



www.uom.gr

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΔΠΜΣ Πληροφοριακά Συστήματα
Δίκτυα Υπολογιστών
Καθηγητής: Α.Α. Οικονομίδης

University of Macedonia
Master Information Systems
Computer Networks
Professor: A.A. Economides



opera

Open PLC European Research Alliance

Παπανικολάου Α. Μαρία (MIS 098)

Θεσσαλονίκη
Νοέμβριος 2009

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
1. Στόχοι προγράμματος.....	4
2. Μεθοδολογία – Τεχνική Προσέγγιση.....	5
3. Περιγραφή Παραδοτέων.....	8
4. Αποτελέσματα του OPERA.....	10
5. Βραχυχρόνια και Μακροχρόνια Πλεονεκτήματα	13
6. Επίλογος	15

Περίληψη

Θέμα της εργασίας αυτής είναι ένα ερευνητικό επενδυτικό πρόγραμμα που ασχολείται με τα Power Line Communication δίκτυα (PLC). Η ιδιαιτερότητα και η καινοτομία των δικτύων αυτών είναι πως χρησιμοποιούν τα δίκτυα παροχής ηλεκτρικού ρεύματος, προκειμένου να παρέχουν μέσω αυτών φωνή και δεδομένα στο χρήστη.

Στο πρώτο κεφάλαιο, περιγράφεται το πώς εξελίχθηκε στο χρόνο το πρόγραμμα, καθώς και ποιοι στόχοι τέθηκαν κατά την έναρξή του. Χωρίζεται σε δύο φάσεις και αναλύεται αντιστοίχως. Στο δεύτερο κεφάλαιο, προσεγγίζεται τεχνικά το θέμα και περιγράφεται το πώς τελικά καταλήγει η πληροφορία και η φωνή από τα δίκτυα αυτά στο τερματικό και ακολούθως στο χρήστη. Στο σημείο αυτό, παρατίθενται και διάφορα παραδείγματα συνδεσμολογίας, έτσι ώστε να γίνει πιο κατανοητός στον αναγνώστη ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται η λειτουργία του δικτύου.

Στο τρίτο κεφάλαιο, περιγράφονται τα παραδοτέα (deliverables) του ερευνητικού προγράμματος, τα οποία δημοσιεύτηκαν στο διαδικτυακό του τόπο, ενώ στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της συνολικής προσπάθειας των συμμετεχόντων στο πρόγραμμα αυτό σε τεχνικό, αλλά και σε χωροταξικό επίπεδο.

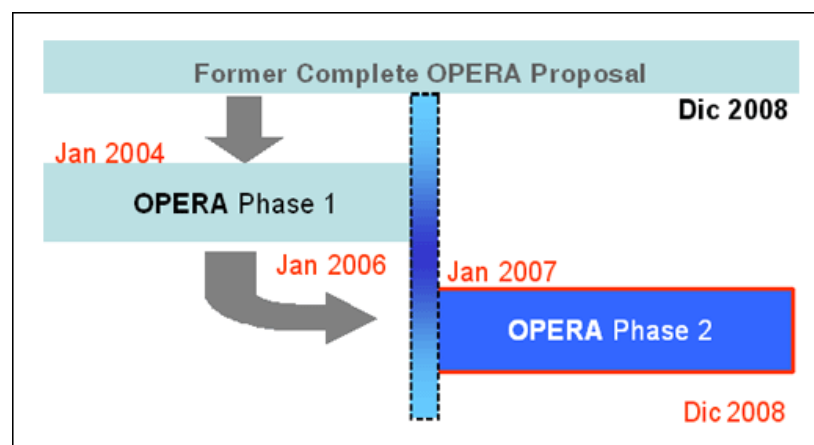
Τέλος, στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, ακολουθεί ανάλυση των κυριότερων πλεονεκτημάτων όσον αφορά τη χρήση των PLC, επισημαίνοντας τις ευκολίες που παρέχουν πλέον στα νοικοκυριά και το γεγονός πως η χρήση τους βελτιώνει την ποιότητα ζωής του ανθρώπου.

1. Στόχοι προγράμματος

Το OPERA (Open PLC European Research Alliance) είναι ένα μερικώς χρηματοδοτούμενο πρόγραμμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση, το οποίο εξελίχθηκε σε δύο φάσεις. Η πρώτη, ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2004 και ολοκληρώθηκε τον Ιανουάριο του 2006 (κοστίζοντας περίπου 20 εκ. ευρώ εκ των οποίων τα 9 εκ. δόθηκαν από την ΕΕ) , ενώ η δεύτερη ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2007 και ολοκληρώθηκε το Δεκέμβριο του 2008 (κοστίζοντας περίπου 9 εκ. ευρώ εκ των οποίων τα 5 εκ. δόθηκαν από την ΕΕ) όπου και το έργο περατώθηκε (Berganza , 2007).

Το συγκεκριμένο ερευνητικό πρόγραμμα αναφέρεται στις επικοινωνίες μέσω ενεργειακών δικτύων (Power Line Communication - PLC). Με τον όρο αυτό, σύμφωνα με τους Διακονικολάου Γ.,Αγιακάτσικα Α. κ.ά. (2004), εννοούμε τη δημιουργία τηλεπικοινωνιακής υποδομής για τη μεταφορά δεδομένων και φωνής, χρησιμοποιώντας τη δομή του ηλεκτρικού δικτύου.

Στόχος του είναι να αναπτύξει μία νέα γενιά PLC τεχνολογίας η οποία θα δώσει τη δυνατότητα στους Ευρωπαίους πολίτες να έχουν ευρεία πρόσβαση στον εκάστοτε τοπικό βρόγχο με εξαιρετική απόδοση, χαμηλό κόστος και να τους προσφέρει ένα πλήθος ευκολιών, με αποτέλεσμα τη βελτίωση συνθηκών διαβίωσης.



Είναι γεγονός πως η συγκεκριμένη τεχνολογία μέχρι τότε δεν είχε αναπτυχθεί επαρκώς. Έναυσμα του συγκεκριμένου ερευνητικού προγράμματος ήταν να αρθούν όλα τα

εμπόδια και να αρχίσουν οι ευρωπαίοι πολίτες να απολαμβάνουν τα πλεονεκτήματα μια τέτοιας τεχνολογίας.

