

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΜΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ & ΔΙΚΤΥΩΝ**

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Α.Α. ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΗΣ



ΕΡΓΑΣΙΑ: VEHICLE NETWORKS

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΚΟΥΛΟΣΟΥΣΑΣ ΘΕΟΦΙΛΟΣ

Α.Μ.: 4/08

ΕΞΑΜΗΝΟ: Β΄

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

**UNIVERSITY OF MACEDONIA
MASTER INFORMATION SYSTEMS
NETWORKING TECHNOLOGIES**

PROFESSOR: A.A. ECONOMIDES



SUBJECT: VEHICLE NETWORKS

NAME: KOULOSUSAS THEOFILOS

N.R: 4/08

SEMESTER: B'

THESSALONIKI 2009

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση στην εγκατάσταση δικτύων μέσα σε ένα όχημα που στόχο έχουν τη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς, δίνοντας τη δυνατότητα επικοινωνίας τόσο μεταξύ τους όσο και ανάμεσα σε οχήματα. Σημαντικό ρόλο παίζει η σωστή και ασφαλής επικοινωνία μεταξύ των δικτύων του οχήματος γιατί το παραμικρό λάθος μπορεί να έχει δυσάρεστα αποτελέσματα. Νεότερες έρευνες δείχνουν ότι ποσοστό μεγαλύτερο από το 80% αναφέρεται σε ηλεκτρονικές καινοτομίες στις αυτοκινητοβιομηχανίες και το ηλεκτρονικό κόστος σε ένα πολυτελές όχημα ξεπερνάει το 23% του συνολικού κόστους. Στην συγκεκριμένη εργασία στο πρώτο κεφάλαιο κάνουμε μια εισαγωγή για τα δίκτυα οχημάτων, στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα δίκτυα ενός οχήματος όπως είναι το LIN, το CAN, το FlexRay, το D2B και το MOST. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα πρωτόκολλα VDTLS και V-HIP για ασφαλείς ασύρματες επικοινωνίες ανάμεσα στα οχήματα και τέλος στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρουμε ορισμένα παραδείγματα στα οποία βρίσκουν εφαρμογή τα vehicle networks.

ABSTRACT

The last years is observed an increase in networks installation inside a vehicle that aim into the improvement of a driver's behavior, allowing communication either between them or between vehicles. Accurate and secure communication between vehicle networks is essential, because even the slightest mistake can inflict unpleasant effects. Recent researches have shown that percentage greater than 80% refers to electronic innovations into car industries and moreover the electronic cost in a luxury car is greater than 23% of the total cost. In our essay, in the first chapter we have an introduction for vehicle networks, in the second chapter we refer to the networks of a vehicle such as LIN, CAN, FlexRay, D2B and MOST. In the third chapter we present the VDTLS and V-HIP protocols for secure wireless communications between vehicles, and lastly, in the fourth chapter we present some applications of the vehicle networks.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή.....	5
2. In-vehicle networks.....	7
2.1 LIN (Local Interconnect Network).....	7
2.2 CAN (Controller Area Network).....	9
2.3 FlexRay.....	11
2.4 D2B (Digital Domestic Bus).....	14
2.5 MOST (Media Oriented System Transport).....	15
3. Secure communication in vehicle networks.....	18
4. Εφαρμογές των vehicle networks.....	20
4.1 Συστήματα ασφάλειας οχημάτων.....	20
4.2 Συστήματα αποφυγής ατυχημάτων.....	20
4.3 Συστήματα βοήθειας στάθμευσης.....	21
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	23
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

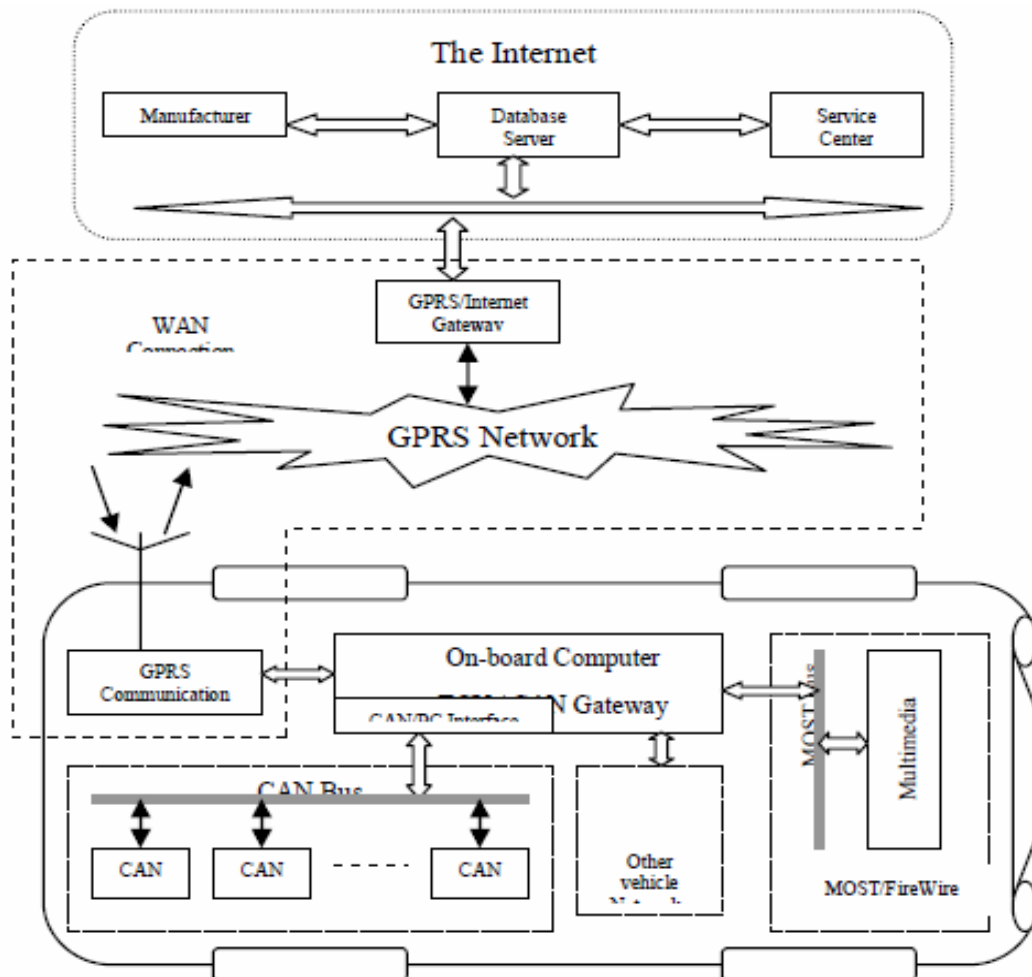
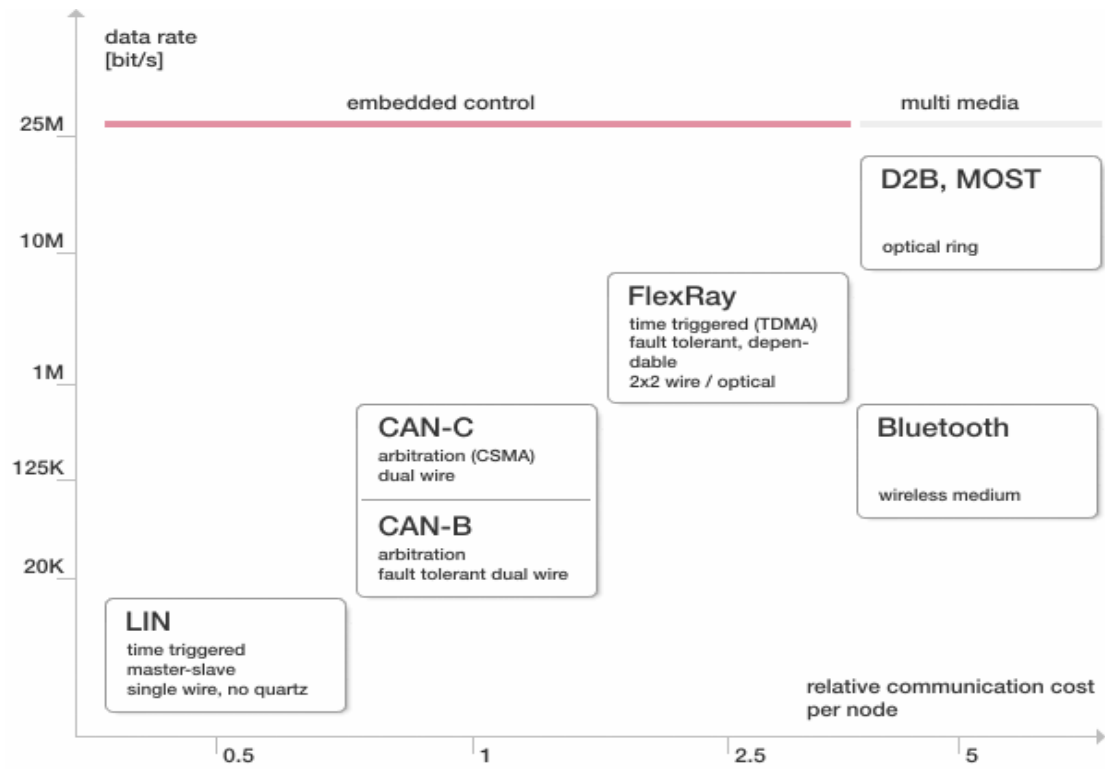
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ραγδαία ανάπτυξη στην υλοποίηση έξυπνων αισθητήρων , μικρο-κοντρόλερ και μηχανισμών κίνησης στα μοντέρνα οχήματα οδήγησε στην δημιουργία ορισμένων πρωτοκόλλων επικοινωνίας για την εξυπηρέτηση της επικοινωνίας μέσω δικτύου μεταξύ των συγκεκριμένων κόμβων. Τα συγκεκριμένα δίκτυα που ονομάζονται και «in-vehicle networks» έχουν διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στα διάφορα συστήματα του οχήματος.

