή και LAN.

Το FDDI χρησιμοποιεί μια τοπολογία δακτυλίου που περιλαμβάνει: δύο δακτύλιους για την μετάδοση των δεδομένων και δυνατότητα πρόσβασης των σταθμών και στους δύο δακτύλιους (κατηγορία DAS- Dual Attachment Station) ή στον ένα (κατηγορία SAS- Single Attachment Station). Κάθε σταθμός διαθέτει επίσης ένα διακόπτη παράκαμψης (δηλαδή, βραχυκύκλωμα) το οποίο όταν ενεργοποιείται προκαλεί το σταθμό να εξαιρεθεί από το δακτύλιο χωρίς να επηρεαστεί η συνέχεια στο δακτύλιο. Οι σταθμοί κατηγορίας SAS συνδέονται με έναν από τους δύο δακτύλιους μέσω ενός συγκεντρωτή. Ο συγκεντρωτής παρέχει επίσης ένα διακόπτη παράκαμψης. Επιπλέον, επειδή κάθε ένας από τις δύο κατηγορίες σταθμούς είναι ανεξάρτητα συνδεδεμένος με το συγκεντρωτή, μπορεί να απενεργοποιηθεί χωρίς να επηρεάζει τους άλλους σταθμούς. Συνήθως η DAS κατηγορία αντιπροσωπεύει τους πιο σημαντικούς σταθμούς (π.χ. servers) και η κατηγορία SAS αντιπροσωπεύει τους λιγότερο σημαντικούς σταθμούς (π.χ. συχνά χρησιμοποιούμενους υπολογιστές και τερματικά).



2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2 *Πράσινη Δικτύωση (Green Networking)*

Η Πράσινη δικτύωση είναι ένας τρόπος συμβολής στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από την Τεχνολογία Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ). Ο βασικός συντελεστής για την υπερθέρμανση του πλανήτη και την αλλαγή του κλίματος είναι η δραματική αύξηση στις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Το κύριο αέριο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Ο όγκος των εκπομπών CO₂ που παράγονται από τον κλάδο της ΤΠΕ και μόνο έχει υπολογιστεί ότι είναι περίπου 2% των συνολικών ανθρωπογενών εκπομπών. Το ποσοστό αυτό είναι παρόμοιο με αυτό που παρουσίασαν από την παγκόσμια αεροπορική βιομηχανία, αλλά με υψηλότερες προοπτικές αύξησης. Επιπλέον, κατά την εξέταση μόνο των αναπτυγμένων χωρών όπως το Ηνωμένο Βασίλειο, το ποσοστό αυτό αυξάνεται σε 10%.

Η συνειδητοποίηση ότι τα περιβαλλοντικά προβλήματα συνδέονται με αέρια θερμοκηπίου σύμφωνα με την (Green House Gases-GHG) έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια. Το GHG είναι ένα μίγμα αερίου σε μια ατμόσφαιρα που απορροφά και εκπέμπει ακτινοβολία στο θερμικό υπέρυθρο φάσμα. Αυτή η διαδικασία είναι η θεμελιώδης αιτία του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το GHG στην ατμόσφαιρα της Γης είναι οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το υποξείδιο του αζώτου και το όζον. Στο Ηλιακό Σύστημα, η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης, του Άρη και του

Τιτάνα περιέχουν επίσης αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα αέρια του θερμοκηπίου επηρεάζουν σημαντικά τη θερμοκρασία της γης. Χωρίς αυτά, η επιφάνεια της γης θα ήταν κατά μέσο όρο ψυχρότερη από ότι σήμερα περίπου 33°C (59°F). Από την αρχή της βιομηχανικής επανάστασης, η καύση των ορυκτών καυσίμων έχει συντελέσει στην αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από 280 ppm² σε 390 ppm. Σε αντίθεση με άλλους ρύπους, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δεν προκύπτουν από την αναποτελεσματική καύση (CO₂ είναι ένα προϊόν ιδανικό, στοιχειομετρικής καύσης του άνθρακα). Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι ανάλογες με την κατανάλωση ενέργειας. Σε όλο τον κόσμο, διάφορες μελέτες ξεκίνησαν τονίζοντας τις καταστροφικές συνέπειες των μαζικών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τις επιπτώσεις τους στην αλλαγή του κλίματος. Η μείωση του όγκου των εκπομπών κατά 15% -30% είναι απαραίτητη για να διατηρηθεί η συνολική αύξηση της θερμοκρασίας κάτω από 2° C πριν από 2020 χρόνια. Εν τούτοις οι επιπτώσεις των GHG δεν περιορίζονται μόνο στο περιβάλλον. Έχει επίσης ερευνηθεί η επιρροή τους στην οικονομία και η οικονομική ζημιά τους έχει θέσει σε προοπτική την ενδεχόμενη οικονομική εξοικονόμηση που θα ακολουθήσει με τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου. Η λειτουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών, είτε αυτοί είναι επιτραπέζιοι ή φορητοί, συνδέεται με την απελευθέρωση CO₂.

Κυρίως εξαιτίας της απότομα αυξημένης και ασύστολης χρήσης των Η/Υ ακόμη και από μικρότερης ηλικίας χρήστες που δεν έχουν την κατάλληλη επίγνωση της υπερφόρτωσης των Η/Υ με επιπλέον προγράμματα τα οποία συμβάλλουν στην επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

2.1 Ορισμός Πράσινης Δικτύωσης

Η Πράσινη Δικτύωση καλύπτει όλες τις πτυχές του δικτύου (προσωπικοί υπολογιστές, περιφερειακά, switches, routers, και τα μέσα επικοινωνίας). Η ενεργειακή απόδοση όλων των συνιστωσών του δικτύου θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί ώστε να έχουν σημαντική επίπτωση στη συνολική κατανάλωση ενέργειας από αυτά τα στοιχεία. Συνεπώς, αυτές οι βελτιώσεις της αποτελεσματικότητας μπορούν να εφαρμοστούν στην πράσινη δικτύωσης για να μειωθούν οι εκπομπές CO₂ και συνεπώς θα συμβάλει στην αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής-AKZ³ πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη. Οι νέες ΤΠΕ θα πρέπει να

2 Ο συμβολισμός ppm, χρησιμοποιείται στην επιστήμη και στην τεχνολογία για να υποδηλώσει περιεκτικότητες και αναλογίες της τάξης κυρίως του εκατομμυριοστού (ppm). Για παράδειγμα: Η μέση περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι 385 ppm. Αυτό σημαίνει ότι σε 1000000 μέρη ατμοσφαιρικού αέρα (δεν έχει σημασία αν θα είναι γραμμάρια ή χιλιόγραμμα ή λίτρα), τα 385 μέρη είναι CO₂.

3Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής είναι μία τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή μία δραστηριότητα προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Σκοπός της είναι η αξιολόγηση των δυνατοτήτων περιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας.

διερευνηθούν, και τα οφέλη των τεχνολογιών αυτών πρέπει να εκτιμώνται από την άποψη της κατανάλωσης της μειωμένης ενέργειας καθώς και τα οφέλη τους για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ΤΠΕ.

Πράσινη δικτύωση είναι η πρακτική της επιλογής ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών δικτύωσης και προϊόντων με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που ελαχιστοποιούν την χρήση των πόρων και την έκλυση GHG.

Η πράσινη δικτύωση μπορεί να υλοποιηθεί πρακτικά:

- εφαρμόζοντας virtualization
- εφαρμόζοντας συγχώνευση διακομιστών (server)
- αναβάθμιση εξοπλισμού
- εφαρμόζοντας διαχείριση συστήματος για αύξηση της αποδοτικότητας
- εφαρμόζοντας απομακρυσμένη διαχείριση (remote administration) ή και τηλεδιάσκεψη (videoconferencing)

2.2 *Ιστορία της Παγκόσμιας Πράσινης Δικτύωσης*

Η Παγκόσμια Πράσινη Δικτύωση (Global Green Network-GGN) ιδρύθηκε τον Απρίλιο του 2001 στην Παγκόσμια Πράσινη Συγκέντρωση, στην Καμπέρα της Αυστραλίας. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, μια διαφορετική, παλαιότερη έκδοση της Παγκόσμιας Πράσινης Δικτύωσης ιδρύθηκε, με βάση την ανταλλαγή ειδήσεων, πληροφοριών και ανθρώπων μεταξύ των επιμέρους Πράσινων συμβαλλόμενων.

2.2.1 *Τα πρώτα χρόνια της Παγκόσμιας Πράσινης Δικτύωσης*

Από το 1980, σειρά συναντήσεων, διαπραγματεύσεων και διαφωνιών, ανταλλαγή ειδήσεων και υιοθέτηση πρακτικών με την συμμετοχή νέων μελών κατέληξαν σε κοινά αποδεκτές λύσεις και ως προς την πράσινη δικτύωση. Το 1992 εμφανίστηκε και η πρώτη κίνηση για “πράσινο υπολογισμό” (green computing) με τη μορφή ενός εθελοντικού προγράμματος που ονομάστηκε Energy star. Το Energy Star επιτυγχάνει να ελαχιστοποιήσει την χρήση της ενέργειας ενώ μεγιστοποιεί την απόδοση, και μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορες συσκευές όπως υπολογιστές, οθόνες, τηλεοράσεις, κλπ. Το πρώτο αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση της λειτουργίας “sleep mode” που εφαρμόζεται σε ηλεκτρονικό εξοπλισμό όπως οι οθόνες, ενώ άλλες λύσεις αποτελούν οι thin

clients, κοστολόγηση ενέργειας (energy cost accounting), virtualization, ewaste κλπ. Σήμερα, οι ομάδες πράσινου υπολογισμού αυξάνονται συνεχώς. Η φιλοσοφία τους όμως στρέφεται στο πως θα εξοικονομήσουν κόστος από την μείωση της ενέργειας που καταναλώνουν, παρά για το πως θα σώσουν το περιβάλλον.

2.3 Στοιχοι της Πράσινης Δικτύωσης

Στους κύριους στόχους της Πράσινης δικτύωσης περιλαμβάνονται :

(i) *Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας*

Πριν επιχειρηθεί η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, είναι αναγκαίο να προσδιοριστεί ο τόπος της μεγαλύτερης βελτίωσης που θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί. Το Διαδίκτυο, για παράδειγμα, μπορεί να υποδιαιρεθεί σε ένα βασικό δίκτυο και διάφορους τύπους δικτύων πρόσβασης. Σε αυτά τα διαφορετικά τμήματα, τα εμπλεκόμενα τμήματα εξοπλισμού, διαφέρουν ως προς τους στόχους τους, την αναμενόμενη απόδοση τους και τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας. Είναι λογικό να παρατηρήσουμε ότι τόσο η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας όσο και οι πιθανές βελτιώσεις της είναι εντελώς διαφορετικοί κλάδοι. Το 2002, αναλύθηκε η συμβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των διαφόρων κατηγοριών εξοπλισμού στο παγκόσμιο διαδίκτυο. Τα στοιχεία αυτά έδειξαν ότι τοπικά δίκτυα, μέσω των κόμβων όπως π.χ Η/Υ ή υπολογιστικά συστήματα εργασίας, και switches ήταν υπεύθυνα για περίπου το 80% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας μέσω του internet εκείνη την περίοδο. Το 2005, εκτιμήθηκε ότι σχετική ήταν και η συμβολή των καρτών διασύνδεσης δικτύου (Network Interface Card - NIC) και όλα τα άλλα στοιχεία του δικτύου. Το συμπέρασμα ήταν ότι οι NICs ήταν υπεύθυνες για το ήμισυ σχεδόν της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Πρόσφατα, από τις μελέτες που έχουν ξεκινήσει προκύπτει ότι υπήρξε αύξηση της κατανάλωσης στον πυρήνα του δικτύου⁴.

(ii) *Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.*

Η κατανάλωση ενέργειας μπορεί επίσης να μειωθεί με τη χρησιμοποίηση εξοικονόμησης ενέργειας. Να εγκατασταθεί, δηλαδή, ένα λογισμικό σε επιτραπέζιους υπολογιστές και να τρέχει όλη την ώρα. Η εξοικονόμηση ενέργειας του λογισμικού ελέγχου υπολογιστών μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού που θέτει τη συσκευή σε κατάσταση αναμονής όταν δεν χρησιμοποιείται. Μια άλλη επιλογή είναι η χρήση σκληρών δίσκων τεχνολογίας solid state (Solid State Disk-SSD)⁵ που χρησιμοποιούν 50% λιγότερη ενέργεια από τα μηχανικούς σκληρούς

4 Ο πυρήνας δικτύου είναι ένα πλέγμα διασυνδεόμενων δρομολογητών

5 Οι σκληροί δίσκοι SSD, δεν έχουν μηχανικά μέρη (=κινούμενα μέρη) και αποθηκεύουν τα δεδομένα μέσα σε

δίσκους. Και έτσι δημιουργείται μια δυναμική γύρω από μια πράσινη βιομηχανία, με την προοπτική της επιβολής μιας βιώσιμης μακροπρόθεσμης ανάπτυξης.

