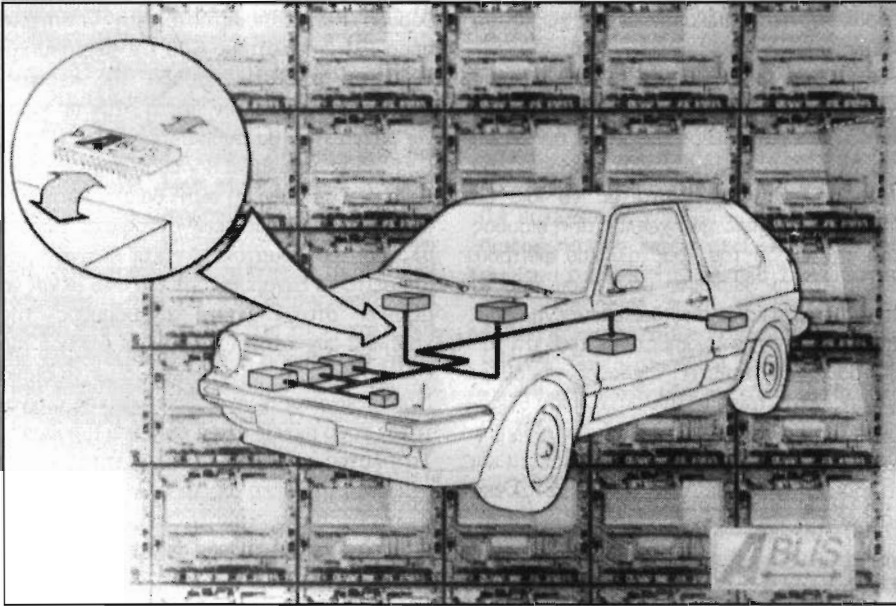


Δίαυλος CAN

Achim Raab



Σειριακά συστήματα διαύλων υπάρχουν πάρα πολλά: Abus, Bitbus, Interbus, Profibus, DIN-bus, F^C-bus και πολλά άλλα, λιγότερο ή περισσότερο γνωστά. Οι πιά πολλοί απ' αυτούς τους διαύλους χρησιμοποιούνται σε αυτοκίνητα, σε συστήματα αυτόματου ελέγχου, σε οικιακές συσκευές κ.τ.λ. Στο άρθρο τούτο θα περιγράψουμε έναν από τους πιά γνωστούς διαύλους, τον δίαυλο CAN (Controller Area Network).

Ο δίαυλος CAN σχεδιάσθηκε και εξελίχθηκε κυρίως για την αυτοκινητοβιομηχανία. Όλοι μας βλέπουμε τα νέα αυτοκίνητα να εξοπλίζονται με όλο και περισσότερα ηλεκτρονικά συστήματα. Ενδεικτικά αναφέρουμε το κύκλωμα οδήγησης των υαλοκαθαριστήρων, το σύστημα αντιμπλοκαρίσματος των τροχών (ABS), την ηλεκτρονική ανάφλεξη και πολλά άλλα. Ετσι έχουμε μιά σειρά από αισθητήρια όργανα και κυκλώματα ελέγχου/ρύθμισης που πρέπει να καλωδιωθούν. Η καλωδίωση συνεπάγεται αυτόματα μεγαλύτερο βάρος, μεγαλύτερο κόστος και μεγαλύτερη συχνότητα βλαβών λόγω των άπειρων βυσμάτων και συνδετήρων. Για να φανταστείτε δε πόσο μεγάλος είναι αυτός ο λαβύρινθος, αρκεί να σας πούμε ότι σε ένα αυτοκίνητο πολυτελείας χρησιμοποιούνται καλώδια με συνολικό μήκος πάνω από δύο χιλιόμετρα και βάρος πάνω από εκατό κιλά.

Ήταν λοιπόν επιτακτική ανάγκη να

ευρεθεί ένας σειριακός δίαυλος, ο οποίος με δύο-τρεις γραμμές θα μπορούσε να εξυπηρετήσει την επικοινωνία μεταξύ όλων αυτών των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.

Σειριακή επικοινωνία.

Η βασική ιδέα είναι πολύ απλή: Κάθε ηλεκτρικός καταναλωτής, κάθε αισθητήριο και γενικά κάθε στοιχείο δέν χρειάζεται να συνδέεται μέσω ιδιαίτερης γραμμής κατευθείαν με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας και οδήγησης, αλλά μόνο με μιά μικρή μονάδα υπολογιστή. Συνδέοντας μετά τις μονάδες υπολογιστή σειριακά με την κεντρική μονάδα, μειώνεται η απαιτούμενη καλωδίωση σε πολύ μεγάλο βαθμό. Στην πιά απλή περίπτωση απαιτείται για την καλωδίωση όλων των μονάδων υπολογιστή μόνο μιά γραμμή δεδομένων, μιά γραμμή γείωσης και μιά γραμμή τροφοδοσίας.