Η επικοινωνία ανάμεσα στα κυκλώματα και τις λειτουργίες του οχήματος είναι αναγκαία. Για παράδειγμα όταν ο οδηγός πατήσει το διακόπτη για τα φώτα στον πίνακα οργάνων τότε τα φώτα θα ανάψουν. Ο συγκεκριμένος τύπος επικοινωνίας καθοδηγείται μέσω καλωδίων σύνδεσης σημείου σε σημείο (point-to-point connection). Επειδή σε ένα όχημα υπάρχουν αρκετά κυκλώματα άρα και πολλά καλώδια σύνδεσης η χρησιμοποίηση ενός δικτύου είναι απαραίτητη. Έτσι τα «in-vehicle networks» χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των διαφόρων συστημάτων του οχήματος μέσω ενός σειριακού διαύλου δεδομένων (data bus), μειώνοντας των αριθμό των καλωδίων και συνδυάζοντας τα σήματα σε ένα μοναδικό καλώδιο διαμέσου πολυπλέξης διαίρεσης χρόνου.

Η καινούργια τεχνολογία προσφέρει τόσο υπηρεσίες Internet εντός του οχήματος, οι οποίες επικεντρώνονται στη διασκέδαση, στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail) και στο browsing, όσο και μεταφορά ψηφιακών δεδομένων από τους έξυπνους κόμβους μέσα στο όχημα στους κεντρικούς εξυπηρετητές του Internet, προσφέροντας με αυτό τον τρόπο ασφάλεια, βοήθεια στο δρόμο, κλήσεις σε περίπτωση ατυχήματος, εντοπισμό οχήματος σε περίπτωση κλοπής, ενημέρωση κυκλοφορίας.

Τα καινούργια οχήματα μπορεί να έχουν ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω δίκτυα για τη σύνδεση των διάφορων αισθητήρων, συσκευών και συστημάτων εντός του οχήματος. Τα δίκτυα αυτά είναι το LIN (Local Interconnect Network), το CAN (Control Area Network), το Flexray, το Bluetooth, το MOST (Media Oriented System Transport) και το GPRS (General Packet Radio Services) που προσφέρει ασύρματες υπηρεσίες. Παρακάτω παραθέτουμε δύο διαγράμματα με τα συγκεκριμένα δίκτυα. Στο πρώτο διάγραμμα έχουμε την κατάταξη των δικτύων. Στον κάθετο άξονα απεικονίζεται ο ρυθμός δεδομένων (data rate) σε bit/s και στον οριζόντιο άξονα απεικονίζεται το σχετικό κόστος επικοινωνίας για κάθε κόμβο (relative communication cost per node). Στο δεύτερο διάγραμμα απεικονίζεται το δίκτυο των οχημάτων (vehicle network) επόμενης γενιάς και ο τρόπος αλληλεπίδρασης των διάφορων δικτύων που ενυπάρχουν στο όχημα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

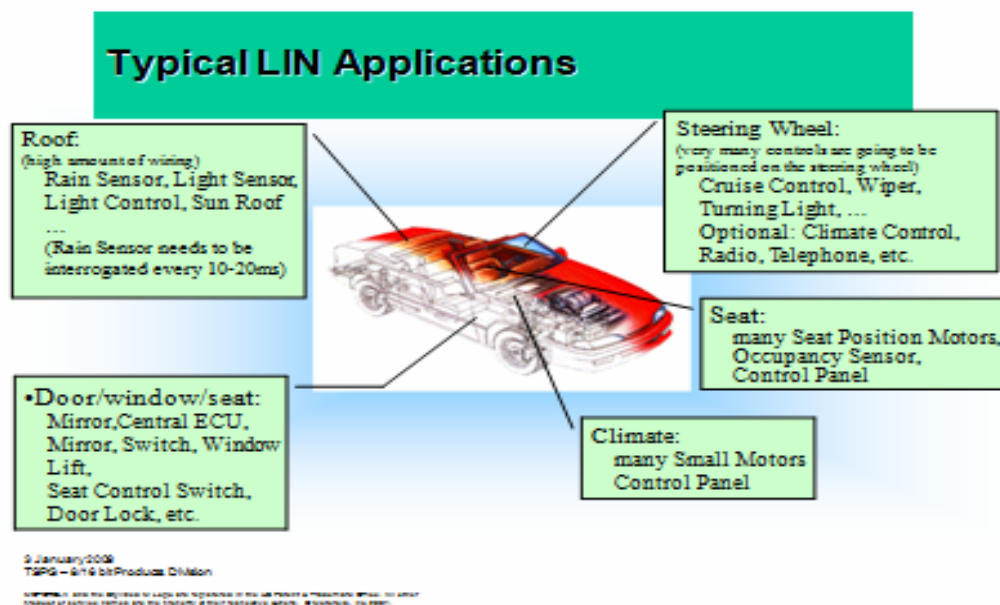
In – vehicle networks

2.1 LIN (Local Interconnect Network)

Το LIN(Local Interconnect Network) είναι ένα χαμηλού κόστους σύστημα σειριακής επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για καταναμημένα ηλεκτρονικά συστήματα σε οχήματα, με ταχύτητα μετάδοσης μέχρι 20Kbit/s (LIN Specification Package, revision 2, <http://www.lin-subbus.org>, 2008). Το LIN είναι ένας ασύγχρονος δίαυλος με καλώδιο μονόδρομης επικοινωνίας, βασισμένο στο πρότυπο ISO 9141, και ελέγχει κυρίως γεγονότα που δεν είναι κρίσιμα.

Χρησιμοποιείται ως φθηνό υπο-δίκτυο του διαύλου CAN, όταν δεν είναι αναγκαία η ταχύτητα και η χρησιμότητα του πρωτοκόλλου CAN, για να ενώσει έξυπνους αισθητήρες ή μηχανισμούς κίνησης στα σημερινά οχήματα. Εφαρμόζεται μέσω των κοινών UART/SCI διεπαφών (interfaces) που εμφανίζονται σε όλους σχεδόν τους μικροκοντρόλερ. Τα πλεονεκτήματα του LIN είναι το χαμηλό κόστος από τη χρήση ενός καλωδίου και των UART/SCI διεπαφών, ο αυτόματος συγχρονισμός, οι χρόνοι παύσης για τη μετάδοση του σήματος, η ευελιξία του συστήματος καθώς και επιπλέον κόμβοι που μπορούν να προστεθούν στο δίαυλο χωρίς την αλλαγή υλισμικού και λογισμικού σε άλλους μη-κύριους κόμβους και τέλος η ταυτόχρονη μετάδοση αφού υπάρχει η δυνατότητα ταυτόχρονης παραλαβής πλαισίου από τους κόμβους. Η εικόνα 2.1 παρουσιάζει τις εφαρμογές του LIN.

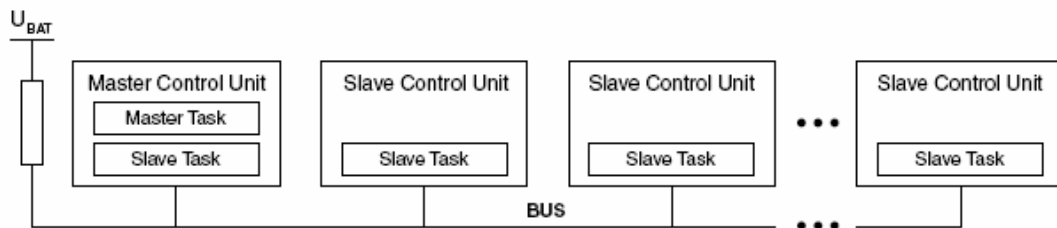
Εικόνα 2.1



Ένα σύστημα LIN αποτελείται από ένα κύριο κόμβο (master node) και αρκετούς μη-κύριους (slave node), σε κάθε δίαυλο μπορεί να υπάρχουν από 1 μέχρι 16. Ο μη-κύριος κόμβος περιέχει μόνο δευτερεύοντες εργασίες ενώ ο κύριος κόμβος περιέχει κύριες και δευτερεύοντες και είναι υπεύθυνος για τη σύνδεση του LIN με δίκτυα υψηλότερων επιπέδων όπως είναι το CAN. Ο δίαυλος LIN οργανώνει την πληροφορία

σε πλαίσια. Η κύρια εργασία έχει τον έλεγχο του διαύλου, αποφασίζει πότε και ποιο πλαίσιο θα μεταφερθεί, παρακολουθεί τη πληροφορία, το byte ελέγχου και κάνει έλεγχο σφαλμάτων ενώ η μη-κύρια εργασία καθορίζει την πληροφορία που θα μεταφέρει το κάθε πλαίσιο. Στην εικόνα 2.2 εμφανίζουμε τη τοπολογία του δικτύου LIN.

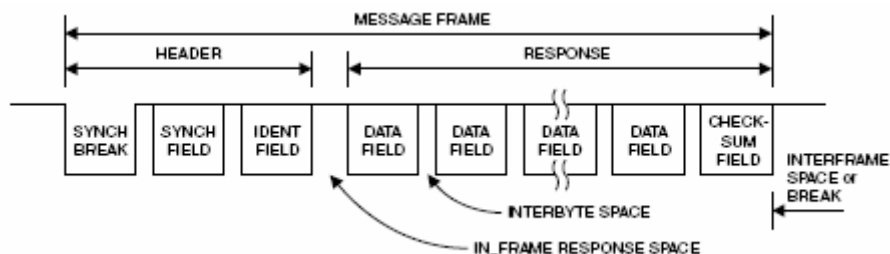
Εικόνα 2.2



Ο χρόνος που απαιτείται για κάθε πλαίσιο καθορίζεται από το χρόνο αποστολής του κάθε byte, το χρόνο απόκρισης και το χρόνο inter-byte. Ο χρόνος inter-byte είναι η περίοδος ανάμεσα στο τελευταίο bit του προηγούμενου byte και το πρώτο bit του επόμενου byte. Ο χρόνος ανάμεσα σε δυο πλαίσια ονομάζεται χρόνος inter-frame (Pora, Groza & Botas, 2006).