(iii) *Η εξέταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των στοιχείων του δικτύου από το σχεδιασμό έως το τέλος της χρήσης.*

(iv) *Η ένταξη των υποδομών των δικτύων και των υπηρεσιών του δικτύου. Η ένταξη αυτή ενοποιεί τις παραδοσιακές διαφορές δικτύων σε ένα δίκτυο.*

(v) *Το έξυπνο δίκτυο που θα ανταποκρίνεται περισσότερο, απαιτώντας λιγότερη ενέργεια για να λειτουργήσει.*

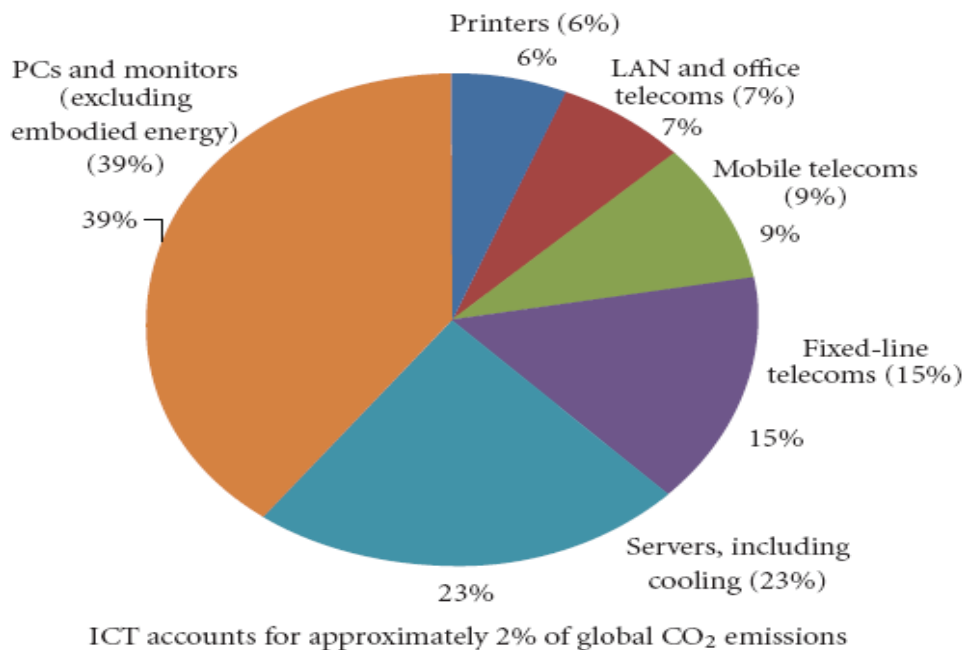
(vi) *Η συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις υποβολής εκθέσεων. Για παράδειγμα, το Εθνικό Θερμοκήπιο και το Σύστημα Αναφοράς Ενέργειας (NGERS) υποβάλλουν εκθέσεις για την προτεινόμενη μείωση της ρύπανσης του άνθρακα Scheme (CRPS).*

Ειδικότερα, προβλέπεται ότι με την μείωση κατά το 1 / 3 των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μπορεί να δημιουργήσει μια εξοικονόμηση υψηλότερη από τις επενδύσεις που απαιτούνται για την επίτευξη αυτού του στόχου.

(vii) *Την προώθηση της πολιτιστικής αλλαγής στον τρόπο σκέψης για το πως μπορούμε να μειώσουμε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.*

Οι ΤΠΕ αντιπροσωπεύουν μία σημαντική πηγή κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ακόμη και αν ο τρόπος προώθησης δεν είναι αρκετά σαφής (π.χ. στη διάρκεια των κανονισμών), φαίνεται να υπάρχει μια ξεκάθαρη ευκαιρία της καινοτομίας στην παραγωγή συσκευών δικτύου και πρωτόκολλων με επίγνωση της ενέργειας που καταναλώνουν, ώστε να μπορούν να πάρουν πιο αποτελεσματικές και υπεύθυνες (ή "πράσινες") αποφάσεις.

τσιπάκια. Σε αντίθεση με τους απλούς μαγνητικούς δίσκους, οι οποίοι αποθηκεύουν τα δεδομένα σε μαγνητικές περιστρεφόμενες πλάκες και το διαβάζουν κάποιες κινούμενες κεφαλές. Ένα από τα πλεονεκτήματά τους είναι ότι δεν καταναλώνουν πολύ ρεύμα.



Εικόνα 6: Απεικόνιση χρήσης των ΤΠΕ. Πηγή: *Green Networking for Major Components of Information Communication Technology Systems*

2.4 Οι οντότητες της Πράσινης Δικτύωσης

- Δικτυακές υποδομές, εντός ή μεταξύ κτιρίων
- Διακομιστές (Server) , για υπολογισμούς ή για αποθήκευση
- LAN (Local Area Network)
- Man (Metropolitan Area Network)

Η εργασία μας εστιάζει στην πράσινη δικτύωση που αφορά τα τοπικά δίκτυα και τα δομικά τους στοιχεία. Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα τέτοιο σύστημα επηρεάζεται από το πλήθος των στοιχείων, από τα χρησιμοποιούμενα συστήματα και τη δομή τους, από την απαιτούμενη αποδοτικότητα σε συσχέτιση με το πλήθος των χρηστών εξοπλισμού και τέλος από τις λειτουργικές απαιτήσεις.

Σύμφωνα με τον Gartner[9.], οι επιτραπέζιοι υπολογιστές και οι οθόνες καταναλώνουν το 39% όλης της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται στις ΤΠΕ. Αυτό ισοδυναμεί σε 220 Mt (εκατομμύρια τόνους) εκπομπών CO₂. Για να μειωθεί το ενεργειακό αποτύπωμα (carbon foot print)⁶

⁶ Ενεργειακό αποτύπωμα είναι το ποσό του CO₂ που εκλύεται στην ατμόσφαιρα σε καθημερινή βάση εξαιτίας της κατανάλωσης ενέργειας.

των επιτραπέζιων υπολογιστών, η χρήση τους πρέπει να είναι αποτελεσματική. Παλιές οθόνες καθοδικού σωλήνα πρέπει να αντικατασταθούν με οθόνες υγρών κρυστάλλων που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας μέχρι και 80% . Αντικατάσταση όλων των επιτραπέζιων υπολογιστών με φορητούς υπολογιστές θα επιτευχθεί μια κατά 90% μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Κατά την εξέταση των υποδομών του τοπικού δικτύου (LAN), ο μεταγωγέας (switch) είναι ίσως η πιο ενεργειοβόρα συσκευή. Σύγχρονοι μεταγωγείς δικτύου εκτελούν διάφορες εργασίες υποδομής του δικτύου με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Μια άλλη λύση είναι η χρησιμοποίηση λογισμικού διαχείρισης εξοικονόμησης ενέργειας ενσωματωμένο στο switch. Με το λογισμικό διαχείρισης ενέργειας, μπορεί το switch να απενεργοποιεί τις θύρες, όταν αυτές δεν χρησιμοποιούνται.

2.5 Υποδομή του δικτύου στο παρελθόν και στο παρόν.

Αρχικά, η υποδομή του δικτύου είχε μόνο την υποχρέωση να επιτρέψει τη σύνδεση μεταξύ των συσκευών σε ένα δίκτυο. Στο παρελθόν, τα δεδομένα και η μετάδοση φωνής χρησιμοποιούνταν για να είναι σε διαφορετικά δίκτυα. Αυτό που παραγόταν ήταν αναποτελεσματικό και απαιτούσε το διπλασιασμό των πόρων. Με την ευρεία υιοθέτηση της Voice over IP (VoIP), οι επιμέρους υποδομές αντικαταστάθηκαν από ένα ενιαίο δίκτυο υποστήριξης τόσο των δεδομένων όσο και της μετάδοσης φωνής.

Η εισαγωγή της VoIP απαιτούσε την υποδομή δικτύου για την παροχή νέων υπηρεσιών δικτύου. Στην περίπτωση της κίνησης φωνής, η οποία απαιτεί χαμηλό latency, QoS (Quality of Service) EURASIP στις Ασύρματες Επικοινωνίες και Δίκτυα εισήχθη. Αυτό απαιτείται στις συσκευές του δικτύου για την υποστήριξη QoS. Καθώς τα δίκτυα έγιναν πιο χρήσιμα στην καθημερινή λειτουργία των επιχειρήσεων, πρόσθετες υπηρεσίες δικτύου όφειλαν να προστεθούν. Δίκτυο με συσκευές υποδομής έπρεπε να υποστηρίξει VPNs (Virtual Private Networks) και κρυπτογράφηση δεδομένων. Η νέα ολοκληρωμένη υποδομή του δικτύου και των υπηρεσιών του δικτύου της θα καταστήσει το δίκτυο ενεργειακά πιο αποδοτικό και θα μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα της υποδομής του δικτύου.

2.6 Βελτιστοποίηση της ισχύς

Τα σύγχρονα switches εκτελούν διάφορες διεργασίες με αποτέλεσμα να καταναλώνουν υπολογίσιμη ποσότητα ενέργειας. Μια νέα τεχνολογία η Power over Ethernet (PoE) εφαρμόζεται ώστε να παρέχει εύκολα και με ασφάλεια ηλεκτρικό ρεύμα σε δικτυακές συσκευές, όπως τα switches, χωρίς να υποβαθμίζεται η απόδοση του δικτύου. Όπως ορίζεται από το πρότυπο IEEE 802.3az το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να μεταφερθεί μέσα από την Ethernet⁷ καλωδίωση.

⁷ Το Ethernet είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο ενσύρματης τοπικής δικτύωσης υπολογιστών

2.7 On-Live High Definition Video Conferencing

Παραδοσιακά, το video conferencing “υποφέρει” από κακή ποιότητα ειδικά αν προσπαθεί να επικοινωνήσει κάποιος σε μεγάλες αποστάσεις. Η έλευση των ευρυζωνικών δικτύων έχει κάνει την τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας και video conferencing δυνατά και χρήσιμα. Το περιβαλλοντικό όφελος της υψηλής ευκρίνειας βίντεο διάσκεψης γίνεται σαφές, όπως όταν οι εταιρείες οφείλουν να κάνουν λιγότερα ταξίδια. Αντί να μετακινούνται για συνεδριάσεις σε όλο τον κόσμο, τέτοιου είδους συναντήσεις γίνονται όταν διεξάγονται με τη χρήση τεχνολογίας υψηλής ευκρίνειας video conferencing. Η ποιότητα των υψηλής ευκρίνειας συστημάτων τηλεδιάσκεψης έχει βελτιωθεί σημαντικά όλα αυτά τα χρόνια.

2.7.1 Συστήματα video conferencing

Η αυστραλιανή κυβέρνηση έχει πρόσφατα επενδύσει σε μια νέα υψηλής ευκρίνειας βίντεο διάσκεψη η οποία μπορεί να αποθηκεύσει στα χρησιμοποιημένα αυστραλιανά δολάρια , 250 εκατομμύρια δολάρια για τα αεροπορικά ταξίδια και, κατά συνέπεια, θα μειώσει περαιτέρω το αποτύπωμα άνθρακα.

2.8 Αποφάσεις σχετικά με το μέλλον της πράσινης δικτύωσης και περιβαλλοντικοί παράγοντες

Αντικείμενο του “Πράσινου Δικτύου” στο μέλλον είναι να ληφθεί υπόψη όχι μόνο η ενεργειακή απόδοση ενός στοιχείου του δικτύου κατά τη διάρκεια της ζωής του, αλλά να εξεταστεί ο πλήρης κύκλος ζωής του στοιχείου. Ο κύκλος της ζωής του θα πρέπει να περιλαμβάνει την αξιολόγηση των πρώτων υλών, την παραγωγή, την κατασκευή, τη διανομή, τη χρήση και τη διάθεση των συσκευών δικτύου. Θα πρέπει να υιοθετήσει μια προσέγγιση «κύκλου ζωής» στο σχεδιασμό των προϊόντων, την κατασκευή, και τη διάθεση.

Τα ηλεκτρονικά απόβλητα-eWaste⁸ είναι ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που πρέπει να θεωρείται ως μέρος της AKZ. Η άτυπη επεξεργασία των ηλεκτρονικών αποβλήτων στις αναπτυσσόμενες χώρες, προκαλεί σοβαρά προβλήματα υγείας και ρύπανσης. Ορισμένα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, θραύσματα, όπως τα CRTs⁹, περιέχουν προσμίξεις όπως μόλυβδος, κάδμιο, βηρύλλιο, υδράργυρο

⁸ Τα ηλεκτρονικά απόβλητα ή αλλιώς, e-waste, e-θραύσματα, ή Αποβλήτα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού (ΑΗΗΕ).

⁹ Ο καθοδικός σωλήνας(CRT) είναι ένας σωλήνας κενού που περιέχει όπλο ηλεκτρονίων (πηγή των ηλεκτρονίων) και μια φθορίζουσα οθόνη, με εσωτερικά ή εξωτερικά μέσα για να επιταχύνει και να εκτρέψει τη δέσμη ηλεκτρονίων, χρησιμοποιείται για να δημιουργήσει εικόνες με τη μορφή του φωτός που εκπέμπεται από τη φθορίζουσα οθόνη. Η

και βρωμιούχα επιβραδυντικά φλόγας. Ακόμα και στις αναπτυγμένες χώρες η ανακύκλωση και διάθεση των ηλεκτρονικών αποβλήτων μπορεί να συνεπάγεται σημαντικό κίνδυνο για τους εργαζομένους και τις κοινότητες και πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερη φροντίδα για την αποφυγή επισφαλούς έκθεσης σε διαδικασίες ανακύκλωσης και την έκλυση των υλικών όπως τα βαρέα μέταλλα από χωματερές. Οι ΗΠΑ ΥΠΠ(Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος) επίσημα συμφωνούν ότι τα υλικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, καθώς και περιβαλλοντικοί κίνδυνοι των αχρησιμοποίητων ηλεκτρονικών ειδών έχουν μεγαλοποιηθεί. Προγράμματα όπως το Byteback¹⁰ βοηθούν το περιβάλλον να διαθέσει συσκευές δικτύου. Το Byteback είναι ένα πρόγραμμα για την ελεύθερη απόσυρση υπολογιστών, και δημιουργήθηκε για να βοηθήσει τους ανθρώπους να θέσουν τέλος του κύκλου ζωής τους εξοπλισμού τους.

Εταιρείες πληροφορικής που εργάζονται με υπευθυνότητα επιτρέπουν στους πελάτες να επιστρέφουν στο τέλος του κύκλου ζωής τους τα προϊόντα τους χωρίς κόστος. Τα προγράμματα αυτά είναι συμβατά με τα WEEE¹¹ και ROHS¹² που είναι οι νόμοι της ανακύκλωσης.