Κύριοι στόχοι, της πρώτης φάσης του προγράμματος, ήταν να βελτιώσουν την υπάρχουσα τεχνολογία PLC ,να δημιουργηθεί ένα PLC Standard, αναπτύσσοντας άριστες λύσεις σύνδεσης στα δίκτυα, έχοντας ως κύριο σκοπό, κάθε χρήστης να συνδέεται στο δίκτυο με ένα χαμηλού κόστους τερματικό, ανεξάρτητα από τους υπολοίπους, εύκολα, χωρίς να διακόπτεται η παροχή ρεύματος, χρησιμοποιώντας χαμηλής (LV) ή μεσαίας τάξης τάσης (MV), απολαμβάνοντας υψηλές επιδόσεις από μία τεχνολογία που παρέχει υπηρεσίες έτοιμες προς πώληση “ready to sell services” (OPERA website). Ακόμη, θα έπρεπε μετά το πέρας των εργασιών να μπορεί το PLC να λειτουργεί εναλλακτικά με τα άλλα υπάρχοντα δίκτυα (xDSL και cable) έχοντας μάλιστα καλύτερη απόδοση και χαμηλότερο κόστος.

Οι στόχοι της δεύτερης φάσης, ωστόσο, χωρίζονται σε δύο διαφορετικές κατηγορίες (OPERA website). Έχουμε, λοιπόν, το χωροταξικό και τον τεχνολογικό στόχο. Όσον αφορά τον πρώτο στόχο, μέσα από το πρόγραμμα αυτό επιχειρήθηκε να γίνει προσιτή η τεχνολογία αυτή ακόμη και σε απομακρυσμένες περιοχές, ενώ όσον αφορά το δεύτερο τύπου στόχου έχει να κάνει με κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά στα οποία θα αναφερθούμε εκτενέστερα παρακάτω.

Concept	Today	Opera Goals
Speed	Up to 45 Mbps	Up to 200 Mbps
Frequency Reuse	x 1	x 4
System	Proprietary solutions	Standard plug & play multi-vendor
Standards	Not existing	International
LV Installation	Complex and expensive	Easy and low-cost
MV Coupling	Capacitive	Inductive
End-user coverage	80% - 90%	100%
Mass deployment	Not ready	Ready
EMC Standard & Compliance	National level	European level
Audiovisual Services over PLC	Initially tested	Ready to sell
Terminals	Not user friendly	User friendly
Inhome compatibility	Not guaranteed	Guaranteed
Degree of Backbone Integration	Inefficient	Efficient

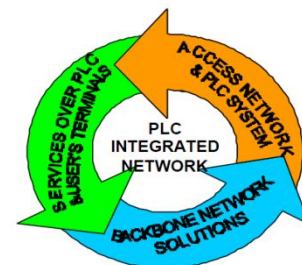
2. Μεθοδολογία – Τεχνική Προσέγγιση

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια προσπάθεια περιγραφής για το πώς πραγματικά «δουλεύει» μία τέτοιου είδους τεχνολογία. Όπως προαναφέρθηκε, η PLC είναι μια πολύ γρήγορα εξελισσόμενη τεχνολογία, που χρησιμοποιεί τα καλώδια παροχής ηλεκτρικού ρεύματος για την υψηλής ταχύτητας μετάδοση δεδομένων και φωνής. Η γραμμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι αυτή που μετατρέπεται σε ένα δίκτυο τηλεπικοινωνιών μέσω

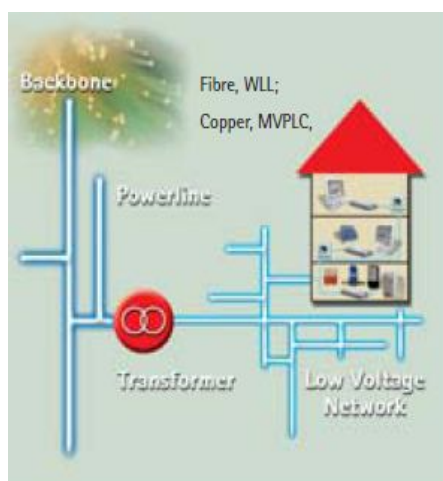
μιας συγκεκριμένης διαδικασίας: το κύμα ρεύματος υπερτίθεται σε ένα σήμα πληροφορίας χαμηλής ενέργειας.

Η τεχνική προσέγγιση βασίζεται σε τρεις κύριους πυλώνες (Iberinco, 2004) :

- Στο PLC σύστημα των χωρών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα
- Στα backbone δίκτυα
- Στις υπηρεσίες που παρέχονται μέσω των PLC και των τερματικών των χρηστών.



Η ιδέα ενός PLC δικτύου αποτυπώνεται παρακάτω:



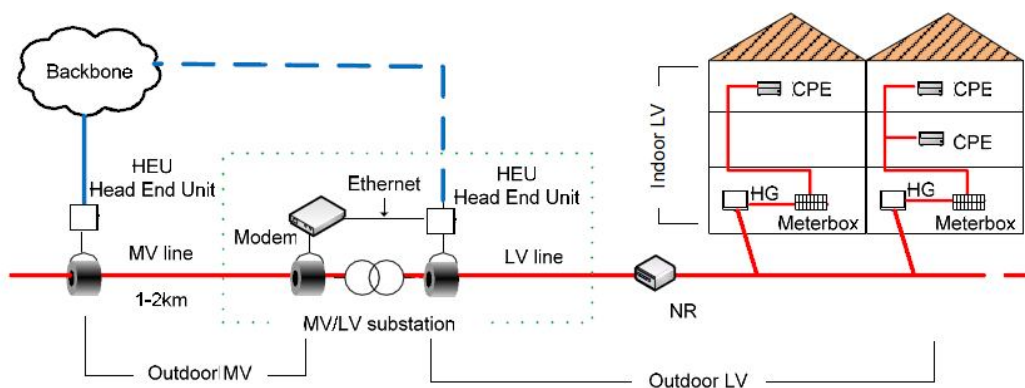
Η ψηφιακή πληροφορία φτάνει στα σπίτια μέσω των modem (HG). Εσωτερικά, υπάρχει το In-house ή In-home network, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά των δεδομένων μεταξύ των εγκαταστάσεων του σπιτιού. Έτσι λοιπόν, όλες οι συσκευές που θα συνδέονται με το ηλεκτρικό ρεύμα, θα είναι ταυτόχρονα συνδεδεμένες και με το internet (π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές, στερεοφωνικά, ψηφιακές τηλεοράσεις).