Όπως προαναφέραμε η πληροφορία οργανώνεται σε πλαίσια. Το πλαίσιο αποτελείται από την επικεφαλίδα, που καθορίζεται από την κύρια εργασία, και την απόκριση που καθορίζεται από τη κύρια και τη μη-κύρια εργασία. Το πλαίσιο περιλαμβάνει και τα ακόλουθα πεδία: Sync Break, Synch Field, Identifier Field, Data Field, Checksum Field (ATMEL, 2002). Η εικόνα 2.3 παρουσιάζει την οργάνωση του πλαισίου.

Εικόνα 2.3



Το πεδίο Sync Break ορίζει την αρχή του μηνύματος, αποστέλλεται από την κύρια εργασία και προετοιμάζει τη μη-κύρια εργασία για το επόμενο πεδίο. Το Sync Field περιέχει το απαιτούμενο σήμα για το συγχρονισμό του μη-κυρίου κόμβου με τη συχνότητα του κύριου (Master clock). Το Identifier Field περιέχει πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο και το μήκος του μηνύματος. Ένα πλαίσιο δεδομένων περιέχει από δύο μέχρι οκτώ Data Fields καθένα από τα οποία αποτελείται από δεδομένα μήκους οκτώ bits και οργανώνονται με βάση τη μη-κύρια εργασία. Εφόσον δεν υπάρχει εποπτεία διαύλου μόνο μια μη-κύρια εργασία μπορεί να αποκριθεί στον identifier. Το τελευταίο πεδίο είναι το Checksum Field

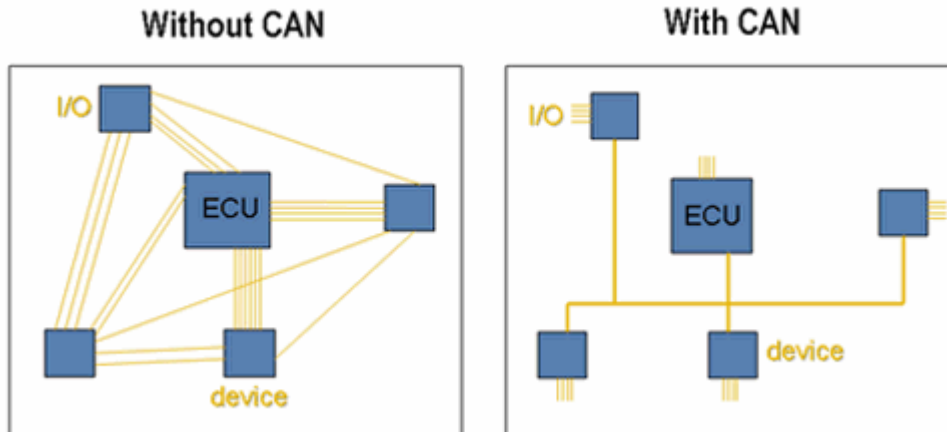
Το LIN είναι η πρώτη μορφή δικτύου που αναπτύχθηκε για τα οχήματα, λόγω όμως της χαμηλής ταχύτητας στη μετάδοση των δεδομένων κρίθηκε αναγκαία η ανάπτυξη ενός καινούργιου δικτύου, του δικτύου CAN, το οποίο και παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

2.2 CAN (Controller Area Network)

Το CAN, που αναπτύχθηκε από την εταιρία BOSCH στα μέσα της δεκαετίας του 1980, είναι ένα σειριακό πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιεί τοπολογία διαύλου και υποστηρίζει έλεγχο σε πραγματικό χρόνο με υψηλό επίπεδο ασφάλειας (Mahfoud, Al-Holou & Baroody, 2008). Οι εφαρμογές του ποικίλλουν από δίκτυα υψηλής ταχύτητας μέχρι χαμηλού κόστους καλωδίωση. Σε ένα όχημα οι μονάδες ελέγχου της μηχανής, τα ηλεκτρονικά και αντιολισθητικά συστήματα ενώνονται μέσω του CAN με ταχύτητα μέχρι 1Mbit/s. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες γρήγορα αφομοίωσαν το CAN και το 1993 έγινε διεθνές πρότυπο, γνωστό ως ISO 11898. Από το 1994 και έπειτα χρησιμοποιήθηκαν επιπλέον πρωτόκολλα όπως το CANopen και το DeviceNet.

Το CAN είναι ένα φθηνό και ανθεκτικό δίκτυο που επιτρέπει σε πολλές συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό πλεονέκτημα είναι ότι οι μονάδες ηλεκτρονικού ελέγχου (Electronic Control Units, ECUs) μπορούν να συνδεθούν μέσω της διεπαφής (interface) CAN, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το κόστος και το βάρος στα οχήματα. Κάθε συσκευή στο δίκτυο διαθέτει ένα τσιπ ελέγχου (CAN controller chip), βλέπει τα μηνύματα που αποστέλλονται και αποφασίζει αν είναι σχετικά ή όχι. Κάθε μήνυμα έχει προτεραιότητα σε σχέση με κάποιο άλλο, αν δυο κόμβοι εκπέμπουν ταυτόχρονα, αποστέλλεται πρώτα το μήνυμα του κόμβου με την υψηλότερη προτεραιότητα. Στην εικόνα 2.4 εμφανίζεται ένα σύστημα με και χωρίς τη χρήση του δικτύου CAN.

Εικόνα 2.4



Προκειμένου να επιτευχθεί η εύκολη σχεδίαση και η εύκολη εφαρμογή του, διαιρέθηκε σε τέσσερα επίπεδα, το επίπεδο εφαρμογής (application layer), το επίπεδο αντικειμένου (object layer), το επίπεδο μεταφοράς (transfer layer) και το φυσικό επίπεδο (physical layer) (Robert Bosch GmbH, 1991). Στην εικόνα 2.5 παρουσιάζουμε τα επίπεδα του προτύπου CAN.

Εικόνα 2.5

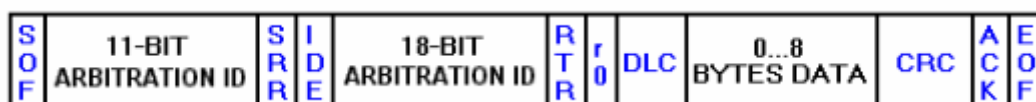
Application Layer
Object Layer - Message Filtering - Message and Status Handling
Transfer Layer - Fault Confinement - Error Detection and Signalling - Message Validation - Acknowledgment - Arbitration - Message Framing - Transfer Rate and Timing
Physical Layer - Signal Level and Bit Representation - Transmission Medium

Το επίπεδο αντικειμένου και το επίπεδο μεταφοράς κάνουν όλες τις υπηρεσίες που εκτελεί το επίπεδο συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων του μοντέλου OSI. Ο σκοπός του επιπέδου αντικειμένου είναι η επιλογή των μηνυμάτων που θα αποσταλούν, η επιλογή των μηνυμάτων που θα χρησιμοποιηθούν και προέρχονται από το επίπεδο μεταφοράς και τέλος αποτελεί συνδετικό κρίκο με το επίπεδο εφαρμογών (Robert Bosch GmbH, 1991).

Ο σκοπός του επιπέδου μεταφοράς είναι ο έλεγχος του πλαισίου, ο έλεγχος γενικά, η σήμανση και η απομόνωση των σφαλμάτων. Το επίπεδο μεταφοράς ελέγχει εάν ο δίαυλος είναι ελεύθερος για μετάδοση ή εάν υπάρχει ήδη εκπομπή. Τέλος ο σκοπός του φυσικού επιπέδου είναι η φυσική μεταφορά των bits μεταξύ των διάφορων κόμβων. Είναι λογικό ότι σε ένα δίκτυο το φυσικό επίπεδο είναι όμοιο για όλους τους κόμβους.

Η μεταφορά των δεδομένων σε ένα δίκτυο CAN γίνεται με τη μορφή πλαισίων. Η εικόνα 2.6 παρουσιάζει τη μορφή του πλαισίου(frame).

Εικόνα 2.6



Το δίκτυο CAN υποστηρίζει δυο διαφορετικούς τύπους πλαισίων, το βασικό τύπο (base frame format) και το διευρυμένο (extended frame format). Η μόνη διαφορά τους είναι στο μέγεθος του identifier. Στο βασικό τύπο έχει μέγεθος 11 bits ενώ στον διευρυμένο τύπο έχει μέγεθος 29 bits. Σύμφωνα με την εικόνα, το πλαίσιο αποτελείται από ένα bit εκκίνησης (SOF) και ένα bit τερματισμού (EOF), από τον identifier το μέγεθος του οποίου εξαρτάται από το τύπο του πλαισίου που

χρησιμοποιείται, από το RTR bit που διαχωρίζει το remote frame από το data frame, από τα δεδομένα μήκους 0 μέχρι 8 bytes, από ένα πεδίο 16 bit υπεύθυνο για τον εντοπισμό σφαλμάτων (CRC) και από το ACK bit η ύπαρξη του καθορίζει τη σωστή αποστολή του πλαισίου (Corrigan, 2008).

