



University of Macedonia
Master Information Systems
Networking Technologies
Professors: A.A. Economides & A. Pomportsis



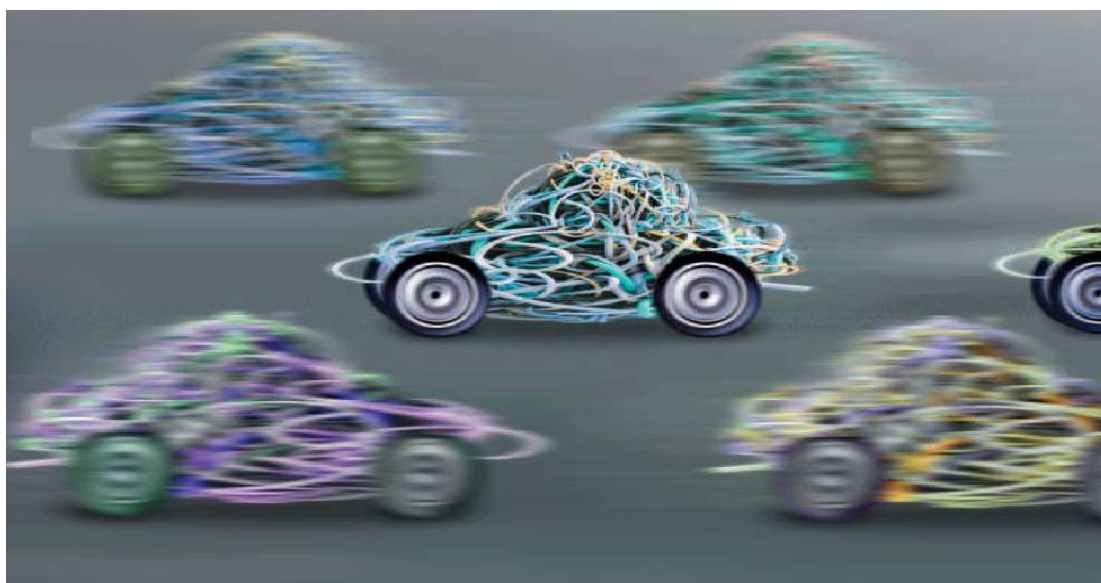
SUBJECT: VEHICLE NETWORKS

STUDENT: PELITIS KONSTANTINOS
N.R.: 03/05

THESSALONIKI
JANUARY 2005



Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
ΠΜΣ Πληροφορικά Συστήματα
Τεχνολογίες Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων
Καθηγητές: Α.Α. Οικονομίδης & Α. Πομπόρτσης



ΘΕΜΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ : VEHICLE NETWORKS

Φοιτητής: Πελίτης Κωνσταντίνος
A.M.: 03/05

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2005

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια ραγδαία αύξηση των υπολογιστικών συστημάτων που εγκαθίστανται στα οχήματα. Τα συστήματα αυτά έχουν την δυνατότητα να επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με υπολογιστικά συστήματα σε άλλα οχήματα ή με το διαδίκτυο. Στόχος τους είναι η αύξηση του επιπέδου ασφάλειας των οδηγών και η παροχή περισσότερων δυνατοτήτων ψυχαγωγίας μέσα στο αυτοκίνητο για τον οδηγό και τους συνεπιβάτες. Ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι αυτοκινητοβιομηχανίες είναι ο τρόπος διασύνδεσης αυτών των συστημάτων και η όσο το δυνατόν καλύτερη λειτουργία τους καθώς μια πιθανή βλάβη σε συστήματα που επηρεάζουν την ασφάλεια του αυτοκινήτου μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τον οδηγό. Στην εργασία μας θα παρουσιάσουμε μερικά δίκτυα που έχουν αναπτυχθεί για την διασύνδεση συστημάτων πάνω σε οχήματα (LIN, CAN, FLEXRAY). Ακόμα θα αναλύσουμε το πρόβλημα σχετικά με το επίπεδα πρόσβασης που προκύπτει στα δίκτυα αυτά (αυτοκινητοβιομηχανία, κάτοχος οχήματος, οδηγός) και θα παρουσιάσουμε ένα σύστημα διαχείρισης πληροφοριών σε μηχανοκίνητα μέσα (CIVSN) που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τέλος, θα αναφέρουμε κάποια πρωτόκολλα για την επικοινωνία των δικτύων σε οχήματα.

OVERVIEW

The last years is observed a rapid increase of calculating systems that is installed in the vehicles. These systems have the capability of communicating between them but also with calculating systems in other vehicles or with the Internet. Their objective is the increase of level of safety of drivers and the provision of more chances of entertainment in the car for the driver and the fellow-passengers. Very serious problem that face the car industries is the way of interconnection of systems and their best operation, because damage in systems will influence the safety of car and can place in danger the driver. In our work we will present certain networks that have been developed for the interconnection of systems in vehicles (LIN, CAN, FLEXRAY). Still we will analyze the problem which arise in point of the levels of access in this networks (car industry, holder of vehicle, driver) and will present a system of management of information in vehicles (CIVSN) that it is used in the United States. Finally, we will report certain protocols on the communication of networks in vehicles.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	Eισαγωγή	7
2.	In – Vehicle networks	8
	2.1 LIN (Local – Interconnect networks)	8
	2.2 CAN (Controller – Area Network)	11
	2.3 FlexRay	15
3.	Vehicle network and firewalls	17
4.	Intelligent vehicle networks : Η Αρχιτεκτονική	20
5.	Εμπορικά δίκτυα και συστήματα διαχείρισης πληροφοριών σε μηχανοκίνητα μέσα (CIVSN)	20
	5.1 Σχεδιασμός του CIVSN	22
	5.1.1 Τεχνολογίες ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων	22
	5.1.2 Συστήματα ηλεκτρονικών οθονών	23
	5.1.3 Συστήματα παροχής Ηλεκτρονικών πιστοποιητικών	23
6.	Πρωτόκολλα	24
	6.1 Sensor Inter-Vehicle Communication Protocol (SICOMM)	24
	6.2 Inter-Vehicle Communication Protocols	25

7. Συμπεράσματα

26

CONTENT

1. Import	7
2. In – Vehicle networks	8
2.1 LIN (Local – Interconnect networks)	8
2.2 CAN (Controller – Area Network)	11
2.3 FlexRay	15
3. Vehicle network and firewalls	17
4. Intelligent vehicle networks: The Architectural	20
5. Commercial networks and systems of management of information in vehicles (CIVSN)	20
5.1 Design of CVISN	22
5.1.1 Technologies of secure transport given	22
5.1.2 Systems of electronic screens	23
5.1.3 Systems of benefit of Electronic certificates	23
6. Protocols	24

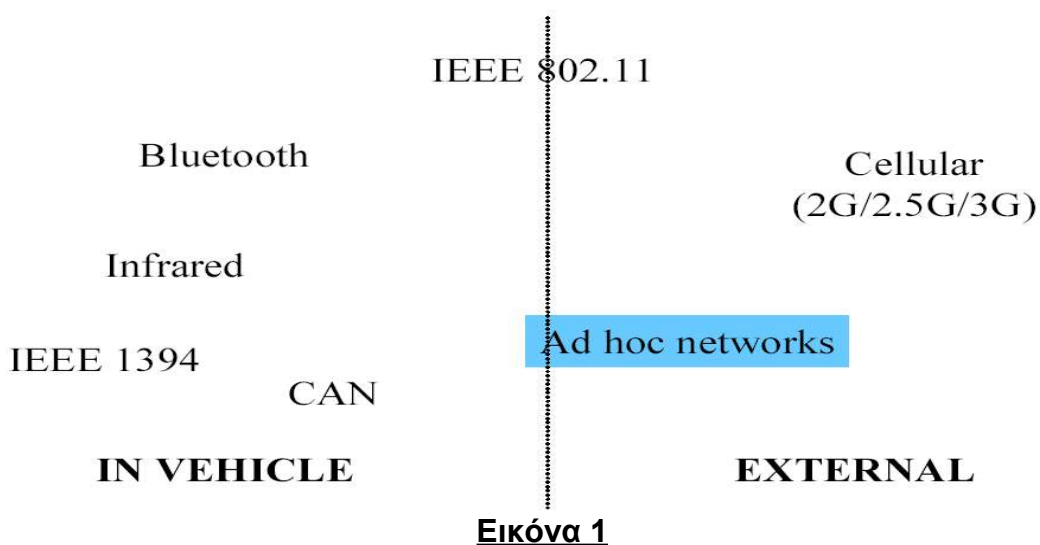
6.1 Sensor Inter-Vehicle Communication Protocol (SICOMM) 246.2 Inter - Vehicle Communication Protocols257. Conclusion26**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Στο άμεσο μέλλον τα οχήματα προβλέπεται να αποτελούν ένα αρκετά μεγάλο μέρος του διαδικτύου, είτε ως τερματικά σε κινητό δίκτυο, είτε ως κόμβοι σε ένα δίκτυο είτε ως κινούμενοι αισθητήρες που θα παρέχουν πληροφορίες για το περιβάλλον, την κατάσταση του αυτοκινήτου, την μεταφορά βίντεο κ.α.. Οι επικοινωνίες σε ένα αυτοκίνητο μπορούν να πραγματοποιούνται ανάμεσα σε συσκευές του οχήματος. Αυτές μπορεί να βρίσκονται κάτω από το καπό του αυτοκινήτου (φρένα, μετάδοση, μηχανή,...) ή στην καμπίνα των επιβατών (πίνακας οργάνων, ζώνες ασφαλείας, αερόσακοι, ...). Ακόμα μπορούμε να έχουμε κινητές συσκευές όπως ένα φορητό υπολογιστή ή έναν palmtop. Τέλος υπάρχουν και οι εξωτερικές επικοινωνίες όπως είναι το ραδιόφωνο, τα συστήματα εντοπισμού θέσης, υπολογισμού απόστασης ή παροχή πληροφορίας για την κίνηση και τα συστήματα για πρόσβαση στο ίντερνετ. Έχει ξεκινήσει λοιπόν μια εντατική προσπάθεια ανάπτυξης δικτύων, πρωτοκόλλων και εφαρμογών για την καλύτερη λειτουργία των δικτύων μέσα σε ένα όχημα αλλά και για την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ κινούμενων οχημάτων.