Η διαδικασία όμως, για να φτάσει η πληροφορία στα σπίτια δεν είναι τόσο απλή. Ο πάροχος του PLC Internet εγκαθιστά controllers οι οποίοι συνήθως συνδέονται με δευτερεύοντες υποσταθμούς (substations), που βρίσκονται εξωτερικά στους δρόμους και οι οποίοι ανήκουν σε δίκτυα LV-distribution (Rubinstein, Rachidi, Rubinstein, etc, 2008). Εκεί, υπάρχει και το access network (Low Voltage Outdoor Grid) το οποίο στέλνει δεδομένα από χαμηλής τάσης ηλεκτρικά δίκτυα. Η τεχνολογία PLC δίνει τη δυνατότητα ενός “last mile” τοπικού κόμβου ο οποίος παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης του σπιτιού με το internet.

Μέσα από τα δίκτυα αυτά, πλέον, δεν περνά μόνο το ρεύμα, αλλά και η πληροφορία σε ψηφιακή μορφή. Ανάμεσα στους controllers και στα modem, όπως είναι φυσικό, υπάρχουν repeaters (NR), προκειμένου να ενισχύουν το σήμα και να του προσδώσουν αξιοπιστία και αποτελεσματικότητα.

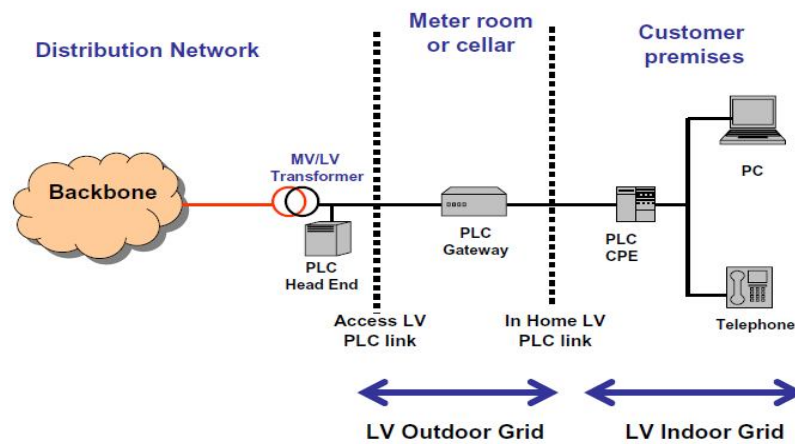
Οι controllers με τη σειρά τους, συνδέονται σε backbone δίκτυα και επομένως στο internet, μέσω διάφορων τύπων δικτύων όπως οπτικές ίνες, δορυφόρους ή MV (μεσαίας τάσης) PLC. Το distribution network (DN) είναι υπεύθυνο για τη διασύνδεση των PLC modem (Head End) στους σταθμούς MV/LV (μεσαίας ή χαμηλής τάσης). Όταν το backbone συνδέεται με το PLC, αυτό γίνεται με μέσα αυξημένης ταχύτητας μετάδοσης, όπως οι δορυφόροι και οι οπτικές ίνες, ενώ σε εκείνο το σημείο έχουμε τη συνένωση ενός τέτοιου, μεγάλης ταχύτητας, καναλιού με άλλα χαμηλότερης (Rubinstein, Rachidi, Rubinstein, etc, 2008).

Τα παραπάνω αναπαρίστανται πιο αναλυτικά και στην εικόνα που ακολουθεί.



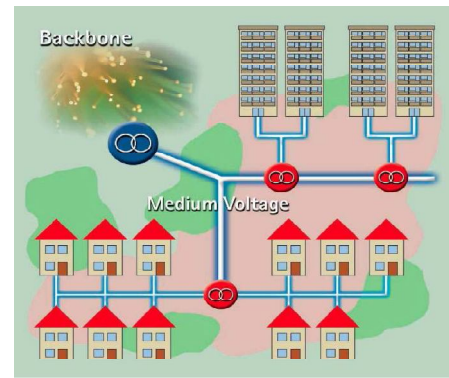
Φυσικά, υπάρχει πλήθος δυνατοτήτων τοπολογιών όπως είναι το multi flat building with common meter room, στα οποία ο μετρητής και η διανομή είναι για όλα τα διαμερίσματα στο ίδιο δωμάτιο, τα single family houses, και τα high rise buildings, στα οποία ένας ή περισσότεροι risers περνούν από κάθε όροφο. Εδώ, οι μετρητές και οι διανομείς της ενέργειας είναι τοποθετημένοι σε κάθε όροφο (Rubinstein, Rachidi, Rubinstein, etc, 2008).

Γενικότερα, η τοπολογία μιας PLC τεχνολογίας περιγράφεται από την παρακάτω εικόνα:



Ένα παράδειγμα τοπολογίας MV-PLC...

Η εικόνα αυτή δείχνει μία πιθανή τοπολογία ενός MV-PLC, δηλαδή ενός PLC δικτύου το οποίο συνδέεται με μεσαίας τάσης δίκτυο.



3. Περιγραφή Παραδοτέων

Τα παραδοτέα της πρώτης φάσης απέδειξαν τη δυνατότητα της PLC τεχνολογίας να παρέχει ευρυζωνικές υπηρεσίες. Κατασκευάστηκαν ελεγμένα πρότυπα για ένα ολοκληρωμένο σύστημα PLC και συγκεκριμενοποιήθηκαν οι προδιαγραφές των στοιχείων του συστήματος που πρέπει να υπάρχουν, προκειμένου να εξασφαλισθεί η διαλειτουργικότητα και η συμβατότητα των συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές.