2.9 Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας των εταιρειών.

Επιπλέον, οι μεγάλες εταιρείες ΤΠΕ, όπως η Google εκτοπίζουν συμπλέγματα διακομιστών τους στις όχθες του ποταμού της Κολούμπια για να επωφεληθούν από την ενέργεια που προσφέρει η υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ροή του νερού που παρέχεται από τον ποταμό μπορεί επιπλέον να χρησιμοποιηθεί στα πλαίσια των ψυκτικών συστημάτων, όπως πειραματίστηκε η Google, ακόμα κι αν αυτό μπορεί να οδηγήσει σε άλλα περιβαλλοντικά θέματα, όπως η διάδοση των φυκιών εάν η θερμοκρασία του νερού αυξηθεί πάρα πολύ. Ένα εναλλακτικό σύστημα ψύξης, διερεύνησε η Microsoft συνιστώντας να αφήνονται servers σε ανοικτό χώρο, έτσι ώστε η θέρμανση να διαλύεται πιο εύκολα.

Το κύριο ζήτημα με την Data Centers, όσον αφορά την Πράσινη δικτύωση, είναι η αναποτελεσματική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας από τη Data Center. Επιπλέον, οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από άνθρακα γίνονται ένα σημαντικό ζήτημα. Διάφορα κέντρα δεδομένων αποθηκεύουν έναν τεράστιο όγκο δεδομένων που χρησιμοποιείται σε καθημερινή βάση από τους χρήστες, τις επιχειρήσεις, την κυβέρνηση, και την ακαδημαϊκή κοινότητα. Καθώς η

εικόνα μπορεί να εκπροσωπεί ηλεκτρικές κυματομορφές (παλμογράφο), εικόνες (τηλεόραση, οθόνη υπολογιστή), στόχων ραντάρ και άλλα. Η CRT χρησιμοποιεί ένα εκκενωμένο γυάλινο περίβλημα το οποίο είναι μεγάλο, βαθύ, βαρύ και σχετικά εύθραυστο.

¹⁰ Το Byteback είναι ένα ελεύθερο πρόγραμμα απόσυρσης υπολογιστών για να βοηθήσει τους χρήστες να ανακυκλώσουν στο τέλος του κύκλου ζωής, τον άχρηστο εξοπλισμό τους.

¹¹ Waste Electrical and Electronic Equipment= Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού

¹² Restriction of Hazardous Substances= Περιορισμός της χρήσης επικίνδυνων ουσιών

ζήτηση για στοιχεία έχει αυξηθεί όσο και το μέγεθος της Data Centers. Κατά συνέπεια, η κατανάλωση ρεύματος έχει επίσης αυξηθεί. Το 2003, μια τυπική Data Center καταναλώνει περίπου 40 Watt ανά τετραγωνικό πόδι της ενέργειας, το 2005 ο αριθμός αυτός αυξήθηκε σε ενέργεια ft 120Watts/sq, και αναμένεται ότι το ποσοστό αυτό θα συνεχίσει να αυξάνεται. Η Rack πυκνότητα, η οποία είναι το πλήθος των συσκευών ανά rack, στο πλαίσιο του Data Center έχει επίσης αυξηθεί. Αυτή η αύξηση της πυκνότητας rack αυξάνει άμεσα το θερμικό φορτίο, το οποίο πρέπει να διαχυθεί ψύξη. Ορισμένοι Data Centers, φθάσανε σε ένα σημείο όπου η τοπική ηλεκτρική ενέργεια δεν μπορεί να παράσχει περαιτέρω ηλεκτρική ενέργεια. Το τυπικό Data Center αποτελείται από blade servers, συσκευές αποθήκευσης και servers πολλαπλών επεξεργαστών. Αυτοί οι διακομιστές στεγάζονται σε ράφια τοποθετούνται σε σειρές σε ένα υπερυψωμένο δάπεδο. Το υπερυψωμένο δάπεδο επιτρέπει τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας, δεδομένων καλωδιακής διανομής, και την ψύξη των αγωγών. Σε μια πρόσφατη έκθεση, ο Gartner [9.], προβλέπει ότι στο μέλλον, πολλές οργανώσεις θα δαπανήσουν περισσότερα χρήματα για ετήσιους λογαριασμούς ενέργειας από ό, τι θα είναι οι δαπάνες για διακομιστές.

2.10 Γεωγραφική μετατόπιση

Η γεωγραφική μετατόπιση είναι επίσης μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση από οικονομικής απόψεως. Η παγκόσμια αγορά ενέργειας προσφέρει ευμετάβλητες και χρονικά κυμαινόμενες τιμές. Οι τιμές μπορεί ακόμη και να καταστούν ως αρνητικό στοιχείο όταν το πλεόνασμα της παραγωγής φαίνεται, αλλά δεν υπάρχει ζήτηση των πελατών. Η ενέργεια δεν μπορεί να αποθηκευτεί αποτελεσματικά, και παρόλο που οι προβλέψεις κατανάλωσης που βασίζονται σε ιστορικά δεδομένα είναι αρκετές για την ακρίβεια των μονάδων παραγωγής, η υπερπαραγωγή είναι πάντοτε δυνατή. Η ποικιλομορφία αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί με τον υπολογισμό όπου η ενέργεια έχει ένα χαμηλότερο κόστος.

2.11 Το πανταχού παρόν δικτυακό περιβάλλον

Ο Mark Weiser εισήγαγε την έννοια της πανταχού παρούσας υπολογιστικής δικτύωσης στη δεκαετία του 1990 στην πληροφορική οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή. Σε ένα πανταχού παρόν δικτυακό περιβάλλον, το σύστημα λαμβάνει αποφάσεις με βάση τη δραστηριότητα του χρήστη. Η πανταχού παρούσα δικτυακή υποδομή (π.χ αισθητήρας) αποτελείται από αισθητήρες που παρακολουθούν και δοκιμάζουν το περιβάλλον.

Η πανταχού παρούσα πράσινη δικτύωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και λήψη αποφάσεων σχετικά με τη χρήση της ενέργειας για την παραγωγή υψηλής απόδοσης

συστημάτων. Εντός του σπιτιού, το γραφείο ή στους δημοσίους χώρους, το πανταχού πράσινης δικτύωσης μπορεί να ελέγχει την κατανάλωση ενέργειας έτσι ώστε οι ευφυής αποφάσεις με βάση τη δραστηριότητα του χρήστη και τον περιορισμό της χρήσης της ενέργειας.

Το IEEE εξελίσσεται σήμερα για μια πανταχού παρούσα Πράσινη Κοινότητα Ελέγχου Δικτύου με πρωτόκολλο γνωστό ως IEEE πρότυπο P1888. Σύμφωνα με την IEEE, το P1888 IEEE πρωτόκολλο που θα χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος και των μηχανισμών διαχείρισης της κατανάλωσης ενέργειας για να βοηθήσει στην αντιμετώπιση προβλημάτων όπως η έλλειψη ενέργειας και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος μέσω της απομακρυσμένης παρακολούθησης, λειτουργίας, διαχείρισης και συντήρησης.

Αν και, προς το παρόν, οι συσκευές του δικτύου και το πρωτόκολλο αγνοούν την ενέργεια που καταναλώνουν, ορισμένες αξιόλογες ερευνητικές εργασίες έχουν αρχίσει να διερευνούν την ενέργεια ευαισθητοποίησης σε σταθερά δίκτυα. Παρακάτω παρουσιάζονται τα γενικά κριτήρια, που μπορούν να μας βοηθήσουν στην ταξινόμηση των διαφόρων πράσινων τεχνικών.

2.12 Κριτήρια ταξινόμησης πράσινων τεχνικών για τη CPU.

Ένα πρώτο σημαντικό κριτήριο αφορά το χρονοδιάγραμμα των αποφάσεων. Τα χρονοδιαγράμματα για τη σειρά των νανοδευτερολέπτων σε μικροδευτερόλεπτα ισχύουν για CPU και το επίπεδο εκπαίδευσης, το οποίο έχει σημασία ως προς τα επίπεδα αρχιτεκτονικής υπολογιστών και του λογισμικού, και, συνεπώς, αφορούν αποκλειστικά επιμέρους δομικά στοιχεία ενός ενιαίου συστήματος. Τα χρονοδιαγράμματα για τη σειρά των πολύ μικρών σε χιλιοστά του δευτερολέπτου είναι αντιθέτως σημαντικά στο επίπεδο του συστήματος. Σε αυτά τα χρονοδιαγράμματα, οι δράσεις μπορούν να λαμβάνονται, μεταξύ δύο διαδοχικών πακέτων της ίδιας ροής (μεταξύ των πακέτων, ενδο-ροής), ενδεχομένως με πολλές συνιστώσες, την ίδια στιγμή, όμως είναι δυνατόν περιορίζονται σε ένα μόνο σύστημα. Οι μεγαλύτερες χρονικές κλίμακες, της τάξης του ενός δευτέρου και πιο πάνω, να επιτραπούν αντ' αυτού τα μέτρα που εκτείνονται μεταξύ πολλών φορέων, με το συντονισμό αυτών των φορέων. Παρατηρούμε ότι χρονοδιαγράμματα άμεσα καθορίζουν τα αρχιτεκτονικά επίπεδα στα οποία ενέργειες μπορούν να γίνουν: όσο μικρότερη είναι η χρονική κλίμακα, τόσο χαμηλότερο είναι το στρώμα και είναι λιγότερο δυνατή η αλληλεπίδραση μεταξύ των διαφόρων συνιστώσων.

2.13 Απλούστευση ταξινόμησης

Για την απλούστευση της ταξινόμησης, υιοθετούμε μια διαφοροποίηση, διαχωρίζοντας μόνο on-line λύσεις από off-line. Η πρώτη δέσμη αφορά τις λύσεις που πιστεύεται ότι δρουν κατά το χρόνο εκτέλεσης (με χρόνο που είναι μικρότερος του ενός δευτερολέπτου). Η δεύτερη ομάδα αφορά λύσεις που ενεργούν πριν από το χρόνο λειτουργίας (με χρονοδιαγράμματα πάνω από τη

δεύτερη), όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού δικτύου. Πιο συγκεκριμένα, ανάλογα με τον τύπο και την ποσότητα των φορέων που εμπλέκονται, διαιρούμε περαιτέρω on-line λύσεις είτε σε τοπικό είτε σε παγκόσμιο επίπεδο, ανάλογα με την έκταση των πληροφοριών που απαιτούνται για να λάβει απόφαση.

2.13.1 Διαφορές μεταξύ off-line λύσεων και διαστασιολόγησης του δικτύου.

Έχουμε επίσης την περαιτέρω διαφοροποίηση μεταξύ των off-line λύσεων που σχετίζονται με το σχεδιασμό του δικτύου (π.χ., σχετικά με την επιλογή των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν στο δίκτυο) και στη διαστασιολόγηση του δικτύου (π.χ., η οποία συνίσταται για την επιλογή του τρόπου χρήσης αυτών των πόρων, τη στιγμή που έχουν επιλεγεί).

Κατ' αρχήν, μπορεί να ταξινομηθούν επίσης λύσεις ανάλογα με το επίπεδο δικτύωσης στα οποία εφαρμόζονται. Λαμβάνοντας υπόψη τα πρωτόκολλα TCP / IP stack, κάθε λύση μπορεί είτε να εφαρμοστεί σε ένα ενιαίο στρώμα των δεδομένων-link, το δίκτυο, τις μεταφορές και στρώματα αίτηση, ή μπορεί να απαιτεί cross-layer αλληλεπίδραση.

Ένα άλλο κριτήριο ταξινόμησης προέρχεται από την ανάλυση ρελαντί περιόδους, η οποία συνήθως αναφέρεται ως ύπνου αναμονής ή από (ii) τη μείωση του ποσοστού γραμμή κατά την χαμηλή περίοδο, η χρησιμοποίηση, η οποία είναι γνωστή ως αλλαγή συντελεστή. Σε αμφότερες περιπτώσεις, η ταχύτητα σύνδεσης είναι προσαρμοσμένη να ταιριάζει με την πραγματική χρήση του δικτύου, ως εκ τούτου, προσεγγίζει την κατανάλωση ενέργειας αριθμητικά ανάλογα με τη χρησιμοποίηση του σύνδεσμου με μια on-line τοπική προσαρμογή των ρυθμίσεων σύνδεσης. Η λύση αυτή στοχεύει στο να φέρει την ενεργειακή κατανάλωση ενός συνδέσμου από την αρχικά σταθερή χειρότερη περίπτωση, σε μια καμπύλη πιο κοντά στην ιδανική ανάλογη περίπτωση.

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ



3 Στρατηγικές-λύσεις Πράσινης Δικτύωσης

3.1 Επιχειρησιακή Στρατηγική & Μοντέλα

Με τις ευκαιρίες και τους κινδύνους που η κλιματική αλλαγή επιφέρει στη βιομηχανία, είναι ζωτικής σημασίας να επανεξεταστούν όλες οι υποθέσεις που έγιναν για τη στήριξη των τρεχουσών επιχειρηματικών μοντέλων. Είναι η συμφερότερη λύση, με την αύξηση των εξόδων αποστολής και των κινδύνων που συνδέονται με την κατασκευή στις αναπτυσσόμενες χώρες. Αν και η αλλαγή του κλίματος προσφέρει πολλές νέες ευκαιρίες για την καινοτομία και τη δημιουργία νέων αγορών, υπάρχουν και πιθανοί κίνδυνοι για τα τρέχοντα θέματα που θα πρέπει αρχικά να αντιμετωπιστούν για την εξασφάλιση της συνεχούς λειτουργίας των επιχειρήσεων καθώς και την επιβίωσή τους.