Με την ανάπτυξη αυτών των δικτύων οι κατασκευαστές επιδιώκουν να αυξήσουν θεαματικά τα επίπεδα ασφάλειας, αξιοπιστίας και άνεσης. Πρόσφατα έχουν παρουσιαστεί πειραματικά μοντέλα αυτοκινήτων που διορθώνουν αυτόματα την πορεία τους με στόχο την αποφυγή ατυχήματος ή μειώνουν την ταχύτητα του οχήματος λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης. Το μέγεθος των ηλεκτρονικών συστημάτων που εγκαθίστανται σε ένα όχημα αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς. Προσπαθούν λοιπόν οι κατασκευαστές να αναπτύξουν τα κατάλληλα δίκτυα για την σύνδεση αυτών των συστημάτων. Βέβαια υπάρχουν κάποιες διαφορές που έχουν τα δίκτυα αυτά με τα δίκτυα που χρησιμοποιούνται για την διασύνδεση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Για παράδειγμα, οι εφαρμογές που σχετίζονται με την ασφάλεια του οχήματος έχουν απαιτήσεις πραγματικού χρόνου. Ένα μήνυμα υψηλής προτεραιότητας πρέπει να μεταδοθεί αμέσως. Όταν φρενάρουμε, τα δεδομένα πρέπει να μεταφέρονται από το πεντάλ του φρένου στο υπόλοιπο σύστημα φρεναρίσματος χωρίς καθυστέρηση και χωρίς την παραμικρή απώλεια. Ακόμα πρέπει τα δίκτυα αυτά να έχουν μηχανισμούς που να αντιμετωπίζουν άμεσα την όποια βλάβη παρουσιαστεί. Σε περίπτωση που ένας δίαυλος επικοινωνίας 'πέσει' θα πρέπει να υπάρχει εναλλακτικό κανάλι για την μετάδοση του μηνύματος.

Στην εργασία μας θα ασχοληθούμε την παρουσίαση μερικών δικτύων και πρωτοκόλλων για την εσωτερική αλλά και εξωτερική επικοινωνία των οχημάτων.

Communications solutions



Εικόνα 1

Στην εικόνα 1 παρουσιάζονται μερικά δίκτυα που έχουν προταθεί για In-Vehicle Networks [1]. Στη συνέχεια θα γίνει μια παρουσίαση ορισμένων δικτύων που αναπτύσσονται για την επικοινωνία μέσα σε ένα όχημα αλλά και μεταξύ κινούμενων οχημάτων.

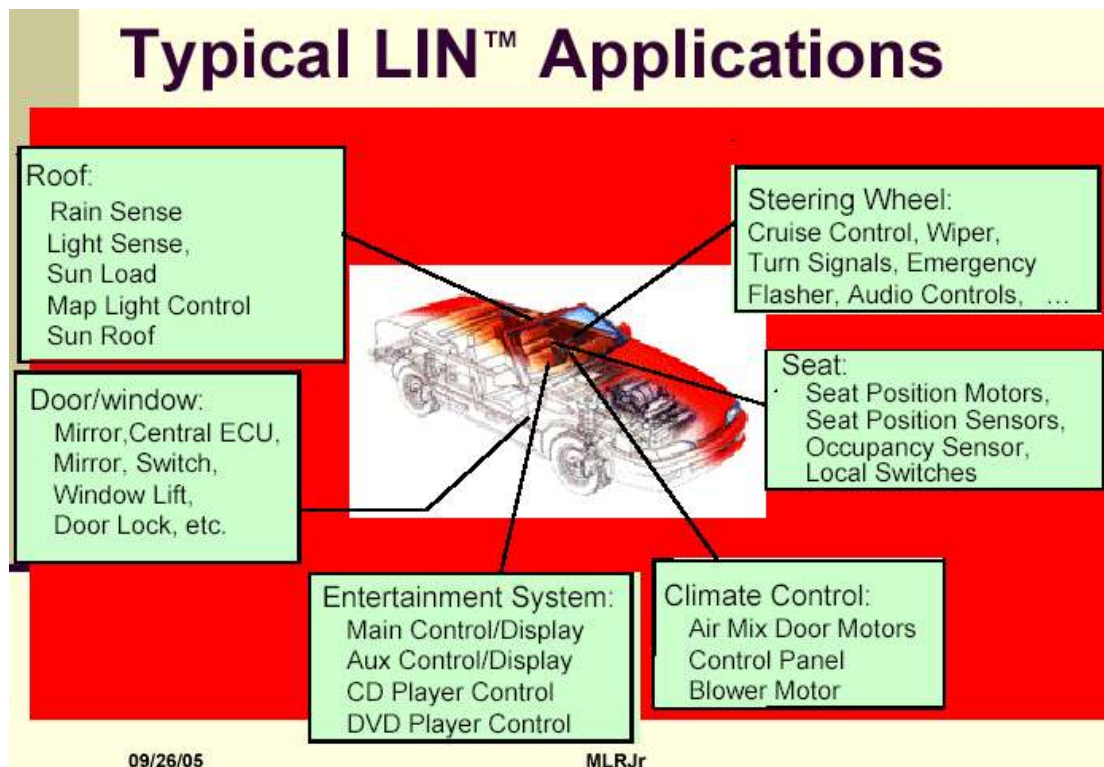
In – Vehicle networks

I. LIN (Local – Interconnect networks)

Αναγνωρίζοντας την ανάγκη για καλύτερη διαχείριση των δικτύων σε ένα όχημα και την μείωση των καλωδίων, η BOSCH πρώτη το 1986 σχεδίασε ένα δίκτυο CAN (controller-area network). Σήμερα τα δίκτυα αυτά έχοντας επικρατήσει στα δίκτυα οχημάτων έχουν χρησιμοποιηθεί και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Κατά την διάρκεια των χρόνου εμφανίστηκαν διάφορα συστήματα δικτύων για να ανταποκριθούν στις ραγδαία αυξανόμενες απαιτήσεις των νέων εφαρμογών στα αυτοκίνητα. Μερικά από αυτά είναι το D2B (domestic-digital-databus), το FlexRay, το MOST (media-oriented system transport). Επειδή όμως τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για εφαρμογές που χρησιμοποιεί ο οδηγός του οχήματος και το κόστος τους είναι μεγάλο, οι κατασκευαστές χρειάζονταν ένα εναλλακτικό δίκτυο που το κόστος του θα είναι μικρό και θα ελέγχει τις βασικές λειτουργίες του συστήματος (εικόνα 2).

Η πρώτη παρουσίαση ενός LIN δικτύου έγινε το 1999. Για την σχεδίαση του δικτύου δημιουργήθηκε μια διεθνή εταιρική συνεργασία όπου συμμετείχαν η BMW, η Daimler Chrysler, η Volkswagen Audi Group και η Volvo από την πλευρά των κατασκευαστών αυτοκινήτων και από την μεριά των ειδικών σε θέματα δικτύων συμμετείχαν δύο εταιρείες, η Freescale Semiconductor και η Volcano Automotive Group. Επίσης συμμετείχαν ως μέλη εταιρείες όπως η Opel, η Fiat, η Citroen, η Peugeot, η Porsche, η Toyota, η NEC, η Brosa, η Vector κ.α.. Το 2002 παρουσιάστηκε η έκδοση 1.3 του LIN και το Σεπτέμβριο του 2003 παρουσιάστηκε από την διεθνή εταιρική συνεργασία για την ανάπτυξη του LIN η έκδοση 2.0. Το LIN είναι πολύ πιο φθηνό από τα CAN συστήματα και είναι ένας από τους κύριους λόγους που έγινε τόση μεγάλη προσπάθεια για την ανάπτυξή του[10].

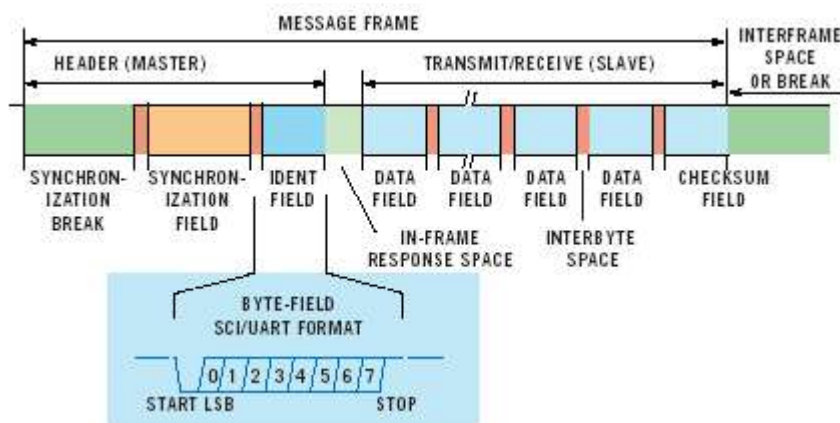
Ένα σύστημα LIN για να ελαχιστοποιήσει το κόστος και το βάρος της καλωδίωσης, χρησιμοποιεί τοπολογία διαύλου. Κάθε υποσύστημα LIN αποτελείται από έναν κύριο (master) κόμβο και



Εικόνα 2

τουλάχιστον ένα μη-κύριο (slave) κόμβο. Σε κάθε δίαυλο μπορούν να υπάρχουν από 1 έως 16 κόμβοι. Οι μη-κύριοι κόμβοι μπορούν να συμμετέχουν σε πολλούς διαύλους, ενώ οι κύριοι (master) κόμβοι λειτουργούν ως γέφυρες με άλλα δίκτυα.

Μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης είναι τα 20 kbps και μέγιστη απόσταση τα 40 μέτρα. Σε αντίθεση με τα CAN δίκτυα, τα LIN δίκτυα με την αρχιτεκτονική master/ slave αποφεύγουν τις συγκρούσεις στην κυκλοφορία των δεδομένων και την ανάγκη για διαιτησία. Αυτό επιτυγχάνεται με το να θέτει τον κύριο κόμβο να επιβλέπει την μετάδοση των μηνυμάτων. Το μήνυμα αποτελείται από την επικεφαλίδα του κύριου, μια παύση και την απάντηση του μη-κύριου (εικόνα 3). Ένα bit στην αρχή και ένα στο τέλος κάθε byte, έχουν ως αποτέλεσμα σε μια 10-bit μετάδοση σε κάθε byte.



Εικόνα 3

Εξαιτίας της ανάγκης εξοικονόμησης ενέργειας όταν το όχημα δεν είναι σε λειτουργία, οι μη-κύριοι κόμβοι αυτόματα τίθενται σε κατάσταση παύσης εάν ο δίαυλος παραμείνει ανενεργός για παραπάνω από τέσσερα δευτερόλεπτα. Ο κύριος κόμβος μπορεί να θέσει τους υπόλοιπους σε παύση στέλνοντας ένα μήνυμα όπου το πρώτο byte δεδομένων είναι μηδενικό και να τους επαναφέρει όποτε χρειάζεται[12].

Αν και θεωρητικά ένα δίκτυο LIN είναι απλό στην εφαρμογή του, οι κατασκευαστές των ηλεκτρικών συστημάτων αντιμετωπίζουν διάφορες δυσκολίες στην πρακτική εφαρμογή του, όπως στην κατασκευή διαύλων που να αντέχουν στις δύσκολες συνθήκες των αυτοκινήτων.

II. CAN (Controller – Area Network)

Τα CAN δίκτυα όπως αναφέραμε και προηγουμένως αναπτύχθηκαν για τη διαχείριση των ολοένα και περισσότερων συσκευών που εγκαθίστανται σε ένα όχημα λόγω των αυξημένων αναγκών και απαιτήσεων του οδηγού. Τα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούν τοπολογία διαύλου. Όλες οι συσκευές είναι συνδεδεμένες στο ίδιο μέσο επικοινωνίας. Το πρότυπο ISO 11898 είναι το διεθνές πρότυπο για την υψηλής ταχύτητας επικοινωνία μέσα σε ένα CAN δίκτυο που χρησιμοποιεί πρωτόκολλο διαύλου. Ο σκοπός αυτού του προτύπου είναι ουσιαστικά να θέσει τις προδιαγραφές για το επίπεδο Συνδέσμου Δεδομένων και το Φυσικό επίπεδο. Το φυσικό επίπεδο υποδιαιρείται σε 3 υποεπίπεδα (εικόνα 4).

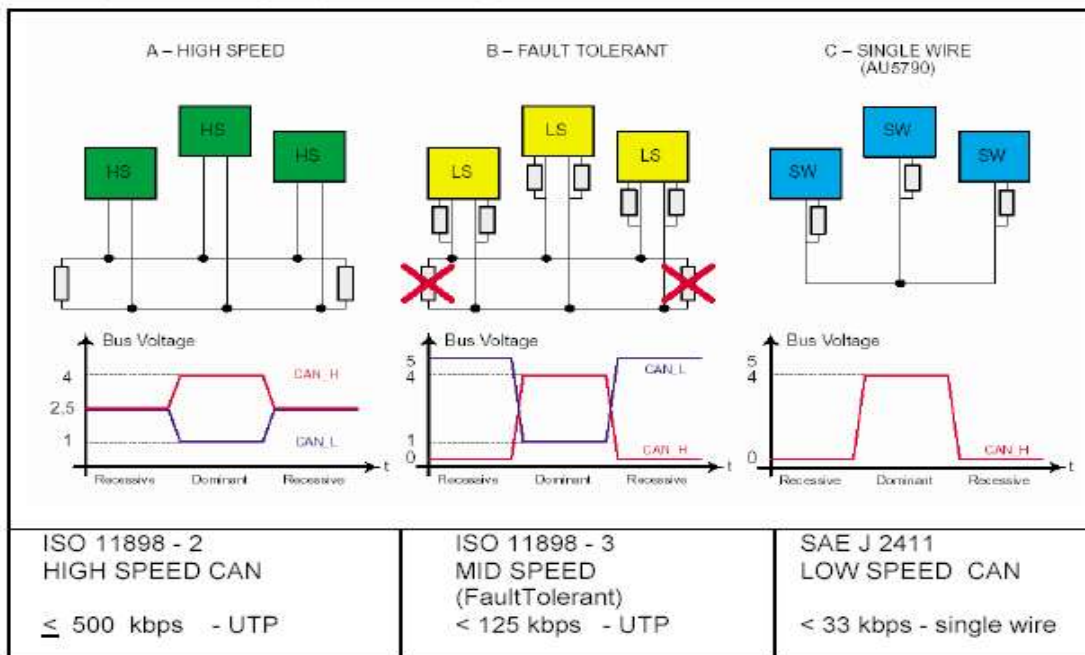
SPECIFICATION	OSI-LAYER		IMPLEMENTATION
User Specified	APPLICATION LAYER		Microcontroller
Scope of ISO 11898	DATA LINK LAYER	Logical Link Control	CAN-Controller e.g. SJA1000
		Medium Access Control	
	PHYSICAL LAYER	Physical Signalling	CAN-Transceiver
		Physical Medium Attachment	
		Medium Dependent Interface	
TRANSMISSION MEDIUM			

Εικόνα 4

Τα πρότυπα του CAN δικτύου για το φυσικό επίπεδο είναι (εικόνα 5):

- ✓ ISO 11898-2: Υψηλής ταχύτητας CAN < 1 Mbps, χρησιμοποιεί δύο συνεστραμμένα καλώδια
- ✓ ISO 11898-3: Μέσης ταχύτητας CAN, «ανεκτικό στα λάθη» < 125 Kbps, χρησιμοποιεί δύο συνεστραμμένα καλώδια.
- ✓ SAE J2411: Χαμηλής ταχύτητας < 33 Kbps, απλό καλώδιο.

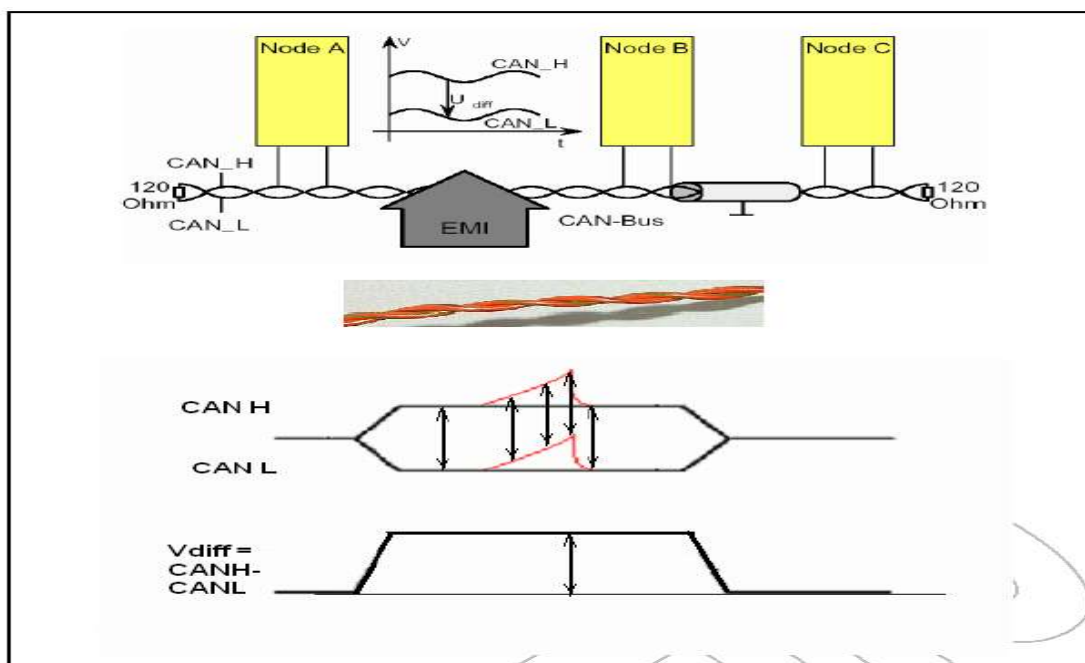
CAN STANDARDS FOR THE PHYSICAL LAYER



Εικόνα 5

Εξαιτίας της διαφορετικής φύσης στην μετάδοση του σήματος, ένα CAN δίκτυο είναι ευαίσθητο στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Επειδή όμως στο CAN δίκτυο υψηλής και μέσης (εικόνα 6)