Έτσι, λοιπόν, έχουμε τη συγχώνευση των PLC δικτύων με WLAN, WiMAX και δορυφόρους. Επιπλέον, η κάλυψή τους, πλέον, περιλαμβάνει και τις πιο απομακρυσμένες περιοχές, ενώ έχοντας ενοποιηθεί με άλλες υπάρχουσες τεχνολογίες, θα μπορεί κάποιος να

έχει πρόσβαση από οπουδήποτε (BPL Today, 2007). Επίσης, ένας από τους στόχους που επετεύχθησαν ήταν η ανάπτυξη πολύ-οικιστικών δικτύων, τα οποία σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ήταν fiber-to-the-building, προσέφεραν high-end triple-play υπηρεσίες. Ακόμη, τα δίκτυα αυτά αναπτύχθηκαν σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, οι οποίες χρησιμοποιούν από κοινού μία σύνδεση κορμού (backbone network) ανάμεσα σε πολύ-οικιστικά δίκτυα, έτσι ώστε να έχουμε χαμηλού κόστους double play (2play) υπηρεσίες (Martinez , Calvo etc, 2008).

Όσο για τη δεύτερη φάση, αυτό που έδειξαν τα παραδοτέα, ήταν η αύξηση του ανταγωνισμού στην αγορά των ευρυζωνικών υπηρεσιών. Τα PLC δίκτυα απέδειξαν πως μπορούν να αναπτυχθούν γρήγορα και χωρίς μεγάλες επενδύσεις, χρησιμοποιώντας απλώς, την ήδη υπάρχουσα τεχνολογία. Είναι μία εναλλακτική λύση, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα για μία last-mile πρόσβαση στο δίκτυο.

Επιπλέον, τα δίκτυα αυτά κατάφεραν να λειτουργήσουν όχι μόνο ανταγωνιστικά, αλλά και συμπληρωματικά με τα υπόλοιπα δίκτυα (όπως είναι τα ασύρματα). Έδωσαν πλήρη κάλυψη δικτύου στους τελικούς χρήστες, προσδίδοντάς τους προστιθέμενη αξία στις ήδη υπάρχουσες ευρυζωνικές εφαρμογές, όπως τη δυνατότητα για video streaming, e-health (health care services), smart home και άλλα.

Όσον αφορά το τεχνικό κομμάτι της φάσης αυτής, αυτό που συμπεραίνουμε από τις αναφορές που δημοσιεύτηκαν, είναι ότι δημιουργήθηκαν νέα πρότυπα, αλλά και νέες συσκευές. Οι συσκευές αυτές αντικατέστησαν τις παλαιότερες, έχοντας νέο λογισμικό και επομένως, περισσότερες δυνατότητες λειτουργίας (Simón, Faure κ.ά., 2009).

Όλα τα τεστ (τόσο σε εργαστήρια όσο και στον αληθινό κόσμο) που έγιναν, απέδειξαν πως η τεχνολογία PLC έχει όλες εκείνες τις προδιαγραφές, ώστε να λειτουργεί συμπληρωματικά με άλλες τεχνολογίες όπως WiMAX, Bluetooth, UWB, ZigBee και WiFi.

Η ανάπτυξη των PLC σε απομακρυσμένες περιοχές ήταν ζωτικής σημασίας, προκειμένου να αμβλυνθεί το ψηφιακό χάσμα. Σε αυτές, δηλαδή, τις περιοχές που το DSL δεν είχε τη δυνατότητα να φτάσει, αναπτύχθηκε ένα δίκτυο χαμηλής ή μεσαίας τάσης (LV ή MV), ώστε να καθιστά εφικτή την πρόσβασή στο internet των περιοχών αυτών. Ακόμη, αναπτύχθηκε ένα τέτοιου τύπου δίκτυο για multi-dwelling units (πολύ-οικιστικές μονάδες) έτσι ώστε να είναι φθηνή η μεταξύ τους double play (2play) επικοινωνία. Τέλος, ένα άλλο επίτευγμα ήταν το γεγονός ότι αναπτύχθηκε σε πυκνοκατοικημένες περιοχές (Simón, Faure κ.ά., 2009). Βέβαια εδώ τα πράγματα ήταν πιο δύσκολα, καθώς η πρόσβαση είναι το ίδιο

εύκολη για όλες τις υπόλοιπες τεχνολογίες. Το στοίχημα ήταν να καταφέρουν να παρέχουν υπηρεσίες πολύ πιο φθηνά από τις υπόλοιπες τεχνολογίες, προκειμένου να είναι προτιμητέα. Συνολικά, και σύμφωνα με τις αναφορές που παραδόθηκαν, κάποιοι στόχοι επιτεύχθηκαν πλήρως, ενώ μάλιστα υπήρχαν και πολλοί που υπερκαλύφθηκαν.

4. Αποτελέσματα του OPERA

Κατά την πρώτη φάση του προγράμματος, αυτό που απασχολούσε κυρίως του συμμετέχοντες ήταν οι διασυνδέσεις, το πρωτόκολλο υποστήριξης, τα δεδομένα κίνησης, το QoS και η τροφοδοσία. Τα πρώτα πρότυπα αναπτύχθηκαν και κατασκευάστηκαν κατά την πρώτη φάση του έργου. Τα πρότυπα αυτά ελέγχθηκαν στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα τόσο σε MV όσο και σε LV δίκτυα. Τη φάση αυτή, ύστερα από ελέγχους, ακολούθησε η επικύρωση των προτύπων. Όσον αφορά τις συσκευές, κατασκευάστηκαν σύμφωνα με τα πρότυπα αυτά, ώστε να είναι συμβατές.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, προκειμένου να έχει πρόσβαση κάποιος στο internet, χρειάστηκε να μεσολαβήσουν και άλλοι τύποι δικτύων. Αυτό που επιτεύχθηκε, δηλαδή, ήταν να γίνει ο συγκερασμός διάφορων και διαφορετικών δικτύων μεταξύ τους, με τον κατάλληλο πάντα εξοπλισμό, προκειμένου η πρόσβαση στο internet να είναι εφικτή.