Το CAN διαχωρίζεται σε αρκετές κατηγορίες. Οι πιο γνωστές κατηγορίες είναι οι εξής:

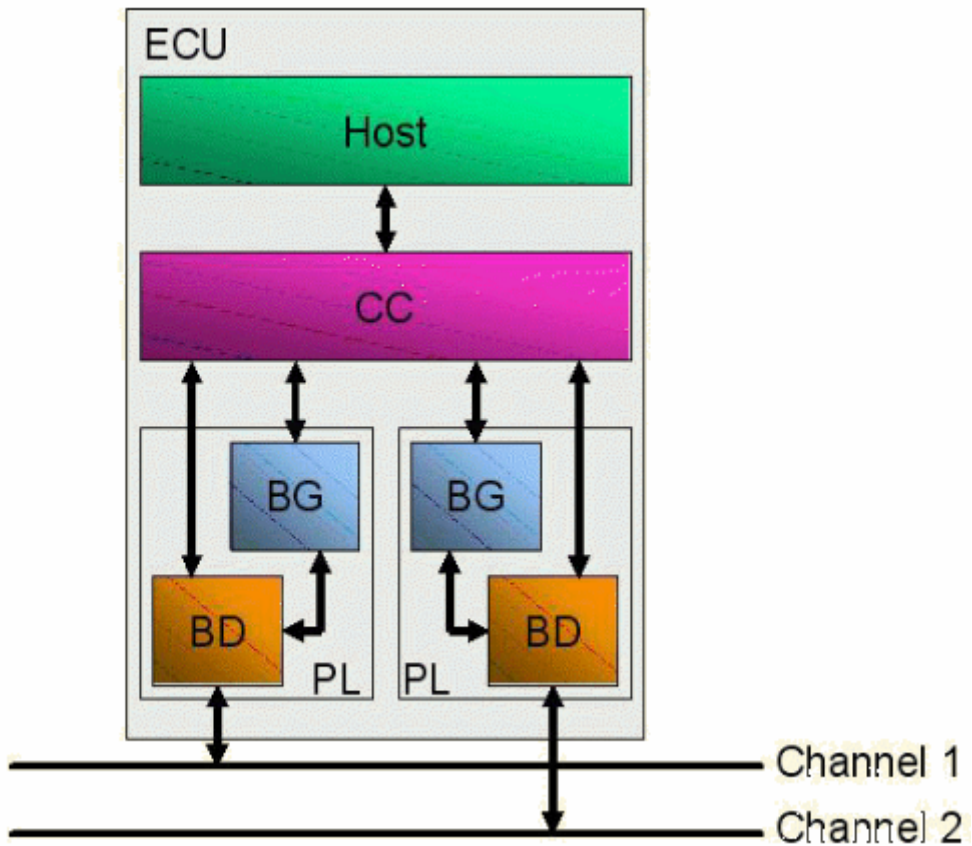
- **High-Speed CAN:** Τα συγκεκριμένα δίκτυα χρησιμοποιούν δυο καλώδια και η επικοινωνία γίνεται σε ταχύτητες μέχρι 1Mb/s (National Instruments, 2005). Άλλες ονομασίες είναι το CAN-C και ISO 11898-2. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι το σύστημα αντιολήσθησης, η μονάδα ελέγχου της μηχανής και το σύστημα εκπομπών αερίων.
- **Low-Speed/Fault-Tolerant CAN Hardware:** Χρησιμοποιούν για την υλοποίησή τους επίσης δυο καλώδια και η ταχύτητα μετάδοσης φτάνει μέχρι τα 125Kb/s (National Instruments, 2005). Επιπλέον ονομασίες είναι το CAN-B και ISO 11898-3. Στην αυτοκινητοβιομηχανία εφαρμόζονται στα καλώδια που υπάρχουν στις πόρτες καθώς και σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλό επίπεδο ασφάλειας.
- **Single-Wire CAN Hardware:** Η ταχύτητα μετάδοσης φθάνει μέχρι τα 33,3Kb/s (National Instruments, 2005). Άλλες ονομασίες είναι SAE-J2411, CAN-A και GMLAN. Σε ένα όχημα υπάρχουν σε απλές εφαρμογές όπως η ρύθμιση καθισμάτων και καθρεπτών.
- **Software-Selectable CAN Hardware:** Αποτελεί την ιδανική λύση για εφαρμογές που χρειάζονται συνδυασμό των προτύπων επικοινωνίας (National Instruments, 2005).

Στην ουσία το CAN αποτελεί το βασικό δίκτυο σε ένα όχημα και πάνω στο οποίο συνδέονται οι περισσότερες συσκευές. Οι εφαρμογές του είναι πολλές και παρουσιάζονται σε επόμενη ενότητα.

2.3 FlexRay

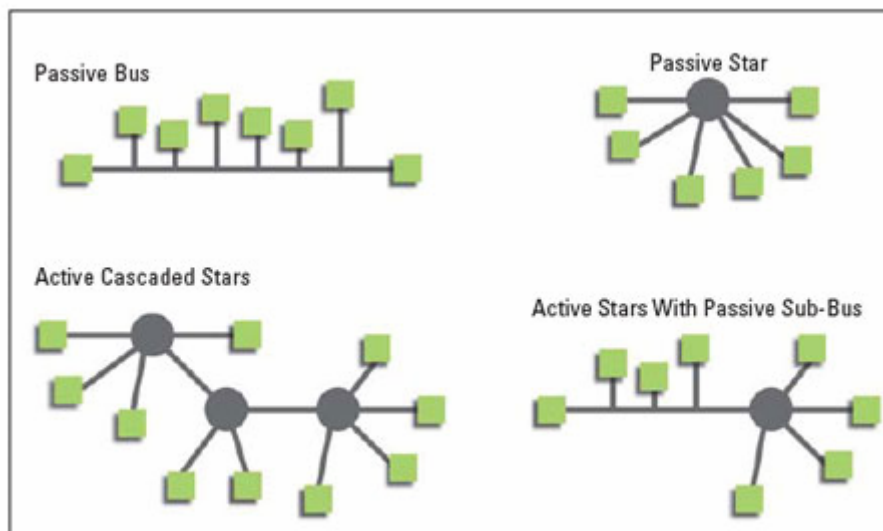
Η ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων ελέγχου άρχισε να θέτει όρια στο υπάρχον δίκτυο CAN, γεγονός που οδήγησε το 2000 τις εταιρίες BMW, Daimler Chrysler, Motorola, Bosch, General Motors και άλλες εταιρίες σε μια διεθνή εταιρική συνεργασία με σκοπό την ανάπτυξη ενός νέου και γρήγορου δικτύου, του FlexRay. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας αυτής ήταν η ανακοίνωση και η διάθεση στην αγορά το 2004 του προτύπου 'FlexRay Communications System Specifications Version 2.0'. Στα τέλη του 2005 το FlexRay αναβαθμίστηκε προσφέροντας δυο διαύλους επικοινωνίας με ταχύτητα μετάδοσης για τον καθένα 10Mb/s (Εικόνα 2.7).

Εικόνα 2.7



Το FlexRay είναι ένας γρήγορος, ανθεκτικός σε σφάλματα σειριακός διάυλος επικοινωνίας που υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης πάνω από 10Mb/s. Η τοπολογία του δικτύου ποικίλλει και μπορεί να έχει μια από τις εξής μορφές: passive bus, passive star, active cascaded stars και active stars with passive Sub-Bus (Shapiro, 2005). Η εικόνα 2.8 παρουσιάζει τις τοπολογίες του δικτύου.

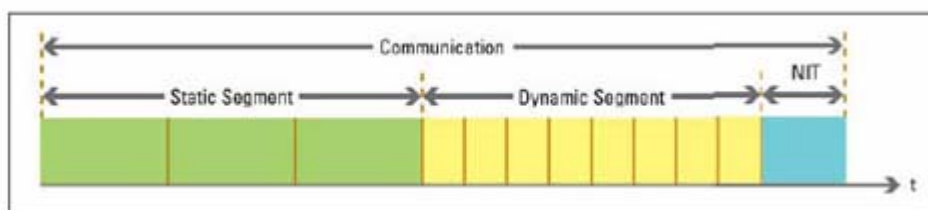
Εικόνα 2.8



Το συγκεκριμένο δίκτυο χρησιμοποιεί, όπως προαναφέραμε, δυο διαύλους για την επικοινωνία που χρησιμοποιούνται για καλύτερη μετάδοση των δεδομένων δίχως σφάλματα. Για να επιτευχθεί αυτό, το δίκτυο διαθέτει ένα προαιρετικό φύλακα (Bus Guardian) που απομονώνει τον ελεγκτή επικοινωνίας (Communication Controller) από το υπόλοιπο δίκτυο σε περίπτωση που κάποιος προσπαθεί να μπλοκάρει το δίαυλο. Για την υλοποίηση συγχρονισμένων εφαρμογών και τη βελτιστοποίηση του εύρους μετάδοσης, το δίκτυο χρησιμοποιεί κοινή ώρα (global time) (Shapiro, 2005). Η ρύθμιση της ώρας της ηλεκτρικής μονάδας ελέγχου γίνεται με τη βοήθεια ειδικών αλγορίθμων ελέγχου, με αποτέλεσμα όλοι οι κόμβοι να συγχρονίζονται με βάση μια κοινή ώρα.