ELEKTROMAGNETIC INTERFERENCE

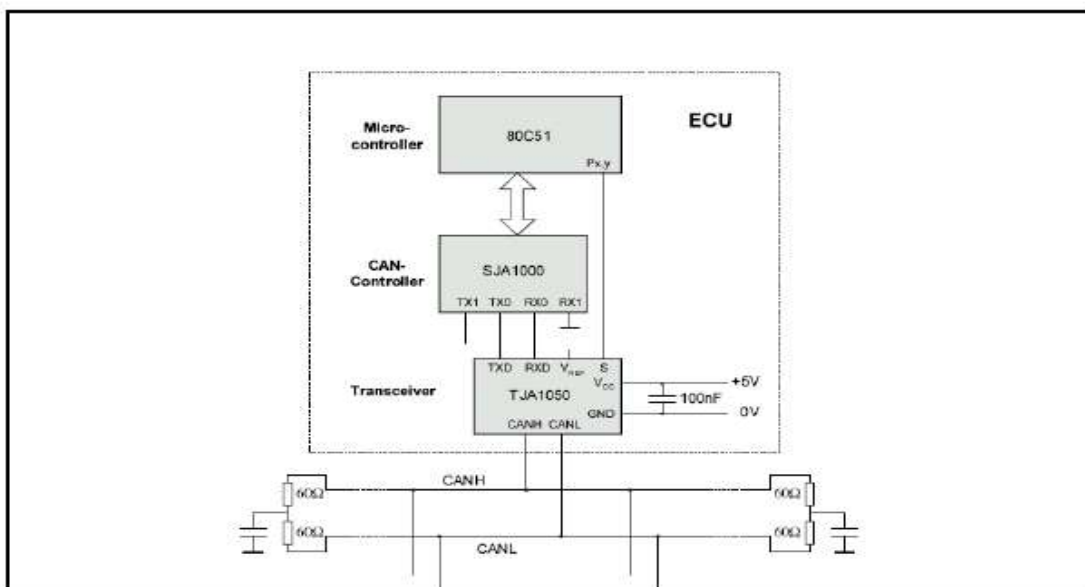


Εικόνα 6

ταχύτητας οι γραμμές διαύλου επηρεάζονται το ίδιο, το διαφορικό σήμα παραμένει ανεπηρέαστο (το Vdiff παραμένει σταθερό).

Στην εικόνα 7 παρατηρούμε έναν πομποδέκτη που είναι σύμφωνος με τις προδιαγραφές που θέτει το πρότυπο ISO 11898. Ο πομποδέκτης είναι η διασύνδεση της γραμμής μετάδοσης και του ελεγκτή του δικτύου. Μετατρέπει τα αναλογικά σήματα που παραλαμβάνει από τον δίαυλο σε λογικά σήματα για να τα επεξεργαστεί ο ελεγκτής. Ο ελεγκτής του δικτύου συνδέεται με τον πομποδέκτη μέσω της γραμμής Txd, από την οποία γίνεται σειριακή εισαγωγή δεδομένων, και της γραμμής Rxd, με την οποία γίνεται σειριακή εξαγωγή δεδομένων. Ο πομποδέκτης συνδέεται με τον δίαυλο επικοινωνίας μέσω των δύο τερματικών του, το CAN-H και το CAN-L, τα οποία παρέχουν διαφορετική δυνατότητα λήψης και μετάδοσης δεδομένων [9].

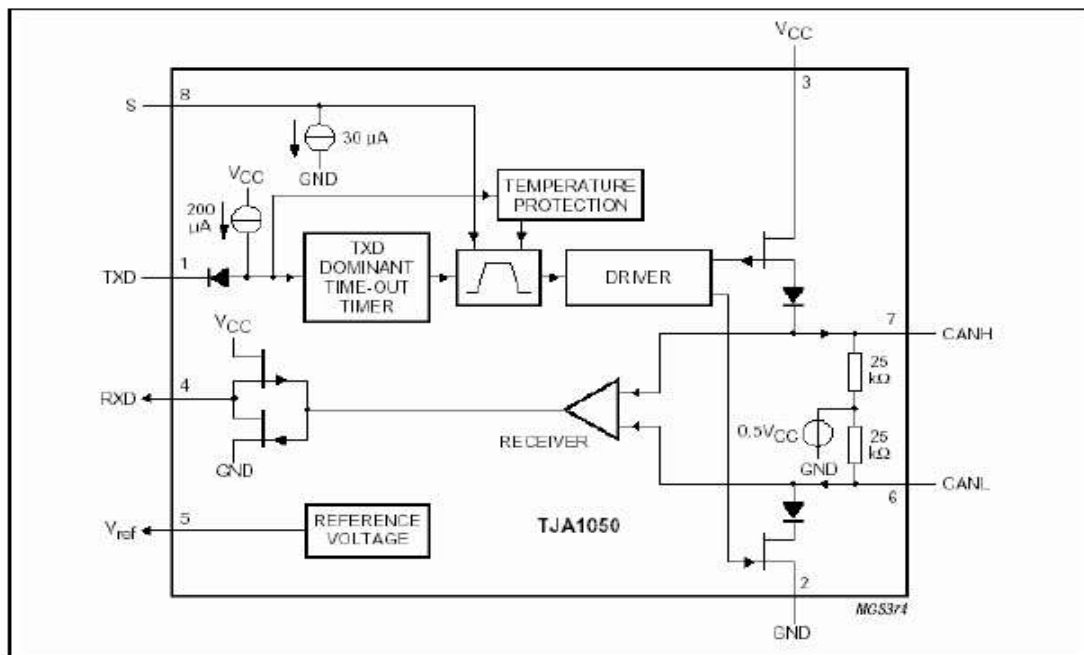
HIGH SPEED CAN TRANSCEIVER - ISO 11898-2



Εικόνα 7

Στην εικόνα 8 απεικονίζεται ένας πομποδέκτης υψηλής ταχύτητας κατασκευασμένος από την Philips (TJA 1050). Ο ελεγκτής του δικτύου συνδέεται με τον πομποδέκτη με την γραμμή εξαγωγής δεδομένων TxD και την γραμμή εισαγωγής δεδομένων RxD. Ο πομποδέκτης συνδέεται με τον δίαυλο μέσω των τερματικών CANH και CANL. Η ακίδα 'S' χρησιμοποιείται για διάφορες συνθήκες ελέγχου.

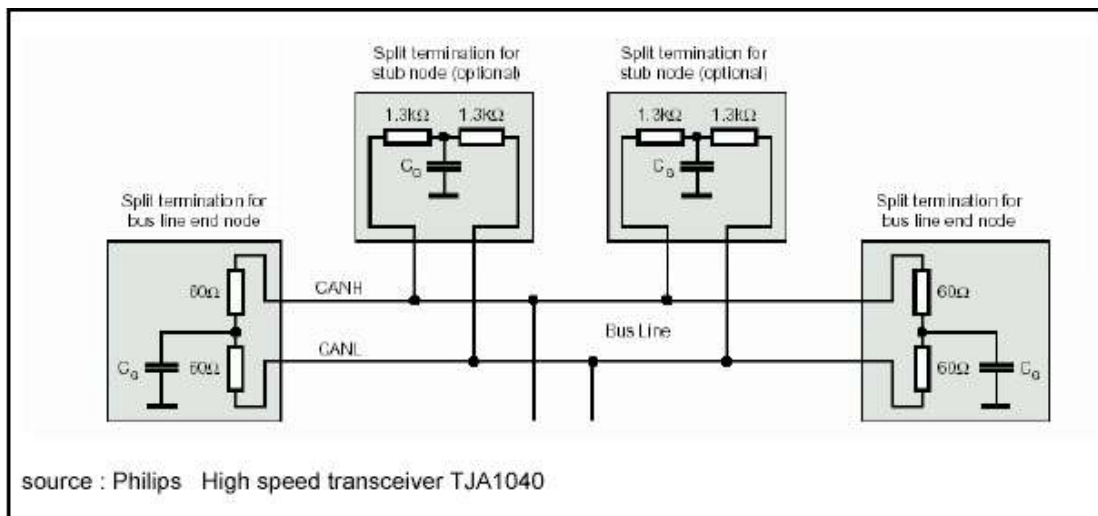
Philips High speed transceiver TJA 1050



Εικόνα 8

Σε ένα δίκτυο βάση του προτύπου ISO 11898-2 ο διάυλος επικοινωνίας πρέπει να τερματίζεται (εικόνα 9). Σε μερικές εφαρμογές, οι τερματιστές του διαύλου συνδέονται με διάφορα καλώδια και στο τέλος τερματίζουν το δίκτυο για την αποφυγή αντανάκλασης. Στα αυτοκίνητα οι δύο τερματιστές του διαύλου ενσωματώνονται σε δυο ανεξάρτητες υπομονάδες[3].