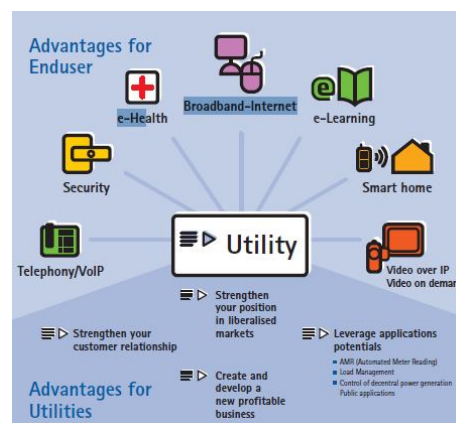
Όσον αφορά το επιχειρηματικό κομμάτι, και εκεί τα αποτελέσματα της πρώτης φάσης ήταν σπουδαία. Το γεγονός πως πλέον τα νοικοκυριά, αλλά και όχι μόνο, θα απολαμβάνουν τα οφέλη μιας τέτοιου είδους τεχνολογίας από το ίδιο δίκτυο, μέσω του οποίου τόσα χρόνια γίνεται η παροχή ρεύματος, είναι κάτι το επαναστατικό.

Το PLC αποδείχθηκε μια πολύ ανταγωνιστική τεχνολογία, η οποία υποστηρίζεται από πολλούς κατασκευαστές σε όλο τον κόσμο. Είναι γεγονός, πως πολυάριθμες δοκιμές μεταξύ των ετών 2001 και 2004, σε 40 διαφορετικές χώρες σε όλο τον κόσμο, ολοκληρώθηκαν με επιτυχία, επιβεβαιώνοντας τη βιωσιμότητα του δικτύου PLC και δίνοντας το έναυσμα να ξεκινήσει και η υλοποίηση εμπορικών πρωτοβουλιών. Αν και μέχρι τώρα τεχνολογία όπως το DSL ήταν πολύ δημοφιλής, το PLC υπερτερεί τουλάχιστον ως προς έναν από τους αρχικούς του στόχους, να προσεγγίσει δηλαδή και τις πιο απομακρυσμένες περιοχές. Το DSL αντιμετωπίζει τεχνικά προβλήματα με την απόσταση κάποιων περιοχών από τα κεντρικά κέντρα μετάδοσης, όπως άλλωστε μπορεί να συμβαίνει

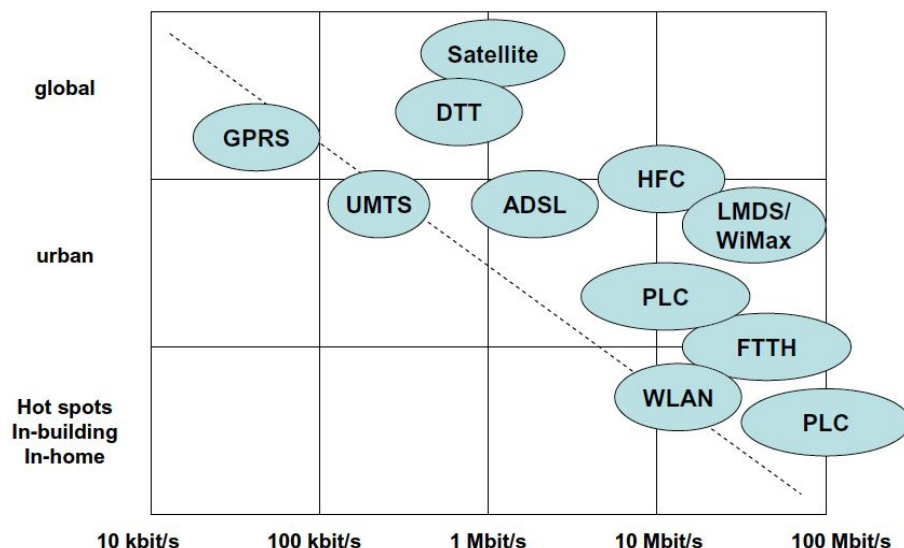
και με τα καλωδιακά δίκτυα, κάτι που δεν αντιμετωπίζει το PLC, καθώς όλες οι περιοχές, όσο απομακρυσμένες και να είναι, έχουν ρεύμα.

Τελικά, η πρώτη φάση του OPERA δείχνει πως αυτή η τεχνολογία είναι εφαρμόσιμη και δίνει την ευκαιρία να εισέλθουν ολοένα και περισσότεροι στην αγορά του internet και των τηλεπικοινωνιών.

Τα πλεονεκτήματα που θα απολαμβάνουν, όπως φαίνονται και στην εικόνα δεξιά, θα είναι broadband internet, e-learning, τηλεφωνία, video on demand, VOIP, smart home, ασφάλεια και e-health (BPL Today, 2007). Αποτέλεσμα, θα είναι η βελτίωση συνθηκών διαβίωσης των ανθρώπων στις περιοχές αυτές, οι χαμηλότερες τιμές λόγω της αύξησης του ανταγωνισμού, οι νέες υπηρεσίες που θα είναι διαθέσιμες σε όλους, η αύξηση της απασχόλησης, της ανταγωνιστικότητας και των επενδύσεων, η μείωση των δουλειών του σπιτιού και οι ευκαιρίες απασχόλησης για τις γυναίκες, ειδικά στις απομακρυσμένες περιοχές (Simón, Goni, 2009).