Μερικά από τα πιο απλά ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν είναι αν μπορεί ο τρέχων προμηθευτής της ενέργειας της επιχείρησης να εγγυηθεί την ισχύς παρερχόμενης ενέργειας για το κέντρο δεδομένων της για τα επόμενα 2, 5, 10 χρόνια; Ποιες είναι οι επιπτώσεις στην επιχείρησή αν είναι να χαθεί το 50% της παροχής ρεύματος; Είναι το κέντρο δεδομένων σε κίνδυνο από τις πλημμύρες; Οι εναλλακτικές γεννήτριες κινδυνεύουν από τις πλημμύρες; Με την αντιμετώπιση όλων αυτών των κινδύνων και την κατανόηση των επιπτώσεων στις επιχειρήσεις τους η Cavell προτείνει να συνεργαστεί με τα άτομα που έχουν τις επιχειρήσεις για να διασφαλιστεί ότι δεν θα επιβιώσουν μόνο οι αλλαγές της αγοράς που προκαλούνται από την κλιματική αλλαγή, αλλά η θέση

της επιχείρησής για να αναπτυχθεί για τις δυνατότητες που προσφέρει.

3.2 Καινοτομία των Επενδύσεων

Η καινοτομία είναι το κλειδί για να διασφαλίσει τη συνεχή επιτυχία της επιχείρησης σε οποιαδήποτε αγορά. Αυτό εξακολουθεί να ισχύει και για την αλλαγή του κλίματος. Στην πραγματικότητα, οι νέες τεχνολογίες θα είναι καθοριστικής σημασίας, όχι μόνο για την επιβίωση της επιχείρησης. Ωστόσο, κερδίζοντας τις επενδύσεις για τη χρηματοδότηση νέων τεχνολογιών θα είναι δύσκολη σε μια αγορά όπου δεν υπάρχει ιστορικό ή εγγυημένα έσοδα. Επιδοτήσεις αν και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χρηματοδότησή της βιομηχανίας μακροπρόθεσμα, σε σύντομο χρονικό διάστημα θα είναι ζωτικής σημασίας για τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ επιχειρηματικών κεφαλαίων για την εκκίνηση των τεχνολογιών και των μεγάλων κυβερνήσεων και τη βιομηχανία των επενδύσεων που απαιτούνται για τη διατήρηση των μεταβολών σε σημαντικές υποδομές, όπως η ενέργεια, τα στοιχεία διανομής και διαχείρισης. Η αγορά της Πράσινης τεχνολογίας θα πρέπει να διασφαλιστεί με την μακροπρόθεσμη ανάπτυξη και την ανταγωνιστικότητα για να κερδίσει τις επενδύσεις, η Cavell μπορεί να συνεργαστεί με τις επιχειρήσεις για να σας βοηθήσει να ενισχύσει τις καινοτομίες τους με ισχυρό επιχειρηματικό σχεδιασμό μακράς διάρκειας και στρατηγικής.

3.3 Εταιρική Αποτίμηση

Οι παραδοσιακές μέθοδοι για τον προσδιορισμό της εταιρικής αποτίμησης δεν περιλαμβάνουν το αποτύπωμα του άνθρακα, την ενεργειακή απόδοση και την θετική άνοδο της κλιματικής αλλαγής. Αλλά με τις αλλαγές του κανονισμού και την αύξηση της ευαισθητοποίησης των καταναλωτών και τη συμπεριφορά πως η αποτίμησή της εταιρείας μπορεί να επηρεαστεί; Οι αλλαγές στο εξωτερικό του κλάδου είχαν βαθιά ιστορική επίδραση στις αποτιμήσεις. Αρκεί να δούμε την αλλαγή στις παραδοσιακές αγορές τηλεφωνίας μετά την εισαγωγή των κινητών και ασύρματων τεχνολογιών κατά τα τελευταία 15 χρόνια. Ωστόσο, η κλιματική αλλαγή και οι δυναμικές επιπτώσεις της για την αποτίμηση των επιχειρήσεων είναι κάτι που ευρέως αγνοείται σε επίπεδο διοικητικού συμβουλίου. Η Cavell μπορεί να βοηθήσει στην κατανόησή της αλλαγής του κλίματος που θα μπορούσε να έχει αξία για την εταιρία, βοηθώντας σε επίπεδο κατανόησης για τις πιθανές αλλαγές στα επιχειρηματικά μοντέλα, την επίδραση στις ταμειακές ροές, τη διαχείριση και την αλλαγή της καταναλωτικής ζήτησης. Είναι επίσης σημαντικό να κατανοηθούν οι ευκαιρίες που

η κλιματική αλλαγή θα μπορούσε να φέρει.

3.4 Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Κατά την τελευταία δεκαετία υπήρξε ένα σημαντικό βήμα τόσο προς την εξωτερική ανάθεση της παραγωγής όσο και στην εξυπηρέτηση των πελατών, αλλά και τι επιπτώσεις θα έχει η κλιματική αλλαγή στο κόστος της εφοδιαστικής αλυσίδας της επιχείρησης στην εξυπηρέτησή των πελατών και στην ποιότητα των προϊόντων; Θα εξακολουθεί να είναι βιώσιμη για τον κατασκευαστή των προϊόντων στην Κίνα ή την Ινδία και το πλοίο στις κύριες αγορές από τις ΗΠΑ ή την Ευρώπη; Ποια είναι η επίδραση στο περιθώριο των προϊόντων; Θα μπορούσε η επιχείρηση να εξακολουθεί να είναι ανταγωνιστική, αν βλέπατε μία 5%, 10 ή ακόμη και 15% μείωση στο περιθώριο;

3.5 Βασικές στρατηγικές λύσεις

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε τις στρατηγικές λύσεις. Ένα βασικό παράδειγμα είναι η υποδομή του δικτύου η οποία μπορεί να γίνει εκμεταλλεύσιμη για την επίτευξη των στόχων της πράσινης δικτύωσης, όπως αναφέρθηκε λίγο παραπάνω. Εμείς θα αναλύσουμε εννιά κατηγορίες-λύσεις :

- a) ενοποίηση των πόρων
- b) το virtualization
- c) επιλεκτική συνεκτικότητα
- d) αναλογική υπολογιστών
- e) λήψη του Data Center με την πηγή ενέργειας, αντί να λάβει η πηγή ρεύμα από το Data Center
- f) βελτιωμένοι server και παραστάσεις αποθήκευσης
- g) διαχείριση ενέργειας
- h) υψηλή απόδοση τροφοδοτικών
- i) βελτίωση του σχεδιασμού data center

3.5.1 Ανάλυση των βασικών και των επιπρόθετων στρατηγικών λύσεων

Η ενοποίηση των πόρων μπορεί να περάσει από ένα συστηματικό πρόγραμμα εδραίωσης και βελτιστοποίησης των μηχανών και του φόρτου εργασίας και μπορεί να επιτύχει την αύξηση της

απόδοσης στο Data Center. Η ενοποίηση όλων των διαστασιολογημένων στρατηγικών που αφορούν τη μείωση της παγκόσμιας κατανάλωσης λόγω των συσκευών που χρησιμοποιούνται σε μια δεδομένη στιγμή. Το απαιτούμενο επίπεδο απόδοσης θα εξακολουθεί να είναι εγγυημένο, αλλά για ένα ποσοστό των πόρων που απαιτείται για την τρέχουσα ζήτηση της κίνησης του δικτύου και όχι για την κορυφή της ζήτησης. Κλείνοντας, μειώνοντας το φορτίο των δρομολογητών και με εκτροπή της κυκλοφορίας σε μικρότερο αριθμό του ενεργού εξοπλισμού δικτύου μπορεί, για παράδειγμα, να πραγματοποιήσει την επίτευξη αυτού του στόχου. Η ενοποίηση των πόρων είναι ήδη μία δημοφιλής προσέγγιση σε άλλους τομείς, ιδίως στα κέντρα δεδομένων και CPU.

Η πράσινη δικτύωση μας οδηγεί στον επανασχεδιασμό της αρχιτεκτονικής του δικτύου, που μπορεί να αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση για δύο βασικούς λόγους. Ο πρώτος λόγος συνδέεται με τις απώλειες που εμφανίζονται όταν η ενέργεια μεταφέρεται: όσο πιο κοντά στα σημεία κατανάλωσης είναι τα σημεία παραγωγής, τόσο χαμηλότερη η απώλεια αυτή. Ο δεύτερος λόγος σχετίζεται με την ψύξη των ηλεκτρονικών συσκευών: ο αέρας ψύξης αποτελεί ένα σημαντικό μερίδιο των ενεργειακών δαπανών σε κέντρα δεδομένων και ψυχρά κλίματα μπορεί να μειωθεί αυτή η εξάρτηση. Ο Καναδάς που διαθέτει ένα προηγμένο δίκτυο έρευνας και καινοτομίας (CANARIE) πιέζει έντονα προς αυτή την κατεύθυνση, ιδιαίτερα κατά τη χρήση virtualization για τη διευκόλυνση παροχής υπηρεσιών γεωγραφικής μετεγκατάστασης που οδηγείται από τη διαθεσιμότητα πηγή ενέργειας.

Η **Virtualization** συγκεντρώνει ένα σύνολο μηχανισμών που επιτρέπουν σε περισσότερες από μια υπηρεσίες να λειτουργούν με το ίδιο κομμάτι του υλικού, βελτιώνοντας έτσι τη χρήση υλικού. Καταλήγει σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, εφόσον μία μηχανή κάτω από υψηλό φορτίο καταναλώνει λιγότερο φορτίο. Η Virtualization μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλαπλά είδη πόρων, συμπεριλαμβανομένων των συνδέσεων του δικτύου, των συσκευών αποθήκευσης, των πόρων λογισμικού, κλπ. Ένα τυπικό παράδειγμα της virtualization συνίσταται στην κατανομή των servers σε κέντρα δεδομένων, μειώνοντας έτσι το κόστος εξοπλισμού, τη βελτίωση της διαχείρισης της ενέργειας και τη μείωση των δαπανών ενέργειας και ψύξης, και τελικά συμβάλει στη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα. Στο πλαίσιο αυτό, η virtualization έχει ήδη αναπτυχθεί με επιτυχία: π.χ., η αμερικανική ταχυδρομική υπηρεσία έχει εξυπηρετήσει τους 791 από τους 895 φυσικούς διακομιστές της. Καθώς η virtualization είναι ένα πιο ώριμο πεδίο έρευνας, παραπέμπει το ενδιαφέρον στη λεπτομερή έρευνα των τεχνικών εικονικοποίησης από τη σκοπιά της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών, για μια προοπτική δικτύωσης. Ταυτόχρονα, θα πρέπει να σημειωθεί ότι είναι μια λύση εικονικοποίησης αποκλειστικά σχεδιασμένη για τη μείωση του δικτύου της ενεργειακής κατανάλωσης που εμφανίστηκε.

Η Virtualization είναι μια από τις κύριες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την

υλοποίηση ενός «Πράσινου Δικτύου». Virtualization είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για να εγκαταστηθούν πολλές εικονικές μηχανές σε μια ενιαία φυσική μηχανή, την κατανομή των πόρων του υπολογιστή μόνο σε πολλαπλά περιβάλλοντα. Το Virtualization επιτρέπει τη συγκέντρωση των πόρων, όπως η πληροφορική και η αποθήκευση που κανονικά υποχρησιμοποιούνται. Το Virtualization προσφέρει τα εξής πλεονεκτήματα: λιγότερη ενέργεια, λιγότερη ψύξη, λιγότερες εγκαταστάσεις, και λιγότερη δικτυακή υποδομή.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε πως ένα δωμάτιο server έχει 1000 servers, 84 διακόπτες του δικτύου, και καταναλώνει 400 KW της ηλεκτρικής ενέργειας για τον εξοπλισμό ΤΠΕ, 500 KW της ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και απαιτεί 190 τετραγωνικά μέτρα σε έναν όροφο. Με το virtualization θα μπορούσαμε να μειώσουμε κατά κανόνα τον αριθμό των φυσικών servers. Η δύναμη που απαιτείται για τον εξοπλισμό ΤΠΕ θα μειωθεί σημαντικά και η ισχύς που απαιτείται για την ψύξη θα μειωθεί, και ο χώρος που απαιτείται για το δάπεδο θα είναι περίπου 23 τετραγωνικά μέτρα. Σημειώνουμε ότι δεν είναι μόνο η ισχύς που απαιτείται για τους διακομιστές που έχει μειωθεί, αλλά έτσι έχουν την ψύξη, την υποδομή δικτύου, και τις απαιτήσεις σε χώρο.

Το Virtualization μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντικαταστήσει την επιφάνεια εργασίας. Με το desktop virtualization μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα thin client που καταναλώνει λίγη ενέργεια (τυπικά 4 Watts). Η εικόνα και όλα τα υπόλοιπα προγράμματα που απαιτούνται από τον πελάτη μπορούν να μεταφορτωθούν από έναν από τους servers virtualization. Επιπρόσθετα το Virtualization μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς στην εκπαίδευση και την κατάρτιση του περιβάλλοντος. Ένας μαθητής που απαιτεί ένα πλήρες δίκτυο του πελάτη – διακομιστή, το οποίο θα απαιτούσε κανονικά ορισμένα στοιχεία του υλικού, μπορεί τώρα να γίνει χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή.