BUSTERMINATION - BUSLOAD

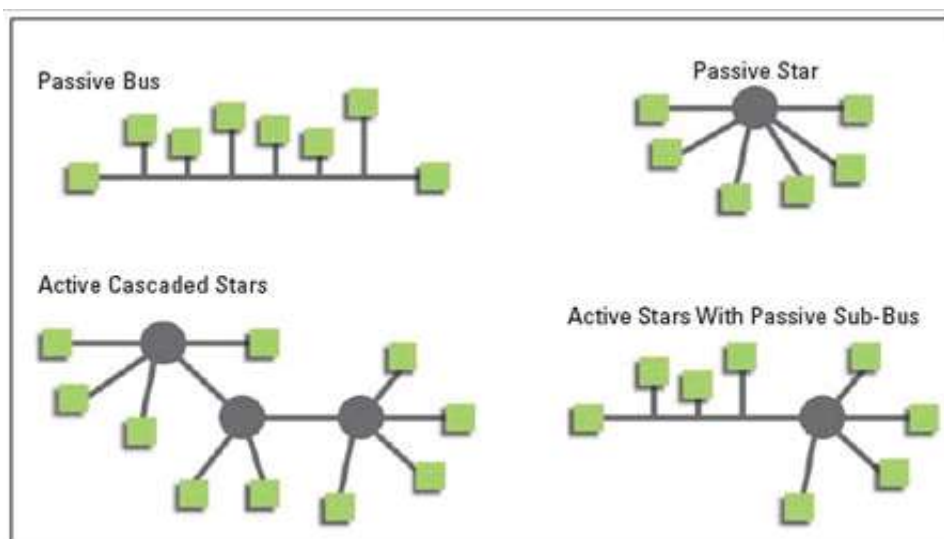


Εικόνα 9

III. FlexRay

Τον 2000 πραγματοποιήθηκε μια διεθνής εταιρική συνεργασία μεταξύ της BMW, της DaimlerChrysler, της Philips, της Freescale, της Bosch, της General Motors και άλλων εταιριών που ασχολούνται με την ανάπτυξη συστημάτων σε οχήματα. Το θέμα αυτής της συνεργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός πρότυπου δικτύου με την ονομασία FlexRay. Το αποτέλεσμα της συνεργασίας αυτή ήταν η ανακοίνωση το 2004 του προτύπου 'FlexRay Communications System Specifications Version 2.0'.

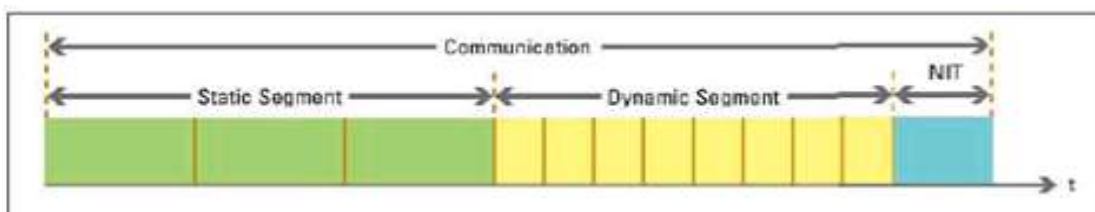
Το FlexRay υποστηρίζει ταχύτητες μετάδοσης πάνω από 10 Mbps, ταχύτητα αναγκαία για την λειτουργία τέτοιων δικτύων. Η τοπολογία (εικόνα 10) που χρησιμοποιεί μπορεί να σχεδιαστεί με ποικίλους τρόπους (Passive bus, passive star, active cascaded stars ή active stars with added passive sub-buses).



Εικόνα 10

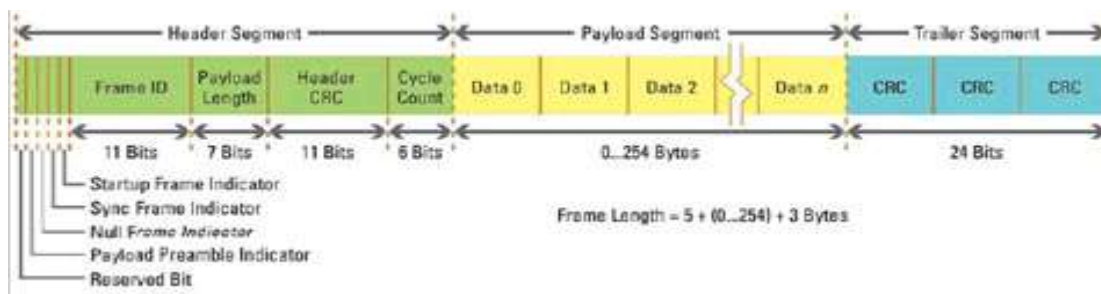
Το δίκτυο αυτό περιέχει ένα προαιρετικό φύλακα (Bus Guardian), ο οποίος απομονώνει τον ελεγκτή επικοινωνίας από το υπόλοιπο δίκτυο σε περίπτωση που κάποιος πάει να μπλοκάρει το δίκτυο. Η ρύθμιση της τοπικής ώρας (του δικτύου) γίνεται από μια ηλεκτρική μονάδα ελέγχου με την βοήθεια ειδικών πρωτοκόλλων ελέγχου. Αυτό διασφαλίζει ότι όλοι οι κόμβοι που είναι συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο δουλεύουν συγχρονισμένα. Σε ένα δίκτυο FlexRay κάθε ενέργεια γίνεται σε προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, το οποίο δεν μεταβάλλεται όταν ξεκινήσει η ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η υπερφόρτωση του καναλιού επικοινωνίας.

Το παράθυρο χρόνου που ορίζει ο κύκλος επικοινωνίας του δικτύου αποτελείται από ένα υποχρεωτικό στατικό τμήμα και ένα προαιρετικό δυναμικό τμήμα (εικόνα 11). Το μέγεθος αυτών των τμημάτων ορίζεται κατά την διάρκεια του σχηματισμού του δικτύου. Το στατικό τμήμα του κύκλου επικοινωνίας χρησιμοποιείται για προγραμματισμένου χρόνου μηνύματα. Τα μηνύματα που μεταφέρονται στο στατικό τμήμα πρέπει να έχουν δημιουργηθεί προτού αρχίσει η επικοινωνία, και το μέγεθος τους δεν μπορεί να υπερβαίνει το μέγεθος του στατικού τμήματος. Το δυναμικό μέρος του κύκλου χρησιμοποιείται για μηνύματα που βασίζονται σε γεγονότα που συμβαίνουν σε αληθινό χρόνο και απαιτούν διαφορετικό εύρος μετάδοσης.



Εικόνα 11

Παρακάτω δίνουμε και την εικόνα ενός frame σε ένα FlexRay δίκτυο (εικόνα 12). Το frame αποτελείται από την επικεφαλίδα (Header), το κυρίως μέρος (Payload) και την ουρά (Trailer). Η επικεφαλίδα περιλαμβάνει το frame ID, το Payload Length, το Header CRC και έναν Cycle Count. Το Payload Length περιέχει τον αριθμό των λέξεων που μεταφέρει το frame. Το Header CRC χρησιμοποιείται για την ανίχνευση λαθών κατά την διάρκεια της μεταφοράς. Το Cycle Count περιέχει έναν μετρητή ο οποίος αυξάνεται κάθε φορά που αρχίζει ένας κύκλος επικοινωνίας.



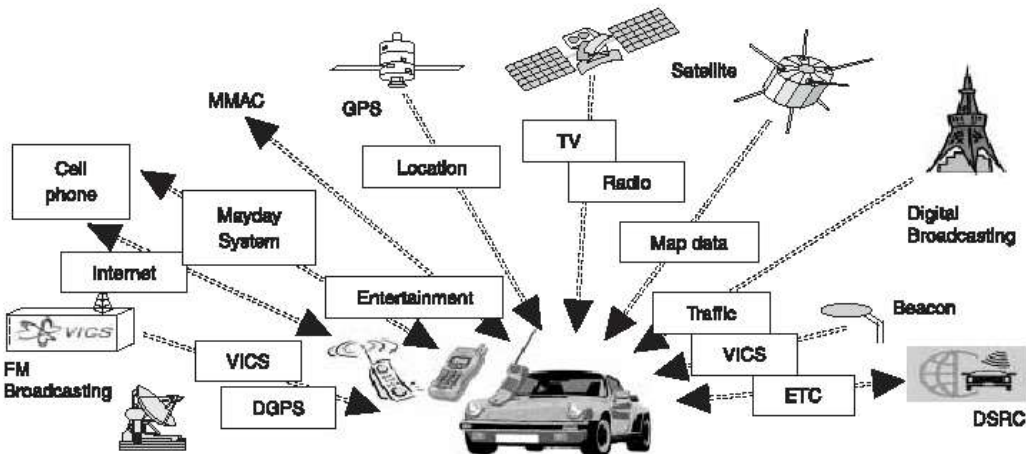
Εικόνα 12

Το κυρίως μέρος περιλαμβάνει τα δεδομένα που μεταφέρονται με το frame. Το μήκος του είναι πάνω από 127 words (254 bytes), το οποίο είναι 30 φορές μεγαλύτερο από ότι σε ένα δίκτυο CAN. Τέλος, στο Trailer περιλαμβάνονται τρεις 8-bit CRCs για τον εντοπισμό λαθών.[7]

VEHICLE NETWORK AND FIREWALLS

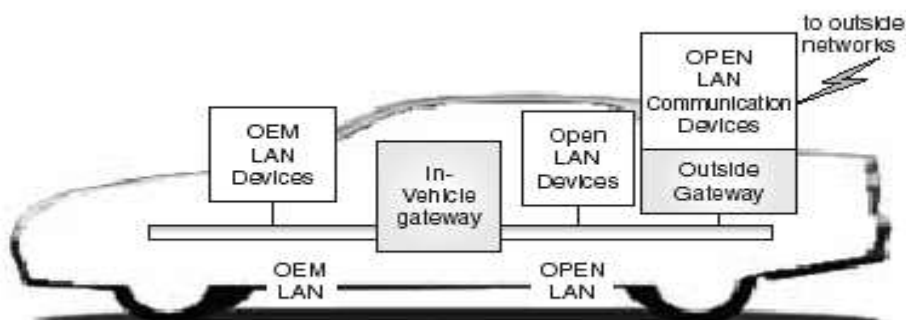
Τα τελευταία χρόνια πολλών ειδών συσκευές επικοινωνίας και μεταφορά πληροφοριών έχουν εγκατασταθεί στα αυτοκίνητα (εικόνα 13). Αυτές οι συσκευές μπορούν να συνδεθούν μέσω ενός δικτύου και να παρέχουν ολοκληρωμένη λειτουργικότητα στο όχημα. Επιπλέον υπάρχει η ανάγκη για πύλες που θα συνδέουν είτε συσκευές σε ένα όχημα είτε δίκτυα διαφορετικών οχημάτων.