Βασικό στοιχείο του FlexRay είναι ο κύκλος επικοινωνίας. Το παράθυρο χρόνου που ορίζει αποτελείται από ένα υποχρεωτικό στατικό τμήμα και ένα προαιρετικό δυναμικό τμήμα, το μήκος των οποίων ορίζεται από το σχηματισμό του δικτύου. Το στατικό τμήμα χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό μηνυμάτων βάση χρόνου και για συγχρονισμένη επικοινωνία. Τα μηνύματα που μεταφέρονται στο συγκεκριμένο τμήμα πρέπει να έχουν δημιουργηθεί πριν την έναρξη της επικοινωνίας και το πλήθος των δεδομένων που μεταφέρονται δεν πρέπει να υπερβαίνει το μήκος του στατικού τμήματος. Το δυναμικό τμήμα χρησιμοποιείται για μηνύματα που βασίζονται σε γεγονότα πραγματικού χρόνου και απαιτούν διαφορετικό εύρος μετάδοσης. Μέσα σε ένα δυναμικό τμήμα οι κόμβοι μεταδίδουν με σειρά προτεραιότητας που καθορίζεται από το ID του πλαισίου, όπως συμβαίνει και στο δίκτυο CAN. Στην εικόνα 2.9 παρουσιάζουμε τον κύκλο επικοινωνίας.

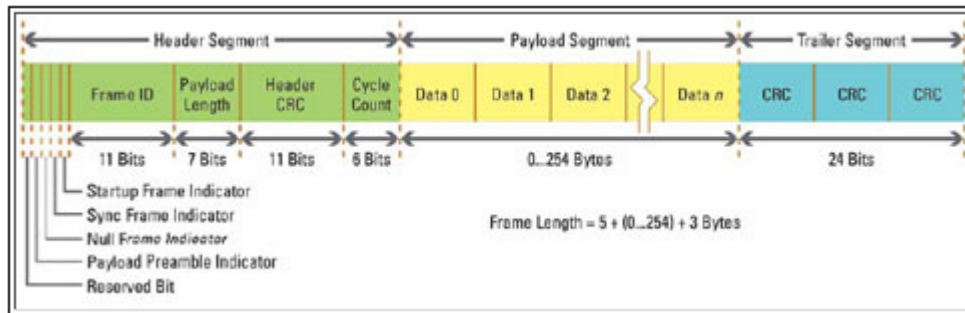
Εικόνα 2.9



Τα δεδομένα στο δίκτυο FlexRay μεταφέρονται με τη μορφή πλαισίου. Το πλαίσιο αποτελείται την επικεφαλίδα (Header), το κύριο μέρος (Payload) και την ουρά (Trailer). Η επικεφαλίδα (Header) περιλαμβάνει το Frame ID, το Payload Length, το Header CRC και το Cycle Count. Το Frame ID προσδιορίζει το πλαίσιο και δίνει προτεραιότητα σε πλαίσια που βασίζονται σε γεγονότα πραγματικού χρόνου. Το Payload Length περιλαμβάνει τον αριθμό των λέξεων που μεταφέρονται από το πλαίσιο. Το Header CRC προσπαθεί να εντοπίσει σφάλματα κατά τη διάρκεια της μεταφοράς. Τέλος, το Cycle Count διαθέτει ένα μετρητή που αυξάνεται κάθε φορά που ξεκινάει κάποιος κύκλος επικοινωνίας (Shapiro, 2005).

Το κύριο μέρος (Payload) περιλαμβάνει τα δεδομένα που μεταφέρονται από το πλαίσιο, ενώ το μέγεθος του μπορεί να είναι πάνω από 127 λέξεις, δηλαδή 254B, μεγαλύτερο κατά 30 φορές σε σύγκριση με το δίκτυο CAN. Η ουρά (trailer) διαθέτει τρεις 8-bit CRCs για τον εντοπισμό σφαλμάτων (Shapiro, 2005). Στην εικόνα 2.10 παρουσιάζουμε ένα πλαίσιο σε δίκτυο FlexRay.

Εικόνα 2.10

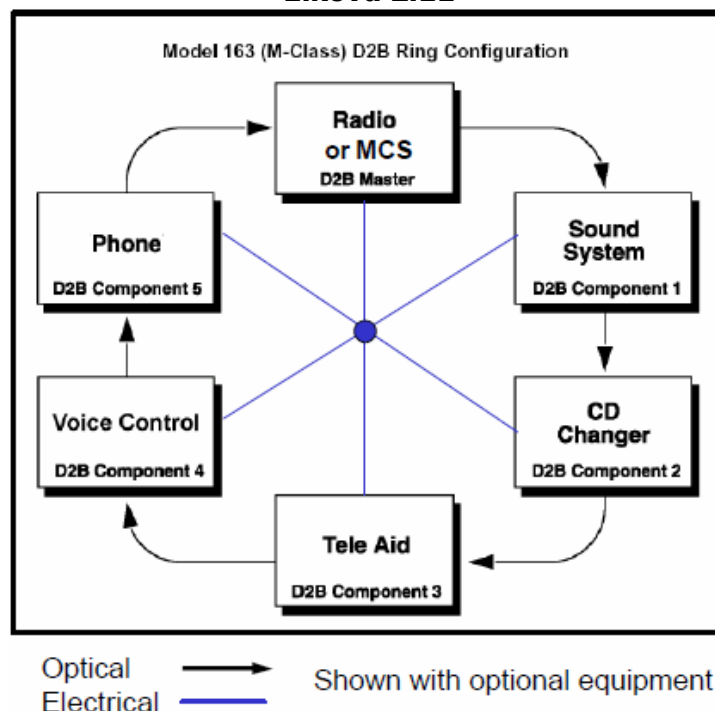


Παρόλο που το FlexRay πρόσφατα έγινε ευρέως γνωστό, έχει αρχίσει πλέον να θεωρείται de facto πρότυπο στα δίκτυα αυτοκινήτων, με αποτέλεσμα προϊόντα και εργαλεία του να χρησιμοποιούνται στις αυτοκινητοβιομηχανίες.

2.4 D2B (Digital Domestic Bus)

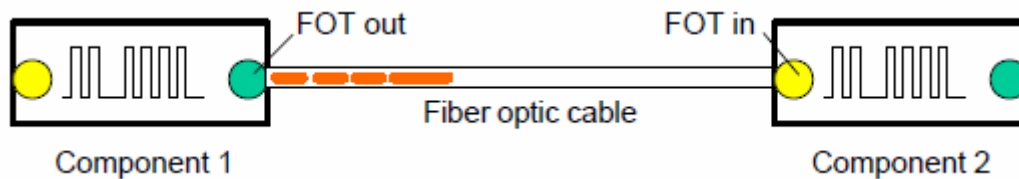
Το D2B είναι τα αρχικά για το Digital Domestic Bus και χρησιμοποιεί οπτικές ίνες για να μεταδίδει μηνύματα και να ελέγχει τα σήματα, δημιουργώντας έτσι ένα οπτικό δίκτυο. Στην ουσία είναι ένα ισόχρονο δίκτυο που χρησιμοποιεί πολυπλεξία διάρθρωσης χρόνου, συνδεδεμένο σε τοπολογία δακτυλίου (D2B/Smartwire Technology Overview, 2009), για να μεταδίδει τους τρεις τύπους δεδομένων, δηλαδή πηγαία δεδομένα (streaming audio), ασύγχρονα δεδομένα (real-time telematics) και δεδομένα ελέγχου. Η εικόνα 2.11 παρουσιάζει το δίκτυο.

Εικόνα 2.11



Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο από την αυτοκινητοβιομηχανία της Mercedes και λειτουργεί μετατρέποντας τα ηλεκτρικά σήματα σε οπτικά ή παλμούς. Τα σήματα στέλνονται στον επόμενο κόμβο με τη χρήση ενός πομποδέκτη οπτικών ινών (Fiber Optic Transceiver). Εν συνεχεία ο κόμβος μετατρέπει ξανά τα οπτικά σήματα σε ηλεκτρικά και είτε χρησιμοποιεί τα δεδομένα είτε τα μεταδίδει στον επόμενο κόμβο (Εικόνα 2.12) (Mercedes-Benz USA, LLC, 2004).

Εικόνα 2.12



Η χρήση οπτικών ινών βοηθούν το δίκτυο να είναι ανεπηρέαστο από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, να έχει βελτιωμένη ποιότητα σήματος, λιγότερες ηλεκτρικές συνδέσεις και η μεταφορά δεδομένων γίνεται σε ταχύτητα 5,6MB/sec, περίπου 11φορές πιο γρήγορο από το CAN C. Μειονεκτήματα είναι ότι οι οπτικές ίνες είναι εύθραυστες και πιθανές επισκευές είναι δύσκολες χωρίς τον απαραίτητο εξοπλισμό.

2.5 MOST (Media Oriented System Transport)

Το MOST χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία για τη διασύνδεση πολυμέσων. Αναπτύχθηκε από την ένωση αυτοκινητοβιομηχανιών, όπως η FORD, η BMW, η Daimler Chrysler και η General Motors, από προμηθευτές ηλεκτρικού εξοπλισμού, όπως η Bosch και η Hamamatsu και κατασκευαστές εικόνας-ήχου, όπως η Sony, η Philips και η Motorola.

Πρόκειται για ένα φθηνό δίκτυο που χρησιμοποιεί οπτικές ίνες για τη μεταφορά δεδομένων και υψηλής ποιότητας ήχου και εικόνας σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας μεγάλες ταχύτητες στη μεταφορά σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες φθάνοντας ακόμα και τα 150MBit/s. Βασίζεται στα επτά επίπεδα του μοντέλου ISO/OSI και συνήθως χρησιμοποιεί τοπολογία δακτυλίου ή τοπολογία αστέρα, περιλαμβάνοντας μέχρι 64 κόμβους. Η εικόνα 2.13 δείχνει τα επίπεδα.