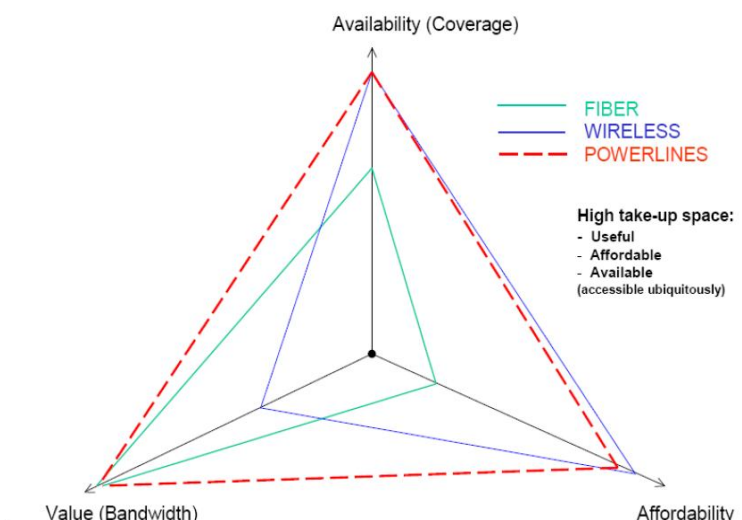


Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται μία σύγκριση όλων των τεχνολογιών μετάδοσης πληροφορίας μεταξύ τους (Simón, Philippe, Martínez, 2009). Παρατηρούμε ότι η PLC έχει από τα μεγαλύτερα bit-rate.

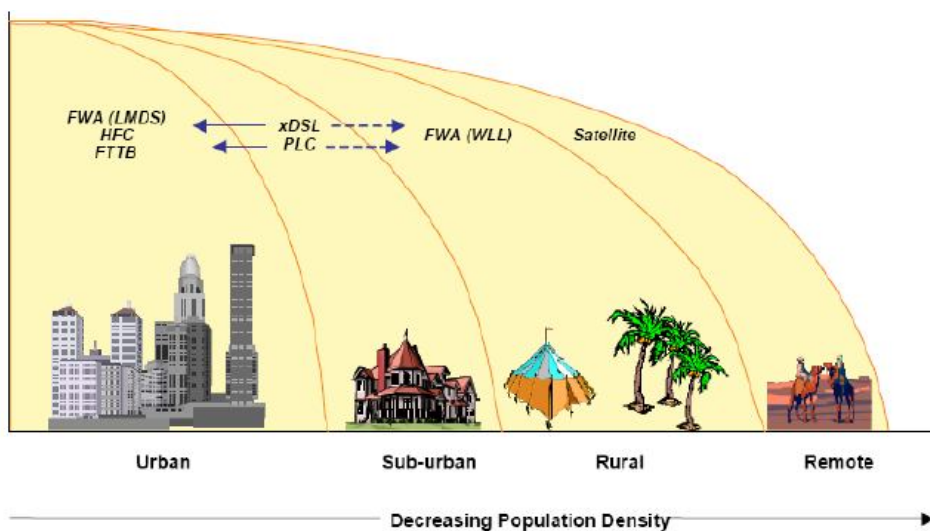


Στη συνέχεια, γίνεται μία σύγκριση ανάμεσα στο ασύρματο δίκτυο, στο PLC και στο δίκτυο με ίνες, όσον αφορά τη διαθεσιμότητα, την προσιτότητα και το bandwidth.

Τόσο το PLC, όσο και το ασύρματο δίκτυο καλύπτουν μεγαλύτερη περιοχή από ότι αυτό με τις ίνες. Όσον αφορά τη διαθεσιμότητα, παρατηρείται το ίδιο φαινόμενο με τη διαφορά ότι το ασύρματο επιτυγχάνει καλύτερες επιδόσεις. Τέλος, όπως φαίνεται και στο σχήμα, οι ίνες υπερτερούν ελαφρώς έναντι των PLC ενώ το ασύρματο έχει τη χειρότερη αξιολόγηση. Φυσικά, αυτό είναι λογικό, γιατί όπως προαναφέρθηκε, το ασύρματο δίκτυο επηρεάζεται από παράγοντες όπως η απόσταση από το access point και τις παρεμβολές. Συγκεντρωτικά, θα μπορούσε να πει κανείς, πως το PLC υπερτερεί έναντι των άλλων δικτύων ως προς και τις τρεις αυτές συνιστώσες.



Ανάλογα, λοιπόν σε ποια περιοχή έχουμε να μεταδώσουμε την πληροφορία, εφαρμόζουμε και την κατάλληλη τεχνολογία.



Τελικά, το PLC υπερτερεί σε πολλούς τομείς σε σχέση με τα υπόλοιπα δίκτυα. Η καθολικότητά του είναι δεδομένη, καθώς είναι το δίκτυο με τη μεγαλύτερη έκταση. Φτάνει ακόμα και στις πιο απομονωμένες περιοχές που μπορεί να μην έχουν καν τηλέφωνο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο αριθμός των πιθανών πελατών να είναι ασύγκριτα μεγαλύτερος από

αυτόν των υπόλοιπων τεχνολογιών. Ακόμη, όπως είπαμε και παραπάνω, το PLC δεν χρειάζεται κάποιου νέου είδους εγκατάσταση μέσα στο σπίτι, καθώς το αυτό που χρειάζεται είναι οι γραμμές του ρεύματος, οι οποίες ήδη υπάρχουν. Αυτό με τη σειρά του, έχει ως επακόλουθο το χαμηλό κόστος αυτής της τεχνολογίας (Simón, Philippe, Martínez, 2009). Τα μόνα που πρέπει να αγοράσει ο πελάτης είναι ένα repeater, ένα coupler και το τερματικό του. Δεν έχει, φυσικά, κόστη ενοικίασης της γραμμής, πράγμα το οποίο συμβαίνει σε μια DSL γραμμή. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο, είναι πως η τεχνολογία αυτή μπορεί εύκολα να συνδυαστεί με άλλες, να λειτουργήσει συμπληρωματικά και τελικά να φτάσει και μέχρι τα 200 Mbit/s, ταχύτητα που πλέον είναι εφικτή.

Ακόμη, όσον αφορά την ασφάλεια της επικοινωνίας, αυτή είναι εξασφαλισμένη λόγω της κρυπτογράφησης που χρησιμοποιείται. Δεν έχουμε, δηλαδή, χαμηλότερο επίπεδο ασφαλείας σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες (Simón, Philippe, Martinez ,2009).