Εφαρμόζοντας την ίδια βασική έννοια με την ενοποίηση των πόρων, η **επιλεκτική σύνδεση** των συσκευών συνίσταται στη διανομή μηχανισμών που επιτρέπουν στα ενιαία κομμάτια του εξοπλισμού να είναι σε αδράνεια για κάποιο χρονικό διάστημα, το οποίο θα είναι όσο γίνεται περισσότερο διαφανές για το υπόλοιπο της δικτυωμένης συσκευής. Αν η αρχή της ενοποίησης ισχύει για τους πόρους που είναι κοινοί στο πλαίσιο της υποδομής του δικτύου, η επιλεκτική συννεκτικότητα επιτρέπει αντ' αυτού την απενεργοποίηση των αχρησιμοποίητων πόρων στην άκρη του δικτύου. Για παράδειγμα, οι ακραίοι κόμβοι μπορούν να οδηγηθούν σε αδράνεια, προκειμένου να αποφευχθεί η υποστήριξη των καθηκόντων σύνδεσης του δικτύου (π.χ., περιοδικά σήματα αποστολής χτύπων της καρδιάς, τη λήψη περιττών σημάτων κυκλοφορίας ευρείας μετάδοσης, κ.λπ.). Τα καθήκοντα αυτά θα πρέπει ενδεχομένως να αναληφθούν από άλλους κόμβους, που είναι πληρεξούσιοι, με στιγμιαία προσποίηση της αδράνειας των συσκευών, έτσι ώστε να μην θεμελιωθεί

η αλλαγή που απαιτείται στα πρωτόκολλα του δικτύου.

Η **αναλογική υπολογιστών** μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα σύστημα στο σύνολό του, με τα πρωτόκολλα του δικτύου, καθώς και με τις ατομικές συσκευές και τα εξαρτήματα. Η αξιοποίηση και η ενέργεια μέτρησης έχουν εξομαλυνθεί και το εύρος άξονα είναι 0 - 1. Αυτά τα διαφορετικά προφίλ προσφέρουν διαφορετικές δυνατότητες βελτιστοποίησης. Ενέργεια-αγνωστικιστής συσκευής, της οποίας η ενεργειακή κατανάλωση είναι σταθερή, ανεξάρτητα από τη χρησιμοποίησή της, και αντιπροσωπεύει την περίπτωση χειρισμού: οι εξοπλισμοί αυτοί είτε καταναλώνουν το ανώτατο ποσό της ενέργειας, είτε είναι μακριά και εκτός λειτουργίας. Αντίθετα, πλήρης ενέργειας-aware συσκευής κατανάλωσης ενέργειας εμφανίζουν αριθμητικό ανάλογο με το επίπεδο της χρήσης τους. Μεταξύ αυτών των δύο ακραίων καταστάσεων, υπάρχει ένας άπειρος αριθμός πιθανών ενδιάμεσων προφίλ, ένα παράδειγμα του σταδίου των περιπτώσεων, είναι η κατανάλωση ενέργειας που χυδαία προσαρμόζεται στο φορτίο τους. Ενιαίες συσκευές βήματος έχουν δύο τρόπους λειτουργίας, ενώ πολλαπλών βημάτων συσκευές έχουν αρκετά όρια επιδόσεων, έχουν δυναμική τάση κλιμάκωσης και προσαρμοστικό ποσοστό συνδέσμου και αποτελούν τυπικά παραδείγματα αναλογικής υπολογιστών. Η δυναμική τάση κλιμάκωσης μειώνει την ενεργειακή κατάσταση της CPU ως συνάρτηση του φορτίου του συστήματος, ενώ στην προσαρμοστική τάση κλιμάκωσης ισχύει μια παρόμοια ιδέα σε διεπαφές δικτύου, μειώνοντας την ικανότητά τους, και επομένως την κατανάλωση τους, ως συνάρτηση του φορτίου συνδέσμου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η πρόσθετη πρόκληση καθορίζει την επιλογή και την εφαρμογή των φορτίων στόχου για μια κατανεμημένη αρχιτεκτονική, καθώς και τη συνολική κατανάλωση ενέργειας που εξαρτάται από το επίπεδο αξιοποίησης στο οποίο κάθε ενέργεια λειτουργεί στο σύστημα με επίγνωση. Για παράδειγμα, αντιστοιχούμε δύο διαφορετικά ίχνη. Ένα από αυτά είναι το πλέον κατάλληλο για συσκευές / λειτουργίας πρωτοκόλλου κανονικά υπό τα υψηλότερα επίπεδα χρησιμοποίησης, και το άλλο είναι πιο αποτελεσματικό για τη μείωση των λειτουργικών σημείων. Αυτό το τελευταίο μοντέλο σχεδιασμού μπορεί να δικαιολογείται από το γεγονός ότι είναι και τα δύο στοιχεία-κέντρων και δικτύων κορμού που εκτιμάται ότι θα είναι τις περισσότερες φορές πιο λειτουργικά σε χαμηλά επίπεδα χρήσης. Ωστόσο, σύμφωνα με την αρχή ενοποίησης των πόρων, είναι πιθανόν τα μελλοντικά συστήματα να λαμβάνουν τα κίνητρα και να λειτουργούν σε υψηλότερα φορτία. Αυτή η αλληλεπίδραση προσθέτει μια επιπλέον ενδιαφέρουσα διάσταση που θα πρέπει ενδεχομένως να σημειωθεί: δεν θα σχεδιαστούν μόνον προσαρμοστικά συστήματα που θα βασίζονται σε διάφορα επίπεδα της χρήσης, αλλά μπορεί να σχεδιαστούν και συστήματα βελτιστοποιημένα για το πιθανότερο δυνατό επίπεδο χρησιμοποίησης.

Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στα Data Centers: Παραδοσιακά, η ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για τους Data Centers παρέχεται από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Η χρησιμοποίηση αναπληρωματικών πηγών ενέργειας σε Data Center είναι συχνά αδύνατη. Η λύση είναι να πάρετε το Data Center και την πηγή ενέργειας. Η πηγή ενέργειας θα μπορούσε να είναι ηλιακή, αιολική, γεωθερμική, ή κάποιος συνδυασμός αυτών των εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Αντίθετα με τη δύναμη που ταξιδεύει σε μεγάλες αποστάσεις, τα δεδομένα θα πρέπει να ταξιδέψουν μεγάλες αποστάσεις. Για να γίνει αυτό εφικτό, απαιτούνται ευρυζωνικά δικτυακών υποδομών.

Οι νεότεροι επεξεργαστές multi-core έχουν τέσσερις φορές μεγαλύτερη ταχύτητα σε σύγκριση με τους παλαιότερους επεξεργαστές και τη χρήση νέων υψηλών συστοιχιών δίσκων ταχύτητας με υψηλή απόδοση. 144-gigabyte Fiber Channel μονάδες μπορούν να μειώσουν τη μεταφορά και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας στο πλαίσιο του Data Center.

Εκτιμάται ότι Servers χρησιμοποιούν έως το 30% της περιόδου αιχμής της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, όταν είναι σε αδράνεια. Αν τα εργαλεία διαχείρισης ενέργειας είναι διαθέσιμα, τότε οπωσδήποτε πρέπει να μην τεθεί σε εφαρμογή. Πολλές νέες μάρκες KME¹³ έχουν τη δυνατότητα να περιορίσουν την τάση και τη συχνότητα χρονισμού σε per-core βάση και αυτό μπορεί να γίνει με τη μείωση της παροχής του ρεύματος στη μνήμη. Με την εφαρμογή των τεχνικών διαχείρισης ενέργειας, οι εταιρείες μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια και κόστος.

Η χρήση της υψηλής αποδοτικότητας τροφοδοτικών θα πρέπει να εξετάζεται σε όλες τις συσκευές Data Center. Η κακή ποιότητα των τροφοδοτικών δεν έχει μόνο χαμηλή απόδοση ισχύος, αλλά και η απόδοση ισχύος είναι επίσης συναρτήση της χρήσης. Με το χαμηλό ποσοστό χρησιμοποίησης επιτύχανουμε χαμηλότερη απόδοση στην παροχή ρεύματος. Για κάθε watt ηλεκτρικής ενέργειας που σπαταλιέται σε μια συσκευή Data Center, ένα άλλο watt χρησιμοποιείται για επιπλέον ψύξη. Ως εκ τούτου, η επένδυση σε υψηλής απόδοσης τροφοδοτικά μπορεί να διπλασιάσει την εξοικονόμηση ενέργειας. Ένα άλλο ζήτημα με τα τροφοδοτικά είναι ότι αρκετά συχνά Data Center σχεδιαστές υπερεκτιμούν τις ανάγκες τροφοδοσίας. Με την ακριβέστερη εκτίμηση της απαιτούμενης ισχύος μιας συσκευής, μπορούμε να επιτύχουμε υψηλή απόδοση και εξοικονόμηση ενέργειας.

Κατά την εξέταση της βελτιωμένης σχεδίασης Data Center, πρέπει να εξετάσουμε την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και τη διανομή, την ψύξη του σχεδιασμού, τα δεδομένα

13 Κεντρικές μονάδες επεξεργασίας

καλωδίωσης της διάταξης, την UPS¹⁴, το σχεδιασμό καθώς και τους server και την αποθήκευση των δεδομένων σχεδιασμού. Μια νέα προσέγγιση είναι η χρήση ενός modular design Data Center. Μια αρθρωτή σχεδίαση Data Center είναι ένα pod με βάση το σχεδιασμό που δημιουργεί ενεργειακά αποδοτικά δομικά στοιχεία που θα μπορούσαν να αντιγραφούν εύκολα σε Data Centers κάθε μεγέθους. Μια pod είναι συνήθως μια συλλογή μέχρι 24 ράφια με μια κοινή ζεστά ή κρύα διαδρομή μαζί με μια σπονδυλωτή σειρά ισχύος ψύξης και καλωδίωσης συστατικών.

Κατά την εξέταση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και ψύξης σχεδιασμού, μια πιθανή λύση θα μπορούσε να είναι η συμπαραγωγή. Η συμπαραγωγή δεν είναι μια νέα τεχνολογία, αλλά θα μπορούσε να είναι κατάλληλη για το περιβάλλον του Data Center. Συμπαραγωγή είναι η παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από μια ενιαία διαδικασία. Με τα παραδοσιακά κέντρα δεδομένων, χρησιμοποιούνται τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας και μπορούν να παράγουν περίπου 1 τόνο CO₂/MWatt ανά ώρα, αλλά με τη συμπαραγωγή θα μπορούσε να μειωθεί το ποσοστό αυτό στο 0,45 του CO₂/MWatt ανά ώρα.

3.6 Αποτελεσματικότητα του Data Center

Για να μετρηθεί η αποτελεσματικότητα του Data Center, η πρωτοβουλία της Green Grid¹⁵ προτείνει τη χρήση δύο μετρήσεων: Η PUE¹⁶ παράμετρος και η DCIE¹⁷ παράμετρος. PUE ορίζεται ως η συνολική ισχύς εγκατάστασης (συμπεριλαμβανομένων των μονάδων ισχύος διανομής, γεννήτριες, UPS, και τα συστήματα ψύξης), διαιρούμενη διά τον εξοπλισμό (συμπεριλαμβανομένων όλων των εξοπλισμών πληροφορικής, όπως τους διακομιστές, τις συσκευές αποθήκευσης, και τους διακόπτες του δικτύου), ενώ DCIE είναι το αντίστοιχο μέτρο (1/PUE) του PUE. Τα μέτρα αυτά προβλέπουν κάποια σημεία αναφοράς για τη σύγκριση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης ενός Data Center, τον καθορισμό των τάσεων, καθώς και τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας των αλλαγών του σχεδιασμού. Για παράδειγμα, μια PUE των 2,0 θα έδειχνε ότι για κάθε watt TΠ ισχύος, ένα επιπλέον watt καταναλώνεται για την ψύξη και τη διανομή της ενέργειας με τον TΠ εξοπλισμό. Η ιδανική PUE τιμή είναι 1.0 και αντιστοιχεί σε Data Center, όπου όλα τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας που παρέχονται σε μια Data Center αφιερώνονται σε αυτό τον εξοπλισμό και δεν έχει την ισχύ που χρησιμοποιείται για την ψύξη και τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα, η Google αναφέρει ότι ο πρώτος περιέκτης του που βασίζεται σε Data

14 Uninterruptible Power Supply

15 Η Green Grid είναι μια ένωση των επαγγελματιών που επιδιώκουν να αυξήσουν δραματικά την ενεργειακή αποδοτικότητα των κέντρων δεδομένων μέσα από μια σειρά βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων προτάσεων.

16 Αποτελεσματικότητα υδροηλεκτρικής ενέργειας

17 Data Center Infrastructure Απόδοσης

Center, ιδρύθηκε το 2005, έχει PUE του 1,25. Η εγκατάσταση αυτή αποτελείται από 45 εμπορευματοκιβώτια με 1000 κεντρικούς υπολογιστές ανά εμπορευματοκιβώτιο και υποστηρίζει τα 10 MW της πληροφορικής του φορτίου εξοπλισμού.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ



4 *Πρότυπο IEEE 802.3az*

Το Ethernet είναι μία από τις κυρίαρχες τεχνολογίες επικοινωνίας για LANs με πάνω από 1 δισεκατομμύριο εγκατεστημένες διεπαφές στις ΗΠΑ και πάνω από 3 δισεκατομμύρια παγκοσμίως όλοι έχουν μία σύνδεση ethernet [6]. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν τεχνικές που μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας από μία σύνδεση στην άλλη κατά την μετάδοση των δεδομένων σε πακέτα. Προσανατολισμένη σε αυτό το στόχο η IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) υλοποιεί το πρότυπο IEEE 802.3az. Το IEEE 802.3az είναι ενεργειακά αποδοτικό σύμφωνα με πρότυπα της δομημένης ενσύρματης καλωδίωσης και παρέχεται με ένα σύνολο βελτιώσεων για το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων (twisted-pair) και τα πρότυπα δικτύωσης backplane ethernet¹⁸ που θα επιτρέψει τη χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια περιόδων χαμηλής δραστηριότητας στην απαλλαγή των δεδομένων. Η πρόθεση είναι να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας κατά 50% ή και περισσότερο, ενώ διατηρεί πλήρη συμβατότητα με τον υπάρχοντα εξοπλισμό. Η IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), μέσω της IEEE 802.3az ομάδα εργασίας, ανέπτυξε το συγκεκριμένο πρότυπο και επικύρωσε το τελικό πρότυπο τον Οκτώβριο του 2010. Ορισμένες εταιρείες εισήγαγαν τη

¹⁸ Backplane Ethernet - επίσης γνωστό με το όνομα ομάδα εργασίας του 802.3ap - χρησιμοποιείται σε εφαρμογές backplane όπως blade servers και routers / switches με δυνατότητα αναβάθμισης κάρτες γραμμή. Οι 802.3ap εφαρμογές που απαιτούνται για να λειτουργούν σε ένα περιβάλλον που περιλαμβάνει μέχρι και 1 μέτρο (39 in) του χαλκού τυπωμένου κυκλώματος με δύο υποδοχές. Το πρότυπο καθορίζει δύο τύπους λιμάνι για 10 Gbit / s (10GBASE-KX4 και 10GBASE-KR) και ένα 1 Gbit / s λιμάνι τύπου (1000BASE-KX). Ορίζει επίσης ένα προαιρετικό στρώμα για FEC, ένα πρωτόκολλο autonegotiation backplane και κατάρτιση σύνδεσμο για 10GBASE-KR όπου ο παραλήπτης μπορεί να ορίζεται σε τρεις μεταδότες ισοσταθμιστή. Το πρωτόκολλο autonegotiation επιλέγει μεταξύ 1000BASE-KX, 10GBASE-KX4, 10GBASE-KR ή 40GBASE-KR4 λειτουργία. 40GBASE-KR4 που ορίζεται στο 802.3ba.