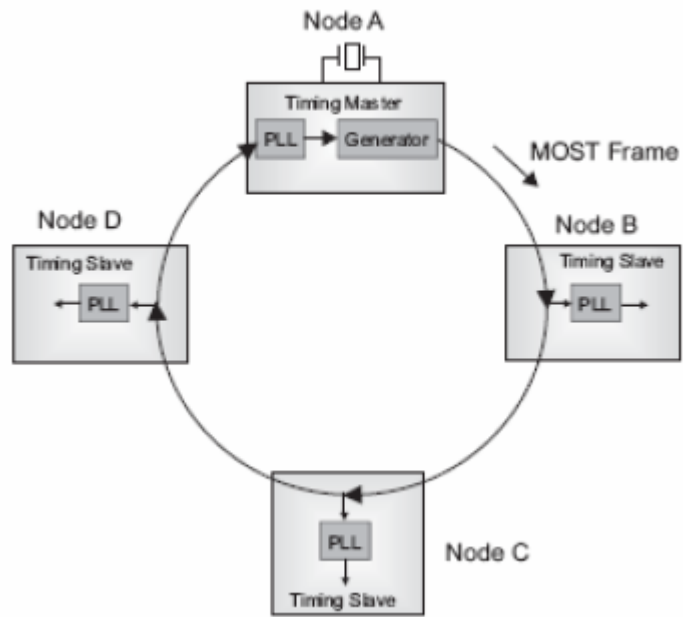
Εικόνα 2.13

No. of layer	ISO/OSI ref model	MOST protocol specification			
7	<i>Application</i>	Function Block	Function Block	Function Block	Stream Service
6	<i>Presentation</i>	Network Service Layer 2 (Application Socket)			
5	<i>Session</i>	Network Service Layer 1 (Basic Level)			
4	<i>Transport</i>				
3	<i>Network</i>				
2	<i>Data Link</i>	Low-level System Services			
1	<i>Physical</i>	Physical Layer			

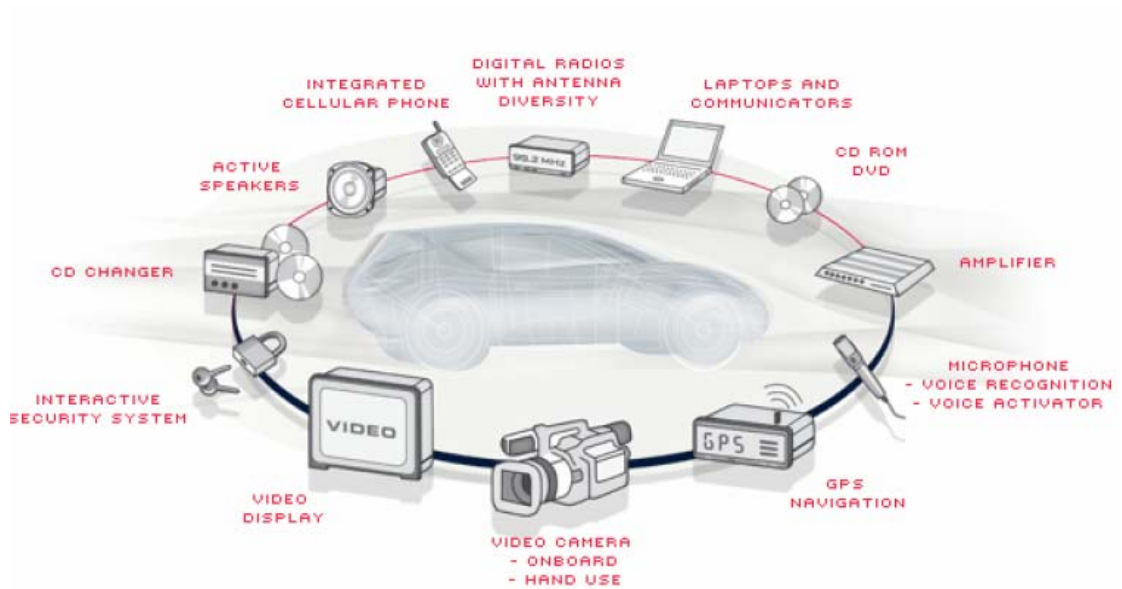
Το MOST διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες, το MOST25 που διαθέτει τρία κανάλια μετάδοσης (asynchronous, synchronous and control information) μέσω οπτικών ινών με ταχύτητες μέχρι 25MBit/s, το MOST50 που είναι πιο ευέλικτο στην εκχώρηση των καναλιών με ταχύτητες μετάδοσης μέχρι 50MBit/s με τη χρήση καλωδίων συνεστραμένου ζεύγους και τέλος το MOST150 που χρησιμοποιεί ισόχρονη μετάδοση σε συγχρονισμένο κανάλι για HDTV, με ταχύτητα μετάδοσης 150MBit/s ενώ το μέσο μετάδοσης είναι 100Base-T Ethernet (Strang & Rockl, 2008).

Το MOST λειτουργεί ως εξής: ένας κύριος κόμβος (timing master) μεταδίδει συνεχώς πλαίσια ενώ ο κάθε μη-κύριος κόμβος (timing slave) λαμβάνει το σήμα, συγχρονίζεται με τον κύριο, αναλύει το πλαίσιο, διεκπεραιώνει την πληροφορία, προσθέτει την πληροφορία στο πλαίσιο και μεταδίδει το πλαίσιο στον επόμενο κόμβο. Όταν το πλαίσιο φθάσει στον κύριο κόμβο, συγχρονίζεται και εκπέμπει το επόμενο πλαίσιο ανάλογα με το ρυθμό μετάδοσης. Το συνολικό εύρος του δικτύου είναι 60 M Baud. Στην εικόνα 2.14 παρουσιάζουμε τη λειτουργία του δικτύου ενώ στην εικόνα 2.15 φαίνονται οι εφαρμογές του MOST.

Εικόνα 2.14



Εικόνα 2.15



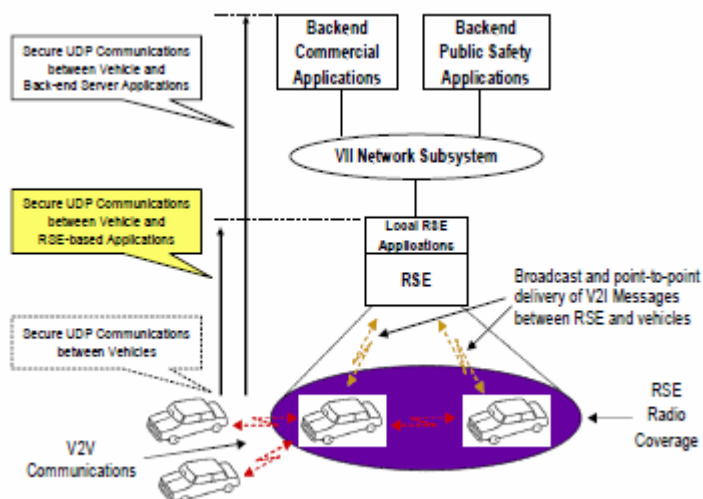
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Secure communication in vehicle networks

Η παροχή αξιόπιστης επικοινωνίας στα μεταφορικά μέσα είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Μηχανισμοί ασφαλείας είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν για πολλούς φορητούς κόμβους, για περιορισμένο εναέριο εύρος και για μια ασυνεχή, αναξιόπιστη διαδικτυακή σύνδεση. Προκειμένου να επιλυθεί το πρόβλημα αναπτύχθηκαν δυο πρωτόκολλα για ασφαλή επικοινωνία. Το πρωτόκολλο VDTLS (Vehicular Datagram Transport Layer) και το V-HIP (Vehicle Host Internet Protocol).

Τα εν λόγω πρωτόκολλα αναπτύχθηκαν για να παρέχουν ασφαλή επικοινωνία σε επίπεδο εθνικού οδικού δικτύου, που ονομάζεται Vehicle Integration Infrastructure (VII). Το VII, που σχεδιάστηκε στην Αμερική, προσφέρει ασφάλεια στο δρόμο και μειώνει τη κίνηση δίνοντας τη δυνατότητα στα οχήματα να επικοινωνούν είτε με μια «έξυπνη» υποδομή (V2I) είτε μεταξύ τους (V2V). Εφαρμογές του συστήματος συναντώνται στη πληρωμή διοδίων, στη πλοήγηση, στη ρύθμιση του ορίου ταχύτητας, στην προειδοποίηση σχετικά με την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Τα βασικά στοιχεία του είναι ένας on-board εξοπλισμός (OBE), μια δικτυακή υποδομή με πολλά σημεία πρόσβασης (RSE) και τέλος πολυάριθμες εφαρμογές συνήθως με κάποιο πελάτη (client) που εκτελείται στο OBE και κάποιο εξυπηρετητή (server) που βρίσκεται στο RSE (Pietrowicz, Shim, Di Crescenzo & Zhang, 2008). Η εικόνα 3.1 παρουσιάζει τη δομή του VII.

Εικόνα 3.1



Το VII έχει ως στόχο τη μετάδοση δεδομένων ασύρματα για την εξυπηρέτηση και την παροχή ασφάλειας στα μεταφορικά μέσα. Επειδή η συνδεσιμότητα δεν είναι συνεχής και έχει μικρή χρονική διάρκεια η ασφάλεια των επικοινωνιών απαιτεί αποδοτικότητα εύρους, δηλαδή μείωση του αριθμού των μηνυμάτων και των bytes που ανταλλάσσονται, ασφαλή UDP επικοινωνία εξαιτίας της ευρείας χρήσης του ως πρωτόκολλο μεταφοράς για τη γρήγορη διεκπεραίωση των συναλλαγών, αμοιβαία πιστοποίηση τόσο του πελάτη (client) όσο και του εξυπηρετητή (server) με τη χρήση κρυπτογράφησης και τέλος μυστικότητα, επειδή οι περισσότερες εφαρμογές στα

vehicle networks απαιτούν ανταλλαγή δεδομένων τόσο μεταξύ των οχημάτων όσο και μεταξύ οχημάτων και δικτύου με αποτέλεσμα η διαφύλαξή τους να κρίνεται αναγκαία. Το VII χρησιμοποιεί επτά κανάλια, συχνότητας 10Mhz, από τα οποία το ένα μεταδίδει μηνύματα και υπηρεσίες, ενώ τα υπόλοιπα κανάλια παρέχουν υπηρεσίες ασφάλειας. Η ταχύτητα μετάδοσης φθάνει τα 27Mbs. Για την υλοποίηση του αναπτύχθηκαν δυο πρωτόκολλα σε επίπεδο εφαρμογών, το VDTLS και το V-HIP.