5. Βραχυχρόνια και Μακροχρόνια Πλεονεκτήματα

Ως ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την καθολικότητά των PLC. Από αυτή την άποψη, τόσο τα PLC όσο και οι δορυφόροι είναι οι κατάλληλες τεχνολογίες προκειμένου να παρέχουν υπηρεσίες απομακρυσμένης πρόσβασης σε απομονωμένες περιοχές, με τους δορυφόρους να είναι μια κατά πολύ ακριβή λύση.

Στον τομέα της χωρητικότητας, τεχνολογίες που είναι βασισμένες στη χρήση των ινών, παρέχουν μεγάλο εύρος. Στην περίπτωση των PLC, η μέγιστη ταχύτητα για την υπάρχουσα τεχνολογία είναι στα 200 Mbps. Το εύρος εκπομπής είναι μικρότερο σε σχέση με τις υπόλοιπες τεχνολογίες, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την εγκατάσταση repeaters ειδικά σε LV γραμμές.

Όσον αφορά τη συμμετρία, η PLC τεχνολογία, είναι συμμετρική, παρέχοντας την ίδια χωρητικότητα και στα δύο links. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της είναι η ποικιλία εφαρμογών που μπορεί να παράσχει. Αυτό είναι πολύ σημαντικό για τον πελάτη, καθώς η ασφάλεια, η αξιοπιστία, τα θέματα λογαριασμών, η άνεση και η δυνατότητα κατανάλωσης είναι αποδεδειγμένες. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στο να αποδείξει την αποτελεσματικότητα των ηλεκτρικών δικτύων.

Τα PLC συστήματα βελτιώνουν τις υπηρεσίες internet παρέχοντας triple-play (3play) υπηρεσίες ακόμα και σε απομονωμένες περιοχές. Έτσι, υπηρεσίες όπως e-Government (Ηλεκτρονική Διακυβέρνηση), e-Health και e-Commerce γίνονται προσβάσιμες από ένα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού, γεγονός το οποίο μπορεί να οδηγήσει στο να γίνει η ευρυζωνικότητα πραγματικότητα τα επόμενα χρόνια.

Χωροταξικά τώρα, οι δυνατότητες της κατανομής της PLC τεχνολογίας, στην ανατολική Ευρώπη μπορεί να θεωρηθεί ιδιαίτερα ευνοϊκή για κάποιες περιοχές. Κάτω από αυτή την οπτική γωνία, η τεχνολογία PLC μπορεί να έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αν αναλογιστεί κανείς τη μικρή διαθεσιμότητα χορηγιών των περιοχών αυτών. Το κύριο εμπόδιο στην εφαρμογή αυτή είναι η κατάσταση στην οποία βρίσκεται το δίκτυο των ηλεκτρικών καλωδίων. Έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες να βελτιώσουν το δίκτυο αυτό ή ακόμη σε πολλά σημεία να το κατασκευάσουν από την αρχή, ειδικά σε περιοχές που είχε καταστραφεί λόγω πολέμου. (Muernseer, D'Amico etc, 2007).

Αυτή τη στιγμή και πιθανότατα λόγω τις πρώην κομμουνιστικής φύσης των χωρών αυτών, στις ανατολικές χώρες δεν υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για ευρυζωνικές υπηρεσίες ή γρήγορο internet. Πολλές από αυτές τις χώρες έχουν περισσότερη ανάγκη να αναπτύξουν την τηλεπικοινωνία τους πρώτα, ώστε να πλησιάσουν τουλάχιστον λίγο τις δυτικές χώρες. Η επέκταση της Ευρωπαϊκής Ένωσης στις ανατολικές χώρες θα αυξήσει αυτή την ανάγκη να συγκλίνουν οι μεν με τις δε.

Με μία πιο μακρινή ματιά, θα μπορούσε να πει κανείς πως το ερευνητικό αυτό πρόγραμμα ανέπτυξε αυτο-τροφοδοτούμενα συστήματα, τα οποία θα γνωρίσουν ιδιαίτερη άνθιση τα επόμενα δέκα χρόνια. Αυτή η μακροχρόνια πρόβλεψη αναφέρεται σε πολλαπλές λύσεις που θα προσφέρει το PLC σε εφαρμογές τόσο στο σπίτι, όσο και στον επαγγελματικό χώρο. Μέσα σε αυτή τη δεκαετία αναμένεται πως οι εφαρμογές του PLC θα καλύπτουν ολόκληρο το δίκτυο ηλεκτροδότησης της επικράτειας. Η πρόσβαση στο internet θα είναι δυνατή από οποιοδήποτε σημείο του δικτύου.

Η παροχή των υπηρεσιών στους χρήστες του δικτύου, θα είναι τόσο εύκολη και διαδεδομένη, όσο εύκολη και διαδεδομένη είναι η παροχή υπηρεσιών της κινητής τηλεφωνίας. Ακόμη, η συνεργασία ενός τέτοιου δικτύου με άλλα, όπως το WiFi, θα ενισχυθεί, γεγονός που θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της κάλυψης, καθώς θα χρησιμοποιεί τα θετικά στοιχεία του κάθε δικτύου.

Η παγκόσμια καθιέρωση των PLC λύσεων, θα δώσει ευκαιρίες για καινούριους παίκτες στην αλυσίδα του κέρδους και επομένως, τα οικονομικά οφέλη θα εξαπλωθούν. Η PLC τεχνολογία θα γίνει ο πιο κοινός τρόπος για να μεταφέρονται φωνή και δεδομένα τόσο σε ιδιωτικό όσο και σε επιχειρησιακό επίπεδο.

6. Επίλογος

Στην εργασία αυτή, αναλύθηκε η PLC τεχνολογία μέσα από ένα Ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα. Αρχικά, παρουσιάστηκαν οι στόχοι του προγράμματος και περιγράφηκε η μεθοδολογία και η τεχνική προσέγγισή του. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν οι αναφορές που δόθηκαν στη δημοσιότητα από τους συμμετέχοντες σε αυτό. Στο τέλος, παρατέθηκαν τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτού του τύπου του δικτύου τόσο σε βραχυχρόνια, όσο και σε μακροχρόνια βάση.