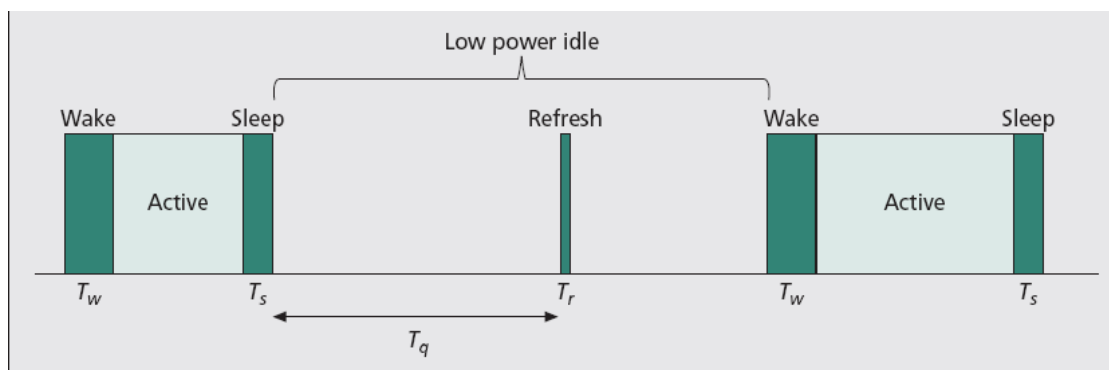
συγκεκριμένη τεχνολογία για να μειώσουν την ισχύ που απαιτείται σε δίκτυα Ethernet.

4.1 Ενέργειες για το πρότυπο IEEE802.3az

Το 2006 η ομάδα που εργάζεται για το IEEE 802.3, άρχισε μια προσπάθεια να βελτιώσει την αποδοτικότητα ως προς την κατανάλωση ενέργειας στο Ethernet. Η προσπάθεια είχε ως αποτέλεσμα το IEEE P802.3az πρότυπο ή αποδοτικό Ethernet EEE (Energy Efficient Ethernet) το οποίο εγκρίθηκε στις 30 Σεπτεμβρίου 2010. Το EEE χρησιμοποιεί χαμηλή ισχύ όταν το κανάλι είναι αδρανές για να μειώσει την κατανάλωση της ενέργειας στις συνδέσεις. Από μελέτες προσομοίωσης που έγιναν παρατηρήθηκε βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του EEE (Energy Efficient Ethernet) όταν γίνεται συγχώνευση πακέτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το πακέτο που συγχωνεύεται μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποδοτικότητα ενέργειας κρατώντας τις απόλυτες καθυστερήσεις των πακέτων στα ανεκτά όρια. Όμως η συγχώνευση μπορεί να προκαλέσει την απώλεια των πακέτων, ειδικά κατά χρησιμοποίησή του TCP/IP.

Το Ethernet χρησιμοποιείται σε δίκτυα πρόσβασης και ακόμη για συνδέσεις μεγάλων αποστάσεων. Το Ethernet με συνεστραμένο ζεύγος καλωδίων (UTP) ως μέσο μετάδοσης υποστηρίζει τέσσερις διαφορετικούς ρυθμούς μετάδοσης: 1) 10 Mb/s (10BASE-T), 2) 100 Mb/s (100BASE-TX), 3) 1 Gb/s (1000BASE-T), και 4) 10 Gb/s (10GBASE-T). Για να επιτύχει 10% αύξηση στο ρυθμό μετάδοσης χρησιμοποιεί το καλύτερο καλώδιο UTP έτσι ώστε ένα μεγαλύτερο εύρος ζώνης να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση. Κάθε ρυθμός μετάδοσης είναι τυποποιημένος από το IEEE 802.3 πρότυπο με διαφορετική διαμόρφωση χρήσεων και κωδικοποίηση απαιτώντας τις διαφορετικές αρχιτεκτονικές δεκτών. Οι 1000BASE-T και οι 10GBASE-T διεπαφές είναι εξαιρετικά σύνθετες ώστε να επιτύχουν υψηλό ρυθμό μετάδοσης για αποστάσεις των 100 μέτρων. Για 100 Mb/s και υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης, οι πομποί Ethernet και οι συσκευές αποστολής σημάτων διαβιβάζουν συνεχώς ακόμη και όταν δεν υπάρχει κανένα στοιχείο για αποστολή μεταδίδοντας ένα βοηθητικό σήμα αποκαλούμενο, το IDLE ή σήμα αδράνειας το οποίο χρησιμοποιείται για να κρατήσει τις συσκευές αποστολής σημάτων και δεκτών ευθυγραμμισμένα. Αυτό σημαίνει ότι τα περισσότερα από τα στοιχεία των διεπαφών, παραμένουν ενεργά συνεχώς και αυτό οδηγεί σε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Η αύξηση στην πολυπλοκότητα των διεπαφών επίσης υπονοεί ότι περισσότερη ενέργεια θα καταναλωθεί όταν ο ρυθμός μετάδοσης είναι υψηλότερος. Ένας 1000BASE-T φυσικός πομποδέκτης στρώματος Ethernet (Physical Layer Transceiver-PHY) έχει χαρακτηριστικά που καταναλώνουν πάνω από 0.5 W ενώ ένας 10GBASE-T PHY καταναλώνει συνήθως πάνω από 5 W. Αυτοί οι αριθμοί ποικίλουν ανάλογα με τον

κατασκευαστή και ανάλογα με την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών είναι σαφές ότι η αύξηση στο ρυθμό μετάδοσης του Ethernet απαιτεί περισσότερη ισχύς. Η διαδεδομένη υιοθέτηση και η μεγάλη εγκατεστημένη βάση του Ethernet σημαίνει ότι εάν η κατανάλωση ενέργειας των διεπαφών του Ethernet μπορεί ουσιαστικά να είναι μειωμένη, θα αποκτηθεί η αποταμίευση μεγάλης ενέργειας. Αυτό ήταν το κύριο κίνητρο για να αναπτυχθεί το IEEE 802.3az. Η προσέγγιση του IEEE είναι για τον περιορισμό της μετάδοσης όταν δεν υπάρχουν δεδομένα για σύντομα χρονικά διαστήματα ανανέωσης για τη διατήρηση της ευθυγράμμισης μεταξύ της συσκευής αποστολής σημάτων και του δέκτη. Το IEEE πρότυπο 802.3az-2010 επικεντρώνεται σε Ethernet πομποδέκτες που λειτουργούν πάνω από το UTP, του οποίου ο απολογισμός για τη μεγάλη πλειοψηφία του Ethernet συνδέει. Το πρότυπο ορίζει τους μηχανισμούς για να σταματήσει τη μετάδοση όταν δεν υπάρχουν δεδομένα για την αποστολή και να επαναληφθεί γρήγορα όταν φτάνουν τα νέα πακέτα. Αυτό γίνεται με την εισαγωγή της έννοιας της χαμηλής ισχύος αδράνεια (Low Power Idle-LPI), η οποία χρησιμοποιείται αντί του συνεχούς σήματος αδράνειας όταν δεν υπάρχουν δεδομένα για τη μετάδοση. Η χαμηλή ισχύος αδράνεια ορίζει ένα μεγάλο χρονικό διάστημα κατά το οποίο κανένα σήμα δεν μεταδίδεται και μικρές περιόδους κατά τη διάρκεια των οποίων ένα σήμα διαβιβάζεται στην ανανέωση της κατάστασης του δέκτη ώστε να συμβαδίζει με τις τρέχουσες συνθήκες. Μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας λαμβάνεται όταν η συσκευή ξοδεύει ένα σημαντικό μέρος του χρόνου κάθε φορά στην κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης της ενέργειας. Αν και η εξοικονόμηση διαφέρει από συσκευή σε συσκευή, η κατανάλωση ενέργειας όταν η συσκευή βρίσκεται σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης μπορεί να είναι τόσο χαμηλή όσο το 10 επί τοις εκατό από τις δραστικές της λειτουργίες. Κατά τη διάρκεια της μετάβασης προς και από την χαμηλή λειτουργία εξοικονόμησης ενέργειας δεν υπάρχει σημαντική κατανάλωση ενέργειας αλλά πολλά στοιχεία του πομποδέκτη πρέπει να είναι ενεργά. Η πραγματική τιμή θα εξαρτηθεί σχετικά με την εφαρμογή, ενδεχομένως, που κυμαίνεται από 50 τοις εκατό έως 100 τοις εκατό της ενεργού ενέργειας σε κατάσταση κατανάλωσης.



Εικόνα 7: Οι μεταβάσεις μεταξύ των ενεργών και χαμηλής κατανάλωσης καταστάσεων στο EEE πρότυπο
 Πηγή: IEEE 802.3az: The Road to Energy Efficient Ethernet

Η λειτουργία του EEE προτύπου απεικονίζεται στην εικόνα 7. Όταν τα πακέτα στέλνονται, η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση ενεργής λειτουργίας, και όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμα πακέτα για τη μετάδοση τίθεται σε λειτουργία η κατάσταση χαμηλής ισχύς (ή αδράνειας). Η μετάβαση σε κατάσταση χαμηλής ενέργειας απαιτεί κάποια δευτερόλεπτα T_s . Στην κατάσταση χαμηλής ισχύος η συσκευή στέλνει μόνο ένα σήμα ανανέωσης μικρής διάρκειας (T_r) και παραμένει “σιωπηλή”. Στην κατάσταση χαμηλής ισχύος η συσκευή στέλνει μία μόνο φορά ένα σήμα μικρής διάρκειας της ανανέωσης - T_r, T_w, T_q και παραμένει ήρεμη κατά τη διάρκεια των μεγάλων διαστημάτων T_q . Μόλις τα πακέτα φτάνουν και είναι έτοιμα για τη μετάδοση, η σύνδεση ενεργοποιείται και πάλι. Η μετάβαση αποτελεί T_w δευτερόλεπτα. Μόλις η σύνδεση γίνεται ενεργή, ένα ή περισσότερα πακέτα μπορούν να σταλούν. Έτσι, το EEE προσθέτει και μία επιβάρυνση για κάθε αποστολή ενός ή περισσότερων πακέτων που αποστέλλονται από μια σύνδεση διεπαφής Ethernet.

Η επιβάρυνση οφείλεται στο χρόνο T_w που απαιτείται για να ενεργοποιηθεί η γραμμή καθώς επίσης στο χρόνο (T_s) που απαιτείται για την μετάβαση σε κατάσταση χαμηλής ισχύος. Οι τιμές των T_w και T_s για 10 Gb / s στο πρότυπο IEEE Std 802.3az-2010 είναι 4,48 μ s και 2,88 μ s αντίστοιχα. Σε σύγκριση, για 10 Gb / s, ο χρόνος μετάδοσης του πακέτου είναι 1,2 μ s για ένα πακέτο 1.500 byte και 0,0512 μ s για ένα πακέτο των 64 byte (τυπικό μέγεθος του πακέτου για την αποστολή των TCP ACKs¹⁹).

19 Τα ACK πακέτα που χρησιμοποιούνται στο πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης αποστέλλουν αποδεικτικά πακέτα παραλαβής SYN (Συγχρονισμός αριθμών ακολουθίας) κατά τη δημιουργία μιας σύνδεσης, τα πακέτα δεδομένων ενώ η σύνδεση χρησιμοποιείται, και τα πακέτα FIN για τον τερματισμό μιας σύνδεσης. Το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (Transmission Control Protocol-TCP), μερικές φορές αποκαλείται και σαν το πρωτόκολλο ελέγχου μεταφοράς, που είναι ένα από τα πρωτόκολλα του πυρήνα της οικογένειας πρωτοκόλλων του Internet. Το TCP είναι ένα από τα δύο αρχικά συστατικά της σουίτας, που συμπληρώνει το Internet Protocol (IP), και ως εκ τούτου το σύνολο της σουίτας είναι γνωστό ως TCP / IP. Το TCP όντας αξιόπιστο, διατάζει την παράδοση ενός ρεύματος byte από ένα πρόγραμμα σε έναν υπολογιστή σε κάποιο άλλο πρόγραμμα σε έναν άλλο υπολογιστή. Το TCP είναι το πρωτόκολλο που έχει κύριες εφαρμογές στο Διαδίκτυο όπως το World Wide Web, email, η απομακρυσμένη διαχείριση και η μεταφορά αρχείων.