Ένα δίκτυο μέσα σε ένα όχημα αποτελείται από ένα OEM LAN, ένα OPEN LAN και μια πύλη εγκατεστημένη ανάμεσα στα δίκτυα (εικόνα 14). Ακόμα υπάρχει και μια πύλη που συνδέει το δίκτυο του αυτοκινήτου με εξωτερικά δίκτυα. Ένα OEM LAN είναι ένα κλειστό δίκτυο όπου οι προδιαγραφές και οι συσκευές σύνδεσης ορίζονται από τον κατασκευαστή του οχήματος. Οι συσκευές που συνδέονται σε ένα τέτοιο δίκτυο είναι πολύ ασφαλείς και έχουν



Εικόνα 13

μεγάλη επιρροή στην οδηγική ασφάλεια. Σε αντίθεση ένα OPEN LAN είναι ένα δίκτυο όπου οι προδιαγραφές του δεν καθορίζονται από κάποιον συγκεκριμένα και οι συσκευές του μπορούν να επικοινωνήσουν και με συσκευές εκτός δικτύου. Οι συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε ένα OPEN δίκτυο δεν έχουν επιρροή στην ασφάλεια του οχήματος. Επειδή είναι πιθανόν κάποιιοι άλλοι να αποκτήσουν πρόσβαση σε δεδομένα που επηρεάζουν την ασφάλεια του οχήματος και κατ' επέκταση του οδηγού, οι πύλες του OEM δικτύου δεν επιτρέπουν τα εξωτερικά δίκτυα να έχουν πρόσβαση σε 'ευαίσθητα' δεδομένα.



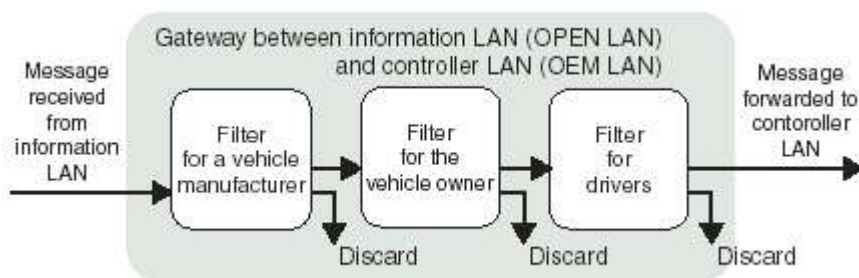
Εικόνα 14

Οι πύλες σε ένα OEM δίκτυο φιλτράρουν τα πακέτα, την επικεφαλίδα και το περιεχόμενό τους, και αποφασίζουν αν θα επιτρέψουν την πρόσβαση στο δίκτυο ή όχι. Οι πύλες θα πρέπει να μην επιτρέπουν την είσοδο σε δεδομένα που θα επηρεάσουν την ασφάλεια του οχήματος, να μην επιτρέπουν την είσοδο σε μεγάλες ποσότητες δεδομένων γιατί θα επηρεαστεί η κυκλοφορία των πακέτων στο κλειστό δίκτυο, να ελέγχουν την ταυτότητα του αποστολέα των μηνυμάτων ή του χρήστη που θα ζητάει πρόσβαση σε 'ευαίσθητα' δεδομένα. Ο έλεγχος όμως των δεδομένων από κάθε συσκευή που είναι στο δίκτυο δεν είναι εφικτή καθώς η υπολογιστική ισχύ και η διαθέσιμη μνήμη αυτών των συσκευών είναι περιορισμένη. Είναι λοιπόν προτιμότερο να εγκαταστήσουμε λειτουργίες φιλτραρίσματος των μηνυμάτων μόνο στις πύλες των δικτύων.

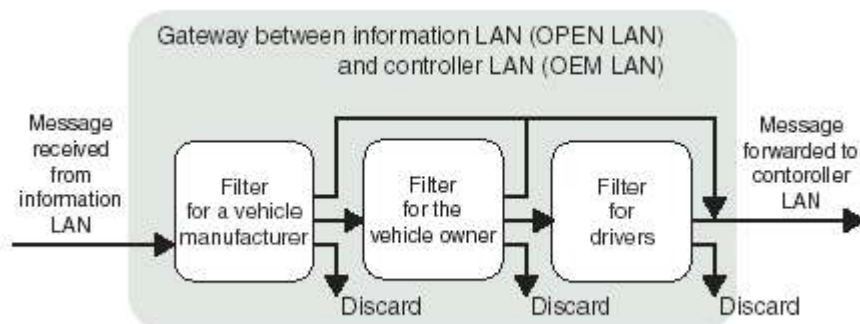
Βέβαια, είναι απαραίτητο να σχεδιάσουμε firewalls διαφορετικά από αυτά που χρησιμοποιούμε στο ήδη διαδίκτυο καθώς θα πρέπει να εναρμονιστούν με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων. Ένα πρώτο πρόβλημα που παρουσιάζεται είναι ποιος θα έχει την ευθύνη λειτουργίας του συστήματος προστασίας. Οι χρήστες ενός δικτύου σε ένα όχημα είναι οι κατασκευαστές του, οι οδηγοί αλλά και οι ιδιοκτήτες του. Σε ποιόν θα πρέπει να δοθεί η ευθύνη για την λειτουργία του συστήματος; Μια άλλη διαφορά είναι ότι ο καθορισμός της λειτουργίας ενός firewall σε ένα δίκτυο δεν αλλάζει συχνά. Αντίθετα σε ένα δίκτυο αυτοκινήτου θα πρέπει η διαμόρφωση του firewall εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως ποιος είναι ο οδηγός, που βρίσκεται το όχημα κ.α..

Αρχικά μια λύση που προτάθηκε ήταν η εγκατάσταση τριών διαφορετικών πυλών στο κλειστό δίκτυο του αυτοκινήτου έτσι ώστε να καλύπτουμε τις απαιτήσεις ασφάλειας του κατασκευαστή, του οδηγού και του ιδιοκτήτη. Πρακτικά όμως αυτό είναι δύσκολο να επιτευχθεί λόγω του υψηλού κόστους. Αντί γι' αυτό μπορούμε να εισάγουμε περισσότερα φίλτρα στην πύλη του δικτύου, που το

καθένα θα αντιπροσωπεύει τις απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη. Στην εικόνα 15 ο κατασκευαστής του οχήματος αφήνει κάποια μηνύματα στον κάτοχο του οχήματος για να αποφασίσει αν θα τα προωθήσει ή θα τα απορρίψει. Παρομοίως και ο κάτοχος του αυτοκινήτου αφήνει κάποια μηνύματα στον οδηγό του οχήματος για να αποφασίσει αν θα απορρίψει ή όχι. Αντίθετα στην εικόνα 16 ο κατασκευαστής του οχήματος έχει την δυνατότητα να προωθήσει κάποια μηνύματα απευθείας στο δίκτυο χωρίς αυτά να περάσουν από τους επόμενους χρήστες. Παρατηρούμε λοιπόν ότι όσο πιο 'ψηλά' βρίσκεται ένας χρήστης μπορεί να μην αφήσει την δυνατότητα στους επόμενους χρήστες να αποφασίσουν για την τύχη κάποιων μηνυμάτων.

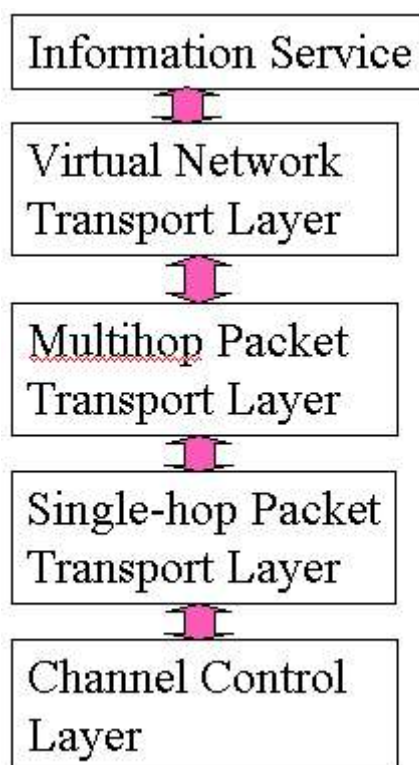


Εικόνα 15



Εικόνα 16

Αυτή η διαδικασία όμως επειδή χρειάζεται πολύ ισχύ, επιβαρύνει σημαντικά τον επεξεργαστή του οχήματος. Μια καλύτερη μέθοδος θα ήταν να εισάγουμε ένα αρχείο φιλτραρίσματος το οποίο να ενσωματώνει όλα τα αρχεία φιλτραρίσματος που είναι αναγκαία. Ένας τρόπος για να διασφαλίσουμε ότι τα αρχεία αυτά δεν θα παραβιαστούν, είναι να αποθηκεύουμε αυτά τα αρχεία σε κάρτες μνήμης. Με αυτόν τον τρόπο ο εκάστοτε οδηγός του οχήματος θα φαίνεται σαν γενικός διαχειριστής του δικτύου και δεν θα έχει την δυνατότητα να αλλάξει αυτά τα αρχεία[13].