Βρισκόμαστε, πλέον, σε μια εποχή που η PLC τεχνολογία έχει ωριμάσει και είναι έτοιμη να προτυποποιηθεί παγκοσμίως. Η απελευθέρωση των αγορών, που σχετίζονται με την ενέργεια, κάνει εμφανείς τις επιδράσεις της στις εταιρίες. Η μείωση του κόστους της επικοινωνίας αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση. Χρειάζονται νέες ιδέες για δίκτυα και ο παράγοντας που θα παίξει σημαντικό ρόλο θα είναι η τεχνολογία της πληροφορίας.

Η τεχνολογία PLC επιτρέπει γρήγορη ανάπτυξη, εξαιτίας της ήδη υπάρχουσας δικτύωσης και σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες, η ανάπτυξη αυτή στοιχίζει αισθητά λιγότερο. Από την άποψη της τεχνολογίας, δεν μπορούμε να ισχυριστούμε πως ένα είδος είναι κατάλληλο για όλα. Δεν υπάρχει λύση η οποία να είναι η πιο αποτελεσματική για όλες τις υπηρεσίες. Η κάθε μία τεχνολογία μπορεί να παρέχει συγκεκριμένες υπηρεσίες με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο.

Τα PLC είναι κατάλληλα για πολλές εφαρμογές, αν και είναι καταλληλότερα για υπηρεσίες χρησιμότητας, παρά για μαζική - broadband παράδοση. Είναι γεγονός, ότι υπάρχουν και άλλες ευρυζωνικές τεχνολογίες που τις συναγωνίζονται, όπως xDSL, cable δίκτυα, δορυφορικές λύσεις και ασύρματα κινητά δίκτυα. Όπως όμως αναφέρθηκε στην ανάλυσή μας, τα PLC μπορούν να ενοποιηθούν με αυτές τις τεχνολογίες, εκμεταλλευόμενα τα θετικά των τελευταίων, έτσι ώστε να βελτιώσουν το QoS τους (Martínez, Calvo, etc, 2008). Τα ενοποιημένα, πλέον, δίκτυα PLC θα είναι αυτά που θα οδηγήσουν στον ορισμό των νέων επιχειρησιακών μοντέλων (Schwendicke, Sender, etc, 2007).

Ως τελικό συμπέρασμα, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε βάσει των όσων αναφέρθηκαν, ότι η PLC σχεδιάστηκε, αρχικά, ως μία τεχνολογία πρόσβασης που είναι κατάλληλη για μία εφικτή και οικονομική καθολική παροχή υπηρεσιών, η οποία θα έφτανε και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα, που έφερε αυτή τη δομή είναι ότι η PLC παρέχει ένα δίκτυο δεδομένων και ρεύματος μέσω του ίδιου καλωδίου, το οποίο, όπως είναι φυσικό, μειώνει το κόστος του συστήματος. Αυτό που εν τέλει, κάνει την PLC τόσο ελκυστική είναι πως ο τύπος αυτός δικτύου, μπορεί να προσφέρει last-mile πρόσβαση, να υποστηρίξει υπηρεσίες βασισμένες στην πληροφορία, ενώ το καλώδιο του δικτύου εκτείνεται σε μεγάλες εκτάσεις και κυρίως προϋπάρχει.

Βιβλιογραφία

Διακονικολάου Γ., Αγιακάτσικα Α., Μπούρας Η. (2004), *Επιχειρησιακή Διαδικτύωση*, Αθήνα, Κλειδάριθμος, σελ.216-217.

Berganza I., (2007) *Project Presentation*, OPERA, Report number: D56

BPL Today (2007) “Chronicling the broadband over power line industry”, Ghi, Tuesday February 27th, p. 1

BPL Today (2007) “Chronicling the broadband over power line industry”, Ghi, Tuesday February 27th, p. 2

Iberinco, (2004), *Project Presentation*, OPERA, Draft Deliverable 101

Martinez R., Calvo M., Selga M. J., Corral G., Lehnert R., Le Phu Do, Haberler B., Branco C. H., Rindcher M., Healey D. (2008), *Reference guide on the design of an integrated PLC network, including the adaptations to allow the carriers' carrier model*, OPERA, Report number: D13

Martinez R., Calvo M., Selga M. J., Do L., Branco C., H., Rindchen M., Healy (2008), *Integration of PLC with Fixed and Mobile Communication Technologies in International Information Management Corporation*, (IIMC) Paul Cunningham and Miriam Cunningham eds, *ICT-MobileSummit 2008 Conference Proceedings*, [Online], Available from: www.ICT-MobileSummit.eu/2008 [Προσπελάστηκε την 29η Νοεμβρίου 2009].

Muernseer D., D'Amico A., Brignoli F., Mendes de Souza E., Fabjan M. (2007), *Worldwide Market Research Report*, OPERA, Report number: D37

OPERA [Online] Διαθέσιμο στο:

http://www.ist-opera.org/opera1/project_objectives.html.htm [Προσπελάστηκε την 23η Νοεμβρίου 2009].

OPERA [Online] Διαθέσιμο στο:

<http://www.ist-opera.org/drupal2/?q=node/49> [Προσπελάστηκε την 30η Νοεμβρίου 2009].

Rubinstein A., Rachidi F., Rubinstein M., Vukicevic A., Sheshyekani K., Bäschelin W., Rodriguez-Morcillo C. (2008), *EMC guidelines*, OPERA, Report number: D9

Schwendicke L., Sender S., Kuma M.G., Janz A., Dr. Koch M., Pradales S. P. (2007), *New business models and technical feasibility with WI-FI, WIMAX, UWB, ZigBee and Bluetooth*, OPERA, Report number: D33

Simón J., Faure J.-P., Bittner M., Branco H., Martínez M., Haberler B., Feltn L., Rindchen M., (2009), *Report of the results of phase 2*, OPERA, Report number: D40

Simón J., Goni A, (2009), *Report on raising public participation and awareness*, OPERA, Report number: D45

Simón J., Philippe J., Martínez F. R. (2009), *Comparison of Access Technologies*, OPERA, White paper