Η ομάδα εργασίας του IEEE 802.3az προτύπου πρότεινε δύο μεθόδους για την τεχνική υλοποίηση του: α) Η προσαρμογή στο ποσοστό συνδέσεων (Adaptive Link Rate), δηλαδή γρήγορη αλλαγή σε μια χαμηλότερη ταχύτητα κατά τη διάρκεια των περιόδων χαμηλής χρησιμοποίησης συνδέσεων, και β) (Low Power Idle) χαμηλής ισχύος αδράνειας, η οποία λειτουργεί όπως περιγράφεται προηγουμένως. Κάθε μέθοδος εξοικονομεί ενέργεια και έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τα οποία αναπτύσσονται και αναθεωρούνται, έτσι ώστε να συζητηθούν και τελικά να επιλεγθεί το LPI. Η ομάδα εργασίας παράγαγε το πρώτο πρόχειρο σχέδιο του προτύπου τον Οκτώβριο του 2008 και ολοκλήρωσε την επιλογή της βασικής γραμμής των προτάσεων της, το Μάρτιο του 2009. Το πρότυπο εστιάζει στον τύπο των μέσων μετάδοσης και στο 10 Gigabit (XAUI)²⁰ που συμπεριλαμβάνεται επίσης στο πρότυπο.

Ένα θέμα προς διεύρεση του EEE είναι η επίδραση της επιβάρυνσης στη χρήση της ενέργειας και όπως επίσης και πως η συγχώνευση πακέτων αποστολέα μπορεί να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης έρχεται με μια ανταλλαγή σε επιδόσεις παράσταση και αυτή η ανταλλαγή αξιολογείται ρητά. Η ενεργειακή απόδοση του EEE είναι συνάρτηση αξιοποίησης της σύνδεσης, χρόνου πακέτο μετάδοσης, και η διανομή των πακέτων χρόνου των μεταξύ τους διαδοχικών αφίξεων. Το EEE πρότυπο γενικά καταναλώνει την ίδια ισχύ μετάδοσης πακέτων που στην καλύτερη περίπτωση, ένα μεγάλο μπλοκ των πακέτων που αποστέλλονται backto-

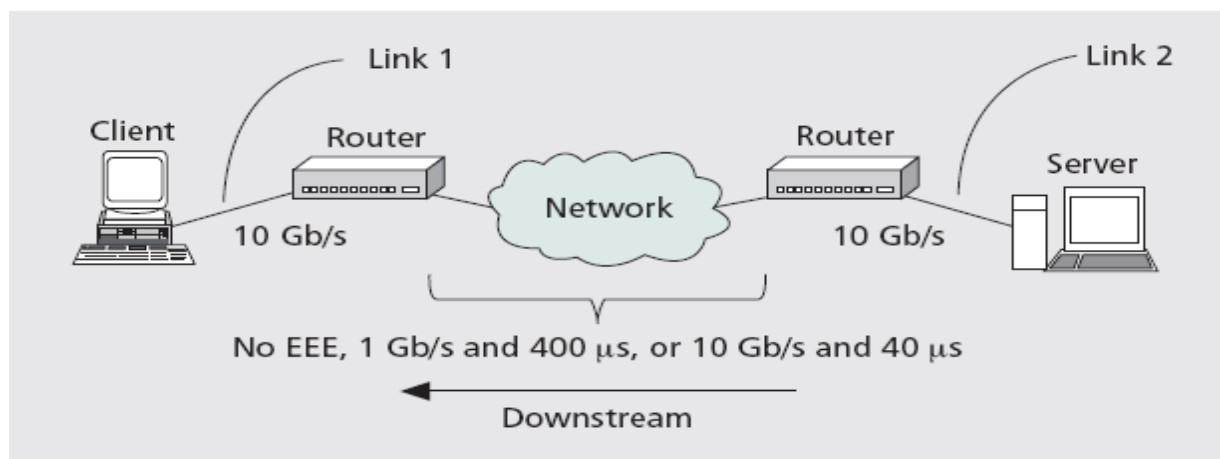
back (δηλαδή, χωρίς κενά μεταξύ τους), τα γενικά έξοδα του EEE είναι αμελητέα σε σύγκριση με το συνολικό χρόνο μετάδοσης της έκρηξης. Σε αυτή την περίπτωση, η χρήση της ενέργειας είναι σχεδόν η ίδια με το συνολικό φορτίο που προσφέρεται, ή με τη χρήση του συνδέσμου. Στη χειρότερη περίπτωση, είναι κάποια μικρά πακέτα που αποστέλλονται περιοδικά με ένα κενό ανάμεσά τους. Σε αυτή την περίπτωση, και σε κάθε πακέτο θα προστεθεί TW και Ts επιβάρυνση με αποτέλεσμα η ενεργειακή χρήση να είναι δυνητικά πολύ μεγαλύτερη από την αξιοποίηση του συνδέσμου. Διαπιστώνουμε ότι καλύτερη περίπτωση της κυκλοφορίας εμφανίζεται συχνά με τη μορφή του αρχείου λήψεις χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TCP, όπου μεγάλα τμήματα των δεδομένων εκρήγνυνται πάνω σε ένα σύνδεσμο (για παράδειγμα, από έναν διακομιστή σε ένα πελάτη), σε πολύ υψηλό ποσοστό. Ωστόσο, η χειρότερη περίπτωση κυκλοφορίας εμφανίζεται με τη μορφή TCP ACKs που επέστρεψε από την λήψη του πελάτη με τον διακομιστή. Αυτά τα ACKs TCP είναι συνήθως μικρά πακέτα και χωρίζονται κατά διαστήματα ομοιόμορφα. Η κατανομή από τη συγκεντρωτική κίνηση στο σημείο ζεύξης είναι

²⁰ Το XAUI είναι ένα πρότυπο για την επέκταση του XGMII (10 Gigabit μέσων ενημέρωσης ανεξάρτητη Interface) μεταξύ του MAC και PHY στρώμα των 10 Gigabit Ethernet (10GbE).

ένα αντικείμενο με πολύ έρευνα. Ωστόσο, μια κατανομή Poisson παραμένει μια λογική πρώτη τάξης προσέγγιση σε ορισμένες περιπτώσεις και επίσης χρησιμεύει ως ενδιάμεσο στην περίπτωση μεταξύ των καλύτερων και των χειρότερων περιπτώσεων που θεωρούνται επίσης σε αυτήν την ενότητα. Μία ερώτηση κλειδί είναι αν η χρησιμοποίηση των συνδέσμων είναι ενδιαφέρον να εξεταστεί;

Σε πολλές μελέτες που έχουν γίνει, διαπιστώθηκε ότι η αξιοποίηση των δικτύων συνδέσεων, είναι γενικά πολύ χαμηλή. Οι Ethernet συνδέσεις σήμερα είναι ως επί το πλείστον 100 Mb/s και 1 Gb/s, ενώ υπάρχουν βλέψεις ότι αυτές θα εξελιχθούν σε 10 Gb/s στο μέλλον (και παραμένουν ελαφριά χρησιμοποιημένες όπως είναι οι τρέχουσες συνδέσεις). Η απόδοση του προτύπου EEE μπορεί να βελτιωθεί από το πακέτο συγχώνευσης στο οποίο μια σειρά αναμονής FIFO στη διεπαφή του Ethernet (στην κεντρική NIC και το μεταγωγέα ή δρομολογητή της κάρτας γραμμής) χρησιμοποιείται για να συλλέξει, ή να συγχωνεύσει, πολλαπλά πακέτα πριν την αποστολή τους σε ένα σύνδεσμο ως μια έκρηξη των πακέτων πλάτη-με-πλάτη. Η συγχώνευση των πακέτων ήδη χρησιμοποιείται σε πολλές διασυνδέσεις Ethernet υψηλής ταχύτητας, κυρίως στην την πλευρά που γίνεται λήψη, για τη μείωση του γενικού κόστους της CPU για την επεξεργασία των πακέτων. Η συγχώνευση μπορεί να βασιστεί στην καταμέτρηση των πακέτων ή στο χρόνο από την πρώτη άφιξη των πακέτων. Όλα τα πακέτα είναι σταθερού μήκους 1500 bytes ($T_{pkt} = 1,2 \mu s$). Υποτίθεται για την παρουσίαση μίας αδρανής σύνδεσης η κατανάλωση ισχύος είναι το 10% μίας ενεργής σύνδεσης. Για κανένα πρότυπο EEE, η συνεχής χρήση ενεργειακής ισχύος δεν θα ήταν 100% και ανεξαρτήτως της χρήσης του συνδέσμου. Το ίχνος που χαρακτηρίζεται ως ιδανικό στην περίπτωση που παρουσιάζει ως ιδανική την περίπτωση κατά την οποία η χρήση της ενέργειας είναι ευθέως ανάλογη ως προς την αξιοποίηση του με έναν αντισταθμιστή λόγω της κατανάλωσης ισχύος της ενέργειας επί 10% όταν βρίσκεται σε κατάσταση αδράνειας. Η υπόθεση αυτή θα προκύψει, εάν το πρότυπο EEE γενικά ήταν μηδενικό. Το ίχνος που χαρακτηρίζεται ως πρότυπο EEE παρουσιάζει την κατανάλωση της ισχύος του HHE χωρίς συνένωση. Για το 5% του φορτίου που προσφέρει μπορεί να δει κανείς ότι η χρήση της ενέργειας είναι περίπου 35%. Η αύξηση αυτή από το ιδανικό (το ιδανικό θα ήταν περίπου 15 τοις εκατό της χρήσης της ενέργειας) οφείλεται στο πρότυπο EEE γενικά. Τα δύο ίχνη χαρακτηρισμένα ως συγχωνευμένα -1 και συγχωνευμένα -2 παρουσιάζουν τα αποτελέσματα για τη συνένωση με τη συναύξηση $= 12 \mu s$ και $\max = 10$ πακέτα, και με τη συναύξηση $= 120 \mu s$ και $\max = 100$ πακέτα, αντίστοιχα. Μπορεί να φαίνεται ότι με τη συναύξηση -1 η ενεργειακή απόδοση να είναι βελτιωμένη περίπου στο μισό μεταξύ του προτύπου EEE και του ιδανικού (αναλογικού), και με τη συναύξηση -2 της ενεργειακής απόδοσης να είναι πολύ κοντά στο

ιδανικό. Η βελτίωση αυτή στην ενεργειακή απόδοση έρχεται με ένα κόστος της αύξησης της καθυστέρησης του πακέτου και με την αύξηση του σχετικού φόρτου της κυκλοφορίας που αποστέλλονται από τη διεπαφή του Ethernet. Ποια είναι η σημασία της αυξημένης καθυστέρησης των πακέτων; Για μια end-to-end σύνδεση²¹ σε όλο το διαδίκτυο η μετ' επιστροφής-χρόνου (round trip time-RTT) θα είναι δεκάδες έως εκατοντάδες των χιλιοστών του δευτερολέπτου. Η αύξηση μερικών δεκάδων των μικροδευτερολέπτων πιθανόν να είναι αμελητέα. Σε ένα κέντρο δεδομένων, οποιαδήποτε αύξηση σε λανθάνουσα κατάσταση θα μπορούσε να είναι σημαντική, αλλά έτσι θα ήταν πρόσθετη για εξοικονόμηση ενέργειας. Σε περίπτωση που η απόδοση είναι κρίσιμη από την άποψη της ανάγκης για πολύ χαμηλή λανθάνουσα κατάσταση, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να ληφθεί κατά την χρησιμοποίηση και συγχώνευση του προτύπου EEE. Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας εφαρμογής του Ethernet είναι αυτό της υψηλής ενεργειακής Φυσικής σε κλίνες δοκιμών.



Εικόνα 8: Η διαμόρφωση των πειραμάτων για τη μεταφόρτωση αρχείων Πηγή: IEEE 802.3az: The Road to Energy Efficient Ethernet

Η εικόνα 8 παρουσιάζει τη διαμόρφωση του προτύπου για τη μελέτη της απόδοσης μεταφόρτωσης αρχείων από το διακομιστή στον πελάτη. Το δίκτυο στο μέσο διαμορφώθηκε με δύο καθυστερήσεις - 40 μ s και 400 μ s (που αντιστοιχούν σε ένα μικρό και ένα μεγάλο LAN, αντίστοιχα). Οι συνδέσεις των άκρων διαμορφώθηκαν με καθυστέρηση των 10 μ s σε όλες τις περιπτώσεις (που αντιστοιχούν σε σύντομες συνδέσεις μέσα σε ένα κέντρο δεδομένων ή μια σύνδεση από το γραφείο στην καλωδίωση του ντουλαπιού). Το πακέτο που συγχωνεύεται γίνεται σε όλη τη διαμορφωμένη αποστολή των διεπαφών (δηλαδή, στους 21H End-to-end συνδεσιμότητα αποτελεί ένα βασικό στοιχείο του σχεδιασμού του Internet που επιτρέπει στους κόμβους του δικτύου να στείλει πακέτα σε όλους τους άλλους κόμβους του δικτύου, χωρίς να απαιτείται ενδιάμεσα στοιχεία του δικτύου για τη διατήρηση των πληροφοριών της κατάστασης για τη μετάδοση. Η ιδέα αρχικά αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε στο δίκτυο ΚΥΚΛΑΔΕΣ.

οικοδεσπότες των πελατών και των κεντρικών υπολογιστών και στους δύο δρομολογητές των ακρών).