Το VDTLS σχεδιάστηκε προκειμένου να εξασφαλίσει ασφαλής UDP επικοινωνίες στα μεταφορικά μέσα. Το συγκεκριμένο πρωτόκολλο χρησιμοποιεί την ελεύθερη μορφή του IBE (Identity Based Encryption) και ελέγχει δεδομένα που χρησιμοποιούνται από on-board εφαρμογές και αποτελούν ταυτόχρονα γνωρίσματα εξυπηρετητών του συστήματος VII (Pietrowicz, Shim, Di Crescenzo & Zhang, 2008). Το IBE είναι ένας τύπος δημοσίου κλειδιού για κρυπτογράφηση επιτρέποντας όμως τη χρήση αυθαίρετων αλφαριθμητικών, όπως η IP address ή το e-mail address, ως δημόσιο κλειδί του παραλήπτη.

Πιο συγκεκριμένα, σε ένα σύστημα VII που χρησιμοποιεί το δίκτυο DSRC (Dedicated Short-Range Communication) για επικοινωνία, το RSE μεταδίδει με ασφάλεια την IP address και τον αριθμό θύρας κάθε υπηρεσίας που είναι διαθέσιμη στο συγκεκριμένο δίκτυο. Το πρωτόκολλο επιτρέπει στην εφαρμογή-πελάτη της υπηρεσίας να χρησιμοποιήσει το ίδιο δημόσιο κλειδί IBE με την εφαρμογή-εξυπηρετητή της ίδιας υπηρεσίας. Με αυτό τον τρόπο κάθε εφαρμογή –πελάτη μπορεί εύκολα να πληροφορηθεί το δημόσιο γνώρισμα της εφαρμογής-εξυπηρετητή ακόμα και αν η διεύθυνση του εξυπηρετητή αλλάξει καθώς το όχημα μετακινείται από τη μια RSE ζώνη στην άλλη.

Το δεύτερο πρωτόκολλο είναι το V-HIP που χρησιμοποιείται στην ηλεκτρονική πληρωμή και στη πλοήγηση, σε αντίθεση με το VDTLS που είναι ιδανικό σε πληρωμές διοδίων. Το V-HIP εισάγει την ιδέα των εικονικών δρομολογητών προκειμένου να ελέγχει την μετάδοση σε μια ολόκληρη περιοχή, έτσι κάθε περιοχή διαθέτει πολλούς εικονικούς δρομολογητές αλλά στα υψηλότερα επίπεδα φαίνεται σαν να υπάρχει ένας δρομολογητής. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται η κίνηση του δικτύου καθώς και οι αποθηκευτικές απαιτήσεις των δρομολογητών, ενώ παρέχεται αυξημένη ευρωστία και αποφεύγονται οι διπλοτυπίες στη μετάδοση των πακέτων. Το V-HIP επιτρέπει ανώνυμη επικοινωνία ανάμεσα σε κάθε OBE, καθώς και κρυπτογράφηση μηνύματος και πιστοποίηση για ασύρματη σύνδεση.

Με λίγα λόγια, τα δυο πρωτόκολλα σχεδιάστηκαν για να παρέχουν IPv6-based κρυπτογραφήσεις ανάμεσα σε on-board εξοπλισμό (OBE) και παρόχους δικτυακών υπηρεσιών. Παρόλα αυτά, τα πρωτόκολλα πρέπει να βελτιωθούν και να υποστηρίξουν την εγκατάσταση πολλών και ταυτόχρονων συνδέσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εφαρμογές των vehicle-networks

4.1 Συστήματα ασφάλειας οχημάτων

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα παρουσιάσουμε κάποιες από τις εφαρμογές που έχουν τα vehicle networks. Είναι γνωστό πως οι ζώνες και οι αερόσακοι αποτελούν τα πιο συνηθισμένα συστήματα ασφαλείας σε ένα όχημα. Βέβαια όλα αυτά ξεκίνησαν όταν κάποια οχήματα της Mercedes απέτυχαν σε ορισμένα τέστ. Η Bosch ανέπτυξε το Electronic Stability Program (ESP) και εν συνεχεία το Electronic Stability Control (ESC), το οποίο μπορεί να εντοπίσει ασταθές οδηγικές συμπεριφορές, βοηθώντας αυτόματα τον οδηγό να επανακτήσει τον έλεγχο του αυτοκινήτου. Το σύστημα συγκρίνει τη πορεία του οδηγού με την πορεία του οχήματος χρησιμοποιώντας συστήματα ανίχνευσης τα οποία μετρούν τη ταχύτητα, τη γωνία του τιμονιού και τη πλευρική επιτάχυνση. Τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι διαθέσιμα στις ηλεκτρονικές μονάδες ελέγχου (ECUs) που επικοινωνούν μέσω του δικτύου CAN και δίνουν τη δυνατότητα στο σύστημα να σταθεροποιήσει το όχημα. Μια άλλη εταιρία, η Continental, ανέπτυξε το δικό της σύστημα που το ονόμασε ESCII και το οποίο παρακολουθεί και ελέγχει τις λειτουργίες του τιμονιού. Σύμφωνα με έρευνες το ESC μειώνει τα θανατηφόρα ατυχήματα κατά 43%. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει εφαρμοστεί ως πρότυπο σε αρκετά μεσαίας και μεγάλης τάξης αυτοκίνητα, αλλά ακόμα δεν εφαρμόζεται στα λεγόμενα compact cars.

4.2 Συστήματα αποφυγής ατυχημάτων

Μια ακόμη εφαρμογή είναι τα συστήματα αποφυγής ατυχημάτων. Η Bosch ανέπτυξε το adaptive cruise control (ACC). Το συγκεκριμένο σύστημα ενεργοποιείται σε ταχύτητες πάνω από 30Km/h και είναι ημιαυτόνομο καθώς ο οδηγός μπορεί ανά πάσα στιγμή να αποκτήσει τον έλεγχο του αυτοκινήτου. Η BMW ονόμασε το δικό της σύστημα ConnectedDrive, και ενημερώνει τον οδηγό για αυτοκίνητα που κινούνται πιο γρήγορα ενώ ακόμα τον ενημερώνει σε περίπτωση που παρεκκλίνει από τη λωρίδα. Η Continental ανέπτυξε το Full Range ACC system το 2005 και το οποίο χρησιμοποιήθηκε στη Mercedes-Benz S-Class. Το συγκεκριμένο σύστημα βοηθάει τον οδηγό να κρατάει ασφαλή απόσταση από το προπορευόμενο όχημα. Ενώ στα προηγούμενα συστήματα ο οδηγός έπρεπε να ανακτήσει τον έλεγχο του οχήματος όταν η ταχύτητα έπεφτε κάτω από τα 30Km/h, στο εν λόγω σύστημα υπάρχει ενσωματωμένο ένα σύστημα που ονομάζεται Active Distance Support (ACDIS) και δικτυώνει τους αισθητήρες απόστασης με το γκάζι. Η συγκεκριμένη τεχνολογία αναπτύχθηκε μαζί με την AB Elektronik (Εικόνα 4.3).

Επιπλέον η Siemens δημιούργησε το VDO που ενημερώνει για την απόσταση από το προπορευόμενο όχημα με τη βοήθεια αισθητήρων ραντάρ. Η ταχύτητα μειώνεται αυτόματα προκειμένου να διατηρηθεί η απόσταση. Το σύστημα λειτουργεί και σε περιπτώσεις ομίχλης και χρησιμοποιείται σε middle-class και compact cars.

Στην ουσία τα συστήματα ACC δεν μειώνουν μόνο τα ατυχήματα αλλά εξοικονομούν και ενέργεια. Μειώνουν, ακόμα, τη κατανάλωση καυσίμου επειδή μπορούν να ελέγχουν τη κίνηση και να ελαττώνουν ανάλογα την ταχύτητα του

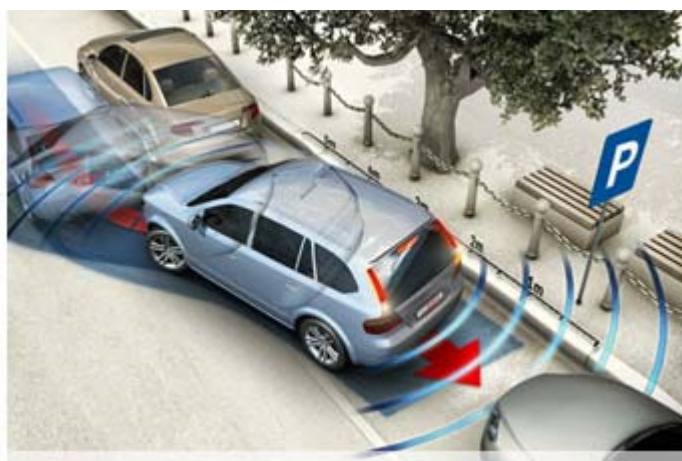
οχήματος. Ο συνδυασμός του ACC και του ESC βελτιώνει την απόδοση του ACC. Το ESC μπορεί να αυξήσει την επιβράδυνση του οχήματος, χωρίς να θέσει σε κίνδυνο τη σταθερότητα του, προκειμένου να αποφευχθεί κάποια σύγκρουση. Όλα τα δεδομένα που απαιτούνται διέρχονται μέσω του δικτύου CAN.