INTELLIGENT VEHICLE NETWORKS : Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ**Εικόνα 17**

- Λειτουργίες του VNT layer: διαχείριση των κόμβων (ποιος μπαίνει, ποιος φεύγει), καθορισμός διευθύνσεων.
- Λειτουργίες του MTP layer: δρομολόγηση πακέτων.
- Λειτουργίες του SPT layer: έλεγχος της λογικής σύνδεσης και του μέσου μετάδοσης. [4]

Εμπορικά δίκτυα και συστήματα διαχείρισης πληροφοριών σε μηχανοκίνητα μέσα (CIVSN).

Τα CIVSN είναι ένα σύνολο από πληροφοριακά μέσα και δίκτυα επικοινωνίας τα οποία χρησιμοποιούνται από κυβερνητικές οργανώσεις, μεταφορικά μέσα και οποιονδήποτε άλλον ασχολείται με εμπορικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν οχήματα. Οι υπηρεσίες και οι τεχνολογίες που προσφέρουν αυτά τα συστήματα είναι οι εξής:

- ✓ Τεχνολογίες που διευκολύνουν την συλλογή, μεταφορά και επανάκτηση πληροφοριών που έχουν να κάνουν με την ασφάλεια όσων κυκλοφορούν στους δρόμους. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν τους απλούς οδηγούς αλλά και τους επαγγελματίες στην μείωση των ατυχημάτων στα οποία εμπλέκονται επαγγελματικά οχήματα.
- ✓ Ηλεκτρονικά συστήματα οθονών που επιτρέπουν στα επαγγελματικά οχήματα που είναι εφοδιασμένα με αυτά, να διατηρούν σε καλή κατάσταση τα οχήματά τους έτσι ώστε να περνάν την επιθεώρηση που γίνεται κατά μήκος του δρόμου. Αυτό το σύστημα βοηθά στην απομάκρυνση οδηγών που δεν συμμορφώνονται με τους κανονισμούς.
- ✓ Ηλεκτρονικά συστήματα που εκδίδουν πιστοποιητικά για πραγματοποίηση παραγγελίας, πληρωμής, έκδοση τιμολογίων, ηλεκτρονική πληρωμή φόρων μεταξύ διαφόρων κρατών κ.α..

Το 1996 το Υπουργείο Μεταφορών των Ηνωμένων Πολιτειών ενίσχυσε οικονομικά το CVISN MDI (Ιδιωτική πρωτοβουλία για την ανάπτυξη αυτού του συστήματος) για να μελετήσουν την τεχνολογική δυνατότητα πραγματοποίησης αυτού του προγράμματος, το κόστος και τα πλεονεκτήματα. Στο πρόγραμμα ανάπτυξης των CVISN πήραν μέρος σαν 'κύρια' μέλη οι πολιτείες Virginia και Maryland και σαν βοηθητικά μέλη άλλες οχτώ πολιτείες (California, Colorado, Connecticut, Kentucky, Michigan, Minnesota, Oregon and Washington)[8].

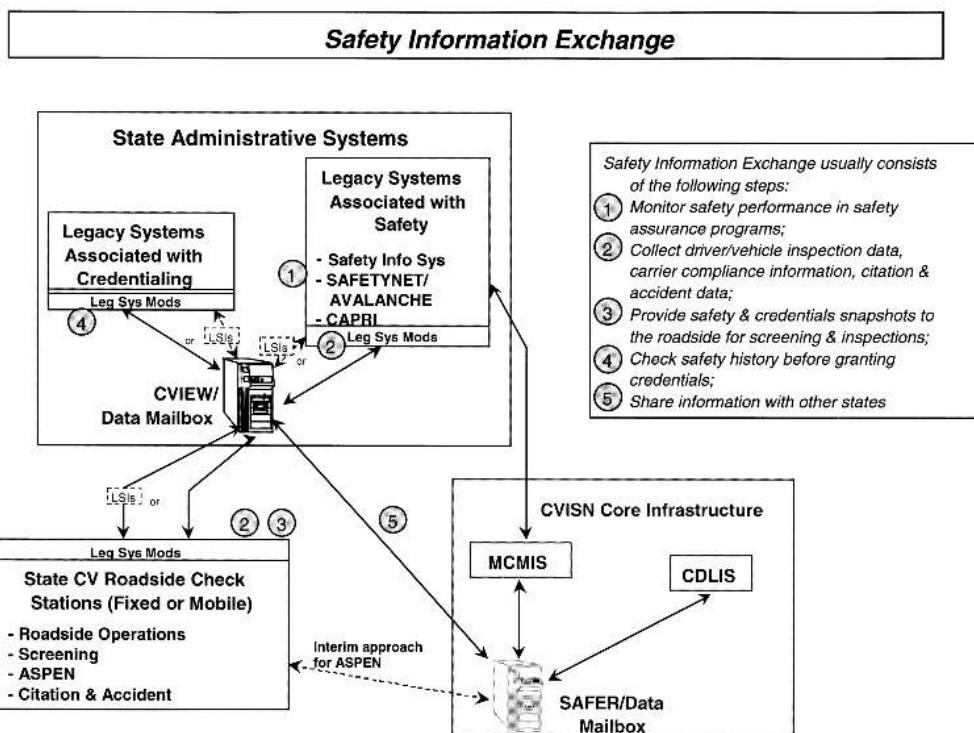
Τα ITS (Intelligent Transportation Systems) έχουν ως στόχο να αυξήσουν την ασφάλεια στα συστήματα οδικών μεταφορών, να αυξήσουν την λειτουργική αποτελεσματικότητα των μεταφορών, να βελτιώσουν την παραγωγικότητα, να μειώσουν το κόστος που αφορά την ενέργεια και την ατμόσφαιρα και που σχετίζεται την κυκλοφοριακή συμφόρηση και τέλος, να δημιουργήσουν ένα περιβάλλον όπου τα συστήματα ITS θα μπορέσουν να αναπτυχθούν. Τα ITS και τα CVO (Commercial Vehicle Operations) δεν είναι μέρος της CVISN MDI στο στάδιο της ανάπτυξης του συστήματος.

1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ CVISN

Το CVISN αποτελείται από τρεις κύριες λειτουργίες που αναλύονται παρακάτω.

I. Τεχνολογίες ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων

Οι τεχνολογίες αυτές δίνουν την δυνατότητα στους οδηγούς να παίρνουν πιο σωστές αποφάσεις βάσει των συνθηκών που επικρατούν κάθε φορά, αλλά επιτρέπει και στις εταιρείες να ελέγχουν τους οδηγούς που δεν συμμορφώνονται με τους κανονισμούς (εικόνα 18). Τα συστήματα αυτά επικοινωνούν με κάποιες βάσεις δεδομένων όπως είναι το SAFER (Safety and Fitness Electronic Records). Η κύρια λειτουργία του SAFER (interactive database) είναι να παρέχει στους οδηγούς αναφορές από επιθεωρήσεις, διάφορα αυτοκινητιστικά συμβάντα, πληροφορίες ατυχημάτων κ.α.. Το ASPEN είναι ένα μία εφαρμογή που εγκαθίσταται στο σύστημα του οχήματος και στόχος της είναι η καταγραφή και η μετάδοση ηλεκτρονικά των επιθεωρήσεων που γίνονται στο όχημα. Το CVIEW είναι μια βάση δεδομένων παρόμοια με το SAFER. Το MISMS (Motor Carrier Management Information System) παρέχει δεδομένα σχετικά με τους επαγγελματικά οχήματα εντός και εκτός της εκάστοτε πολιτείας,



Εικόνα 18

δεδομένα σχετικά με την ασφάλεια αλλά και την συμμόρφωση με τους κανόνες. Το SAFER Data Mailbox (SDM) διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των κέντρων που διεξάγουν τις επιθεωρήσεις των οδηγών.

II. Συστήματα ηλεκτρονικών οθονών

Υπάρχουν δυο συστήματα ηλεκτρονικών οθονών: τα συστήματα με προκαθορισμένη σύνδεση και τα συστήματα που επιτρέπουν τους οδηγούς να διαλέγουν διαφορετικές συνδέσεις. Μερικές τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί είναι:

- ✓ Mainline Screening Screens. Επιτρέπουν στους οδηγούς να μην σταματούν για επιθεώρηση και να εξοικονομούν χρόνο. Ένας αισθητήρας τοποθετείται στην άκρη του δρόμου και μπορεί να αναγνωρίσει το φορτίο, τον οδηγό και το όχημα.
- ✓ Sorter Lane Screening. Χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το WIM.
- ✓ Weigh-in-Motion Equipment (WIM). Υπολογίζει το μεικτό βάρος του φορτηγού καθώς αυτό κινείται στον δρόμο.
- ✓ Dedicated Short-Range Communications Equipment (DSRC). Επιτρέπει την αξιόπιστη επικοινωνία μεταξύ του οδηγού και ενός σημείου ανεφοδιασμού.
- ✓ License PlateReader/Optical Character Recognition Systems. Σκανάρει και αναγνωρίζει τον αριθμό πινακίδας του φορτηγού.