Το 2011, το πρότυπο EEE θα αρχίσει να εμφανίζεται στα προϊόντα. Αρχικά, αυτό θα εξοικονομήσει λίγη ενέργεια, καθώς τα περισσότερα προϊόντα EEE θα είναι συνδεδεμένα με συστήματα παλαιού τύπου έτσι ώστε να μην μπορούν να χρησιμοποιηθούν χαρακτηριστικά γνωρίσματα του EEE προτύπου. Με την πάροδο του χρόνου, το ποσοστό των συνδέσεων του Ethernet χρησιμοποιώντας το πρότυπο EEE, θα αυξάνεται μέχρι να γίνει η μεγάλη πλειοψηφία. Η εξοικονόμηση της ενέργειας που σώζεται σε οποιοδήποτε δεδομένο έτος θα είναι μία λειτουργία με πολλούς παράγοντες, οι περισσότεροι εκ των οποίων δεν μπορεί να είναι αξιόπιστοι και η πρόβλεψη για τη στιγμή που γίνεται για την εξοικονόμηση του προτύπου EEE είναι ουσιαστική. Έτσι, αντί να δημιουργηθεί μια πρόβλεψη που θα είναι μόνο ένα από τα πολλά εύλογα σενάρια, αντ'αυτού παρουσιάζεται μία εκτίμηση της εξοικονόμησης που προσαρμόζεται από τις τρέχουσες συνθήκες.

Συνοψίζοντας, η προβλεπόμενη ενέργεια για τον υπολογισμό των εξοικονομήσεων της χρήσης του 2008 στις αριθμήσεις των συνδέσεων, τα ποσοστά των στοιχείων αύξησης, χρησιμοποιούν τα τρέχοντα επίπεδα της δύναμης, και διατηρούν την υπόθεση της χαμηλής χρησιμοποίησης. Για τα χαμηλά επίπεδα χρησιμοποίησης, τα περισσότερα καρέ απαιτούν μεταβάσεις μεταξύ LPI στην ενεργό κατάσταση που ουσιαστικά μειώσει το χρόνο της χαμηλής κατανάλωσης της ενέργειας κατά σχεδόν 20 τοις εκατό (με αποτέλεσμα η εξοικονόμηση ανά σύνδεση να φτάνει περίπου στο 80 τοις εκατό). Η εξοικονόμηση ενέργειας ανά σύνδεση πολλαπλασιάζεται από το συνολικό αριθμό των ενεργών συνδέσεων για να φτάσουν στο σύνολο των ΗΠΑ. Η εξοικονόμηση των ΗΠΑ είναι 410 εκατομμύρια δολάρια το έτος, και η συνολική εξοικονόμηση θα πρέπει να είναι αρκετές φορές πάνω από αυτή, ή πάνω από 1 δισ. δολάρια ετησίως. Επιπλέον η εξοικονόμηση θα αυξηθεί από τη μείωση της ισχύος και της ψύξης σε κλιματιζόμενους χώρους, όπως τα κέντρα δεδομένων, καθώς και από τη χρήση του επιπέδου ζεύξης Discovery Protocol (LLDP)²² να διαπραγματευτεί περισσότερο τις μεταβάσεις των ιχνών που επιτρέπουν την εξοικονόμηση πέρα από το PHY²³.

22 Το Link Layer Discovery Protocol (LLDP) είναι ένα ουδέτερο πρωτόκολλο επιπέδου γραμμής στην οικογένεια των πρωτοκόλλων του Internet που χρησιμοποιείται σαν απόσυσκευές του δικτύου για τη διαφήμιση της ταυτότητας, τις δυνατότητές τους και τους γείτονες στο IEEE 802 τοπικό δίκτυο, κυρίως ενσύρματο Ethernet. Το πρωτόκολλο που αναφέρεται επίσημα από το μοντέλο IEEE ως σταθμός.

23 Το φυσικό στρώμα είναι το πρώτο και χαμηλότερο στρώμα στο πρότυπο επτά στρώματος OSI της δικτύωσης των υπολογιστών. Η εφαρμογή αυτού του στρώματος καλείται συχνά PHY.

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ



5 Θεσμικό πλαίσιο στην Ευρώπη

Το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronics Engineers -IEEE) έχει εκδώσει μια σειρά από άρθρα που προσδιορίζουν τους τρόπους για αποδοτική και “πράσινη χρήση της ενέργειας” σε επίπεδο επεξεργασίας δεδομένων, δρομολόγησης ή μετάδοσης και των ενεργειών για αποδοτική χρήση διακομιστών ή σταθμών εργασίας. Οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής μέσω του φορέα Environmental Protection Agency ανακοίνωσε την αναγνώριση της εθελοντικής εφαρμογής προτύπων στο στάδιο της κατασκευής (voluntary manufacturing standards) του Green Computing. Αυτό σημαίνει ότι τόσο οι υπολογιστές όσο και η χρήση τους είναι φιλική προς το περιβάλλον. Εταιρίες όπως οι: Dell και Hewlett Packard από το 2006 υιοθέτησαν πράσινες πρακτικές.

5.1 Υποδομές στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μόλις το 2010 το Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων συγκρότησε Ομάδα Εργασίας για θέματα επιρροής Τεχνολογιών Πληροφορικής (ΦΕΚ: 246/2010). Αναγνωρίζοντας ότι τι “φαινόμενο του θερμοκηπίου” έχει λάβει ανησυχητικές διαστάσεις και ότι οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) συμμετέχουν και αυτές στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου η επιτροπή έχει ως έργο να διαχειριστεί θέματα που έχουν να κάνουν με την υιοθέτηση “πράσινης ανάπτυξης” και “πράσινης συμπεριφοράς” στις ΤΠΕ. Ο όρος Πράσινες ΤΠΕ που αποτελεί τη ,εξάφραση του αγγλικού “Green ICT”. Η υιοθέτηση Πράσινων ΤΠΕ αφορά τόσο στις μεγάλες βιομηχανίες – εταιρίες του κλάδου, όσο και στον τελικό χρήστη – καταναλωτή.

Οι Πράσινες ΤΠΕ καλούνται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο σε δύο βασικά πεδία: στον

περιορισμό του αποτυπώματος CO₂ που δημιουργείται κατά την παραγωγή τους και στον περιορισμό του αποτυπώματος CO₂ με την αξιοποίησή τους. Τελικός στόχος η προστασία του περιβάλλοντος.

Οι ΓΠΕ για την προστασία του περιβάλλοντος συνιστά τα παραδείγματα όπως αυτά φαίνονται και στο παρακάτω κείμενο:

Αγοράζοντας έναν νέο υπολογιστή

- Χρειάζεστε πραγματικά νέο υπολογιστή; Ο πιο “πράσινος υπολογιστής” είναι αυτός που ήδη κατέχετε!!!
- Ελέγξτε τα χαρακτηριστικά των κατασκευαστών
- Όταν πλέον δεν τον χρειάζεστε
 - Δωρίστε τον: ειδικά για παρωχημένους υπολογιστές και συσκευές καλό είναι να δωρίζονται σε δημίσιους φορείς, οργανισμούς κτλ.
 - Χρησιμοποιήστε κάποια μέρη του (π.χ.. σκληρός δίσκος μνήμη)
 - Ανακυκλώστε τον: μην τον πετάξετε απλά στα σκουπίδια
- Χρήση οθόνης
 - Η ένταση της οθόνης να είναι όσο φωτεινή όσο είναι απαραίτητο
- Χρήση περιφερειακών συσκευών
 - Περιορισμός χρήσης χαρτιού (μπρος/πίσω και πολλές σελίδες μαζί)
 - Επαναχρησιμοποίηση ή επαναγέμισμα μελανιού
 - Ανακύκλωση όλων των υλικών (cd,dvd,συσκευασίες κ.α)
- Λογισμικό
 - Ελέγξτε τα χαρακτηριστικά λογισμικού που σκέπτεστε να αγοράσετε
 - Μην οδηγείτε σε αναβάθμιση λειτουργικού_λογισμικού αν το παλιό σας λειτουργικό_λογισμικό σας εξυπηρετεί δεν υπάρχει λόγος αναβάθμισης της ασφάλειας.
 - Χρήση “ελαφρών” προγραμμάτων (π.χ portable)
- Χρήση διαδικτύου

Εικόνα 9: Οδηγίες για την Πράσινη Δικτύωση του eTEE/Πηγή: <http://www.e-tee.org.gr/images/documents/Green-ICT.pdf>

5.2 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα

Το νέο νομοθετικό πλαίσιο απαιτεί για την εφαρμογή του μια ολοκληρωμένη προσπάθεια στη χώρα μας για την πρόληψη, αξιοποίηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση. Εκτός των στρατηγικών στόχων του νομοθετικού πλαισίου και των σχετικών Π.Δ, οι Ειδικότεροι στόχοι για τα απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (e-waste) είναι:

- Πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων από τη διαχείριση του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού

εξοπλισμού, με τη μείωση του συνολικού όγκου τους και των επικίνδυνων συστατικών ουσιών και περαιτέρω αξιοποίηση με βάση:

- την αρχή της κατά προτεραιότητα επαναχρησιμοποίησης του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, της ανάκτησης υλικών και της ανακύκλωσης των e-waste και εν συνεχεία,
- την ανάκτηση ενέργειας χωρίς ρύπανση του περιβάλλοντος σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία, ώστε να μειώνεται η τελική διάθεση των αποβλήτων αυτών.
- Μείωση και εξάλειψη των επικίνδυνων ουσιών που περιέχονται σε Απόβλητα ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού κατά το στάδιο του σχεδιασμού και της κατασκευής τους (μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο, εξασθενές χρώμιο, πολυβρωμοδιφαινύλια (PBB) ή πολυβρωμοδιφαινυλαιθέρα (PBDE)).
- Ενθάρρυνση νέου σχεδιασμού συσκευών, ώστε να διευκολύνεται η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση τους.
- Ανάκτηση τουλάχιστον 4 κιλών ΑΗΗΣ κατά άτομο το χρόνο. Η αξιοποίηση επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση τους πρέπει να γίνεται μέσα από πιστοποιημένες και αδειοδοτημένες διαδικασίες.

Ως ενδειγμένη λύση στο πρόβλημα θεωρείται η ανακύκλωση και στο πλαίσιο αυτό τον Ιανουάριο του 2003 ψηφίστηκε ευρωπαϊκή οδηγία που υποχρεώνει τις χώρες της κοινότητας να ανακυκλώνουν 4 κιλά ηλεκτρονικών και ηλεκτρικών απορριμμάτων κατά άτομο κάθε χρόνο μέχρι το τέλος του 2006. Ωστόσο, όπως αναφέρει ο επικεφαλής του γραφείου της Greenpeace στην Ελλάδα, Νίκος Χαραλαμπίδης, «το στοίχημα για την Ελλάδα μοιάζει ιδιαίτερα δύσκολο, αφού έχουμε καταφέρει να ανακυκλώνουμε μόλις 0,01 κιλά κατ'άτομο».

Επίλογος

Η Πράσινη Δικτύωση εκφράζει την προσπάθεια του ανθρώπου να εκμεταλλευτεί την τεχνολογία και ειδικότερα τους υπολογιστές για τη μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που προκαλούνται από τις ανθρωπογενείς εκπομπές αερίων στην ατμόσφαιρα. Ένας από τους βασικούς στόχους της Πράσινης Δικτύωσης είναι η σημαντική μείωση της ενεργειακής σπατάλης, δίχως να επιβαρύνεται η καλή λειτουργική απόδοση των υπολογιστών. Για την προσπάθεια της δημιουργίας της Πράσινης Δικτύωσης έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται οι παρακάτω στρατηγικές λύσεις: ενοποίηση των πόρων, το virtualization, επιλεκτική συνεκτικότητα, αναλογική υπολογιστών, λήψη του Data Center με την πηγή ενέργειας, αντί να λάβει η πηγή ρεύμα από το Data Center, βελτιωμένοι server και παραστάσεις αποθήκευσης, διαχείριση ενέργειας, υψηλή απόδοση τροφοδοτικών, βελτίωση του σχεδιασμού data center, τα οποία αναφέρονται αναλυτικότερα παραπάνω. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν αρκετές εταιρίες που εισήγαγαν την τεχνολογία του προτύπου IEEE. Συμπερασματικά η Πράσινη Δικτύωση αποζητά την ομαλή συμβίωση της φύσης με την τεχνολογία δηλαδή την τεχνολογική ανάπτυξη με όσο το δυνατόν πιο φιλικούς και λιγότερο καταστρεπτικούς τρόπους προς το περιβάλλον.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A. P. Bianzino, Claude Chaudet, Dario Rossi, Jean-Louis Rougier, "A Survey of Green Networking Research", IEEE Communications Surveys & Tutorials 2 (2012), (arXiv:1010.3880v1 [cs.NI] 19 Oct 2010) διαθέσιμο στο <http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/1011/R02/papers/green-survey.pdf>
2. Naveen Chilamkurti, Sherali Zeadally, and Frank Mentiplay, "Green Networking for Major Components of Information Communication Technology Systems," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, vol. 2009, Article ID 656785, 7 pages, 2009. doi:10.1155/2009/656785, διαθέσιμο στο <http://www.hindawi.com/journals/wcn/2009/656785/abs/>
3. United States Environmental Protection Agency διαθέσιμο στο http://en.wikipedia.org/wiki/United_States_Environmental_Protection_Agency
4. Electronic waste διαθέσιμο στο <http://en.wikipedia.org/wiki/EWaste>
5. BYTEBACK - your FREE computer recycling solution διαθέσιμο στο <http://www.bytebackaustralia.com.au/>
6. Christensen, K. Reviriego, P. Nordman, B. Bennett, M. Mostowfi, M. Maestro, J.A. Univ. of South Florida, Tampa, FL, USA IEEE 802.3az: the road to energy efficient ethernet διαθέσιμο στο <http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=http://ieeexplore.ieee.org/iel5/35/5621952/05621967.pdf%3Farnumber%3D5621967&authDecision=-203>
7. Energy Efficient Ethernet διαθέσιμο στο http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Efficient_Ethernet
8. Μαργαρίτη Σπυριδούλα, Στεργίου Ελευθέριος, Τοπικά και αστικά δίκτυα (LAN-MAN) Εκδότης: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών
9. Gartner, "Green IT: the new industry shock wave," in Proceedings of the Symposium/Itxpo Conference, Cannes, France, November 2007.