Η Bosch προκειμένου να αποτρέψει τις συγκρούσεις σχεδίασε το Predictive Brake Assist (PBA), το οποίο χρησιμοποιήθηκε το 2005 στο Audi A6. Το συγκεκριμένο σύστημα βοηθάει τον οδηγό σε κρίσιμες καταστάσεις, όπως είναι μια πιθανή σύγκρουση, επιβραδύνοντας το όχημα και τεντώνοντας ακόμα και τις ζώνες ασφαλείας. Η ολοκλήρωση της σχεδίασης του υπολογίζεται το 2010. Εταιρίες όπως η Mercedes και η Honda έχουν αποτύχει μέχρι στιγμής στη σωστή εφαρμογή τέτοιων συστημάτων, και αυτό οφείλεται κυρίως στο λογισμικό των εφαρμογών το οποίο πρέπει να διορθωθεί ή ακόμα και να επανασχεδιαστεί.

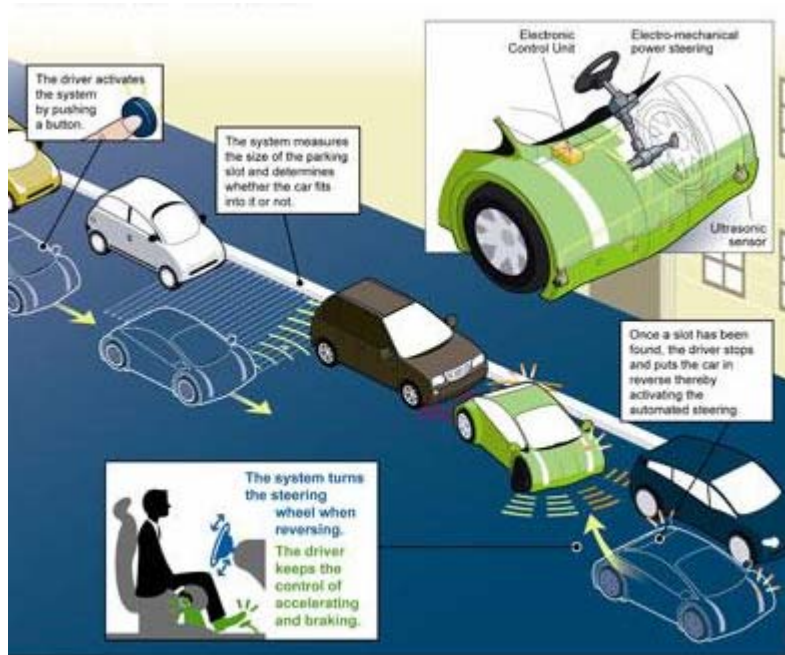
4.3 Συστήματα βοήθειας στάθμευσης

Τα συστήματα βοήθειας στάθμευσης (parking assistance systems) χρησιμοποιούν υπερηχητικούς αισθητήρες που βρίσκονται στα πλαϊνά του οχήματος και μετρούν το μήκος και το πλάτος της ελεύθερης θέσης στάθμευσης αλλά και την απόσταση από τα υπόλοιπα οχήματα. Το σύστημα υπολογίζει την απαιτούμενη κλίση του τιμονιού και ενημερώνει τον οδηγό είτε φωνητικά είτε ηχητικά. Σε πιο ανεπτυγμένα συστήματα το τιμόνι χειρίζεται από το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου του οχήματος, το οποίο προϋποθέτει επικοινωνία και με τα υπόλοιπα υποσυστήματα.

Εικόνα 4.1



Εικόνα 4.2



Εικόνα 4.3



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη συγκεκριμένη εργασία παρουσιάσαμε τα δίκτυα που χρησιμοποιούνται μέσα σε ένα όχημα και μπορούν να διευκολύνουν την οδηγική συμπεριφορά του οδηγού, τα πρωτόκολλα VDTLS και V-HIP προκειμένου να έχουμε ασφαλείς ασύρματες επικοινωνίες και τέλος δώσαμε ορισμένα παραδείγματα-συστήματα που βρίσκουν εφαρμογή τα vehicle networks.

Το βασικό δίκτυο του οχήματος είναι το CAN που χρησιμοποιεί όμως χαμηλές ταχύτητες για τη μετάδοση των δεδομένων. Για το λόγο αυτό οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσπαθούν συνεχώς να αναπτύξουν καινούργια δίκτυα τα οποία θα προσφέρουν καλύτερες υπηρεσίες στον οδηγό, γεγονός που καταδεικνύει, στα πλαίσια και του ανταγωνισμού, ότι θα υπάρχει συνεχής ανάπτυξη δικτύων και προτύπων στο μέλλον. Το εν λόγω δίκτυο, όπως και τα υπόλοιπα δεν παρέχουν την ανάλογη ασφάλεια ούτε και αξιόπιστη επικοινωνία. Επομένως βασικό ρόλο διαδραματίζει η διαχείριση του δικτύου να γίνεται από το εργοστάσιο παραγωγής του οχήματος χωρίς να υπάρχει η δυνατότητα να επέμβει είτε ο οδηγός είτε κάποιος τρίτος προκειμένου να αλλάξει τις ρυθμίσεις.

Όσον αφορά την επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων καθώς και μεταξύ οχημάτων και «έξυπνων» υποδομών είναι σημαντικό να παρέχεται επαρκής ασφάλεια. Μπορεί να έχουν αναπτυχθεί πρωτόκολλα, όπως το VDTLS, αλλά πάντα υπάρχει ο κίνδυνος εισχώρησης κακόβουλων στοιχείων στο δίκτυο και την πρόκληση δυσμενών αποτελεσμάτων στον οδηγό. Επομένως είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην ασύρματη επικοινωνία να παρέχεται πιστοποίηση του χρήστη καθώς και το σύστημα κρυπτογράφησης που θα ακολουθηθεί να είναι δύσκολο να παραβιαστεί, ώστε να αποφεύγεται η πιθανή παρακολούθηση και αναγνώριση του οχήματος από τρίτους.

Τέλος, αποτελεί καινοτομία η δημιουργία ηλεκτρικών vehicle networks τα οποία θα λειτουργούν με ηλεκτρική ενέργεια, ενώ ακόμα θα ήταν ενδιαφέρον η δυνατότητα κάποιο προπορευόμενο όχημα να «ενημερώνει» τα υπόλοιπα οχήματα που ακολουθούν για τις συνθήκες που επικρατούν στο οδικό δίκτυο, όπως είναι η ύπαρξη ατυχήματος ή ολισθηρότητας του δρόμου σε κάποια σημεία ώστε οι οδηγοί να είναι πιο προσεκτικοί όταν θα πλησιάζουν. Βέβαια τα παραπάνω υπάρχουν σαν σκέψεις αλλά ακόμα δεν έχουν εφαρμοστεί στην πράξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΑΡΘΡΑ

- [1] National Instruments Corporation 2005, Controller Area Network (CAN) Interfaces.
- [2] Robert Bosch GmbH 1991, 'CAN Specification Version 2.0', Stuttgart.
- [3] Mercedes-Benz USA, LLC, 2004, Domestic Digital Bus (D2B).
- [4] Popa, M., Groza, V. & Botas, A. 2006, 'Lin Bus Testing Software', IEEE CCECE/CCGEI, Ottawa.
- [5] Motorola 2009, Lin Protocol description.
- [6] Mahfoud, M., Al-Holou, N. & Baroodly, R. 2008, 'Next Generation Vehicle Network: Web Enabled', Detroit, MI, USA.
- [7] Shagdar, O., Shirazi, N., Tang, S., Suzuki, R. & Obana S. 2008, 'Reliable Cut-Through Forwarding for Inter-Vehicle Networks, IEICE/IEEE Joint Special Section on Autonomous Decentralized Systems Theories and Application Deployments.
- [8] ATMEL 2002, AVR308: Software Lin Slave, San Jose, CA.
- [9] Shields, C., Garcia-Luna-Aceves, J.J. 1998, 'The HIP Protocol for Hierarchical Multicast Routing', Santa Cruz, CA.
- [10] Pietrowicz, S., Shim, H., Di Crescenzo, G. & Zhang, T. 2008, 'VDTLS - Providing Secure Communications in Vehicle Networks', Piscataway, New Jersey.
- [11] Strang, T., Rockl, M. 2008/2009, 'Vehicle networks: Multimedia protocols', Innsbruck.
- [12] Whyte, W. 2008, ' Vehicle Security in VII', SeVeCom Workshop, Lausanne.

ΠΗΓΕΣ ΑΠΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- [13] CAN in Automation (CiA) 2009, ' CAN-based in-vehicle networks', Available at: <http://www.can-cia.org/index.php?id=228>
- [14] Communication & Control Electronics 2009, 'D2B/SMARTwireX Technology Overview', http://www.candc.co.uk/d2b_smartwirex/tech_overview/

- [15] Shapiro, J. 2005, 'FlexRay: The Next Generation In-Vehicle Networks',
<http://archive.evaluationengineering.com/archive/articles/0305/0305flexray.asp>
- [16] Intel Corporation 2005, 'Introduction to In-Vehicle Networking', Available at:
<http://www.intel.com/design/mcs96/papers/autolxbk.htm>
- [17] openPR 2007, 'MOST Cooperation Presents MOST50 Allowing Electrical Implementations', Available at:
<http://www.openpr.com/news/57568/MOST-Cooperation-Presents-MOST50-Allowing-Electrical-Implementations.html>