III. Συστήματα παροχής Ηλεκτρονικών πιστοποιητικών

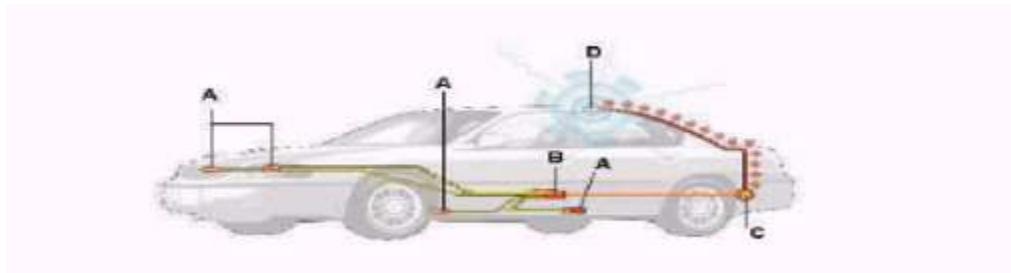
Τα συστήματα αυτά υποστηρίζουν την ηλεκτρονική ανταλλαγή μεταξύ της κυβέρνησης και των οδηγών διαφόρων πιστοποιητικών μέσω του EDI (Electronic Data Interchange). Κάθε πολιτεία πρέπει να αποφασίσει το πρότυπο επικοινωνίας που θα χρησιμοποιήσει. Άλλες προτιμούν το EDI γιατί είναι πιο καθιερωμένο ενώ άλλες προτιμούν XML γιατί είναι πιο κατάλληλη για web εφαρμογές.[2]

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

1. SENSOR INTER-VEHICLE COMMUNICATION PROTOCOL (SICOMM).

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιάσουμε ένα πρωτόκολλο που επιτρέπει την μετάδοση μηνυμάτων με point-to-point επικοινωνία μεταξύ των αυτοκινήτων σε ένα αυτοκινητόδρομο. Ο αυτοκινητόδρομος διαιρείται σε μικρά κελιά τα οποία μετακινούνται καθώς τα αυτοκίνητα κινούνται. Επιλέγεται ένα κελί το οποίο θα παίζει το ρόλο της βάσης. Κάθε κόμβος έχει την δική του γεωγραφική θέση που του δίνεται από ένα Global Positioning System (GPS). Όταν κάποιος κόμβος θέλει να στείλει ένα μήνυμα το στέλνει στην βάση και από εκεί η βάση ελέγχει αν ο κόμβος στον οποίο θα σταλεί το μήνυμα είναι μέσα στο πεδίο ελέγχου της.

Ο βασικός στόχος των συστημάτων επικοινωνίας μεταξύ των οχημάτων είναι η μείωση των ατυχημάτων. Γι' αυτό οι αυτοκινητοβιομηχανίες εξοπλίζουν τα οχήματα με πολύπλοκους αισθητήρες που συλλέγουν πληροφορίες από διάφορα συστήματα: αερόσακους, ανιχνευτή απόστασης, μηχανικά και ηλεκτρονικά μέρη, πίεση ελαστικών και γεγονότα συγκρούσεων (εικόνα 19). Μια λύση είναι να χρησιμοποιήσουμε ad-hoc πρωτόκολλα. Εξαιτίας του φυσικού τους χαρακτηριστικού της μη ύπαρξης υποδομής εξασφαλίζουν το μέγιστο της κινητικότητας. Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι το κύριο μέρος μιας ad-hoc ασύρματης υποδομής. Εδώ οι κόμβοι βασίζονται ο ένας στον άλλο για την προώθηση του πακέτου στον προορισμό του.



Εικόνα 19

Στο πρωτόκολλο SICOMM υποθέτουμε ότι όλα τα οχήματα κινούνται προς την ίδια κατεύθυνση και στον ίδιο αυτοκινητόδρομο, κάθε όχημα γνωρίζει την θέση του μέσω GPS και υπάρχει ένα κέντρο που να ελέγχει την μετάδοση των μηνυμάτων (MAC) έτσι ώστε κάθε κόμβος να μεταδίδει χωρίς παρεμβολές. Υποθέτουμε ότι ο αυτοκινητόδρομος διαιρείται σε εικονικά κελιά, το μέγεθος των οποίων εξαρτάται από το MAC layer protocol που χρησιμοποιείται. Μέγεθος που επιτρέπει την βέλτιστη μετάδοση και λήψη των μηνυμάτων. Για να είναι καλύτερα κατανοητό το δίκτυο, τα κελιά δημιουργούνται ανάλογα με τον αριθμό των αυτοκινήτων. Μια καλή επιλογή είναι το IEEE802.11

και το μήκος του κελιού θα πρέπει να είναι μεταξύ 350-400 μέτρα. Για κάθε κελί ένα όχημα επιλέγεται ως το κέντρο του κελιού. Όταν αυτό το όχημα πρόκειται να φύγει από το κελί στέλνει σήμα στα υπόλοιπα οχήματα έτσι ώστε να επιλεγεί κάποιο άλλο όχημα ως κέντρο του κελιού.

2. Inter-Vehicle Communication Protocols

Το VICS (Vehicle Information and Communication System) επιτρέπει την απευθείας επικοινωνία μεταξύ των οχημάτων. Σε αυτή την περίπτωση τα οχήματα λαμβάνουν την απαραίτητη πληροφορία από κάποιο κέντρο έχοντας μια προεγκατεστημένη υποδομή. Εφόσον οι πληροφορίες συγκεντρώνονται σε κάποιο κέντρο είναι πιο εύκολο να γίνει σωστή διανομή της πληροφορίας. Αλλά η εγκατάσταση της υποδομής είναι δαπανηρή και χρονοβόρα. [5]

- **Inter-Vehicle Communications (IVC)**

Σε αυτό το σύστημα τα οχήματα είναι μέρος ενός ad-hoc ασύρματου δικτύου το οποίο δεν χρειάζεται κάποια βασική υποδομή. IVC πρωτόκολλα είναι το DOLPHIN (Dedicated Omni-purpose inter-vehicle communication Linkage Protocol for Highway automation), το GPS-based Message Broadcasting[3]. Τα περισσότερα IVC πρωτόκολλα στέλνουν συνέχεια μηνύματα ως τον πιο απλό τρόπο για να μεταδώσουν. Αυτό όμως λειτουργεί καλά όταν υπάρχουν λίγοι κόμβοι. Όσο αυξάνονται οι κόμβοι τόσο η αποδοτικότητα του συστήματος πέφτει. Καθώς κάθε κόμβος λαμβάνει και στέλνει ταυτόχρονα κάποιο μήνυμα με αποτέλεσμα να παρατηρείται συμφόρηση στο δίκτυο, κάποια μηνύματα να χάνονται και να καταναλώνεται άσκοπα το εύρος του δικτύου[6].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση που προηγήθηκε μπορούμε να αντιληφθούμε ότι ο δρόμος για την ανάπτυξη ενός δικτύου για οχήματα που να ικανοποιεί τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες

είναι πολύ μακρύς. Πρέπει να ληφθούν σοβαρά θέματα ασφάλειας καθώς δεν υπάρχουν περιθώρια λάθους. Να αναπτυχθούν εναλλακτικοί μηχανισμοί που δεν θα επιτρέπουν στο δίκτυο να καταρρεύσει. Πολύ σημαντικό ζήτημα είναι και το ποιος θα έχει την διαχείριση και τον έλεγχο του δικτύου. Θέματα που αφορούν την αυτοκινητοβιομηχανία δεν θα πρέπει να μπορούν να τροποποιηθούν από τον εκάστοτε οδηγό του οχήματος. Αλλά ο κάθε οδηγός θα πρέπει να μπορεί να κάνει τις ρυθμίσεις που εκείνος θέλει σε κάποια συστήματα του δικτύου. Η μικρή υπολογιστική ισχύ των συστημάτων σε ένα όχημα κάνει λίγο δύσκολη την εξεύρεση λύσης στο θέμα της διαχείρισης του δικτύου. Τέλος, θα πρέπει να αναπτυχθεί κάποιο πρωτόκολλο για την επικοινωνία του δικτύου του οχήματος με άλλα οχήματα ή το διαδίκτυο. Και εδώ τίθενται θέματα πρόσβασης καθώς μπορεί κάποιος εκτός αυτοκινήτου να προκαλέσει ζημιά σε κεντρικά συστήματα του οχήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πηγές από άρθρα

[1] Luiz A. DaSilva, Jeff H. Reed, William Newhall. 'Mobile Ad Hoc Networks and Automotive Applications', Virginia Tech, 2002

[2]Thorsten Gerke, Carsten Schanze. 'Development and Verification of In-Vehicle Networks in a Virtual Environment', SAE Technical Paper Series, 2005

[3]KATHO Department VHTI – Industrial Sciences and Technology. 'CAN receivers (physical layer) Passenger Cars',2005

[4]Masahiro Tokunaga, Shinichi Yoshida. 'Advanced Functionality of Vehicle Gateways', SEI Technical Review, Number 55, 2003

[5]Minoza Durrresi, Arjan Dyrresi and Leonard Barolli. 'Sensor Inter-Vehicle Communication for Safer Highways', 2005 IEEE

[6] Minoza Durrresi, Arjan Dyrresi and Leonard Barolli. 'Optimized Geographical Routing Protocol for Inter-Vehicle Communications', 2005 IEEE

Πηγές από το διαδίκτυο

[7]Joel Shapiro. 'FlexRay: The Next Generation In – Vehicle Network', 2005

<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/0D17AEEAED870FE486256F3C00407B73>

[8]http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov//JPODOCS/REPTS_TE/13677/introduction.html

[9]http://www.itsdocs.fhwa.dot.gov//JPODOCS/REPTS_TE/_/13677/services.html

[10]Merv Rose Jr.. 'Lin/J2602 Introduction, Application and Progress', 2005, www.acm.org

[11]David Marsh. 'LIN simplifies and standardizes In-Vehicle Networks', 2005, www.edn.com

[12]Joel Shapiro. 'FlexRay: The Next Generation In – Vehicle Network', 2005

<http://zone.ni.com/devzone/conceptd.nsf/webmain/0D17AEEAED870FE486256F3C00407B73>

[13]Raja Sengupta. 'Communications for Intelligent Vehicle Systems', <http://www.ce.umn.edu>