Το κόστος ενός μικροεπεξεργαστή ή

μικροελεγκτή για κάθε στοιχείο που πρέπει να συνδεθεί με την κεντρική μονάδα δέν είναι μεγάλο, δεδομένου ότι υπάρχουν ειδικά ολοκληρωμένα κατάλληλα για το σκοπό αυτό. Εκτός όμως από τα ολοκληρωμένα απαιτείται για την υποστήριξη της επικοινωνίας και κάποιο λογισμικό. Η εταιρεία Bosch σχεδίασε το 1987 τον δίαυλο CAN, ο οποίος αποτελεί ένα πλήρες σύστημα με υλικό και λογισμικό κατάλληλο για λειτουργία στις ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες που επικρατούν πάντα σε ένα αυτοκίνητο. Αυτό όμως δεν σημαίνει κιόλας ότι ο δίαυλος CAN βρίσκει χρήση μόνο στα αυτοκίνητα. Αντίθετα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάλλιστα και σε άλλους τομείς, όπως για παράδειγμα σε βιομηχανικά συστήματα μετρήσεων και ελέγχου.

Χαρακτηριστικά του CAN

Ο δίαυλος CAN έχει δομή πολλών κυρίων μονάδων (multimaster), μιά δομή γνωστή και από άλλα δίκτυα επικοινωνίας γραφείου όπως το Ethernet. Κάθε συμμετοχος του διαύλου μπορεί να αρχίσει να αποστέλλει δεδομένα μόλις διαπιστώσει ότι ο δίαυλος είναι ελεύθερος προς χρήση (CSMA, Carrier Sense Multiple Access). Σε αντίθεση με το σύστημα διαύλου Token Ring και άλλα παρόμοια συστήματα, ο συμμετοχος του CAN δέν χρειάζεται να περιμένει μέχρι να λάβει άδεια εκπομπής.

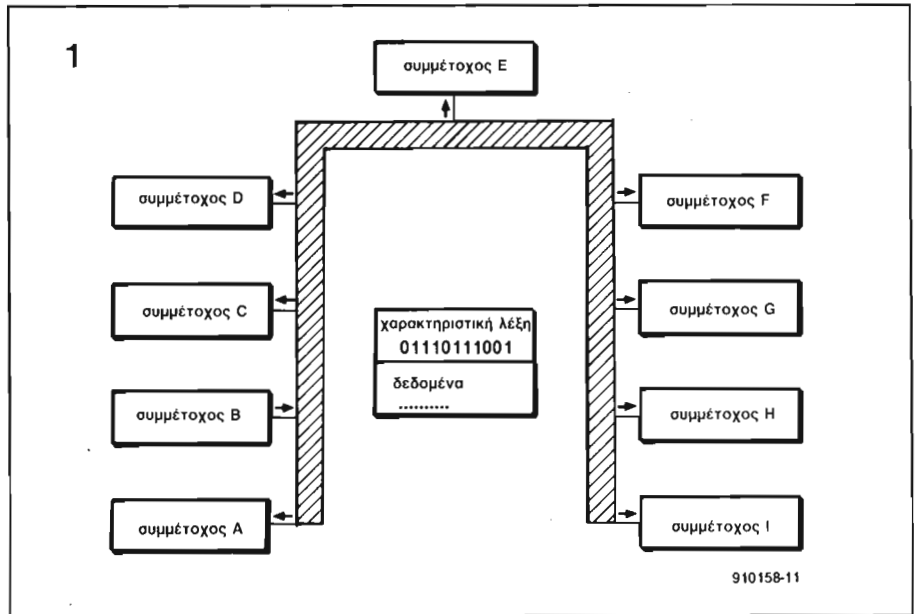
Ο χαρακτηρισμός των δεδομένων σύμφωνα με το αντικείμενο των πληροφοριών που περιέχουν είναι σχετικά νέα μέθοδος. Οι πιά πολλοί δίαυλοι βασίζονται στην κλασική αρχή ότι κάθε συμμετοχος έχει δική του, ξεχωριστή διεύθυνση. Για να στείλει κανείς με ένα κλασικό σύστημα μιά πληροφορία απ' τον συμμετοχο A στον συμμετοχο B, πρέπει το πακέτο των δεδομένων να περιλαμβάνει απαραίτητα και την διεύθυνση του παραλήπτη B. Κατ' αυτόν τον τρόπο ο συμμετοχος B μπορεί να γνωρίζει ποιά δεδομένα απευθύνονται σ' αυτόν και ποιά όχι.

Ο δίαυλος CAN λειτουργεί με μιά άλλη αρχή. Εδώ οι συμμετοχοι δέν έχουν διεύθυνση, αλλά τα δεδομένα συνοδεύονται απο μιά χαρακτηριστική λέξη ανάλογα με το αντικείμενο πληροφόρησης (Σχ.1). Σε ένα σύστημα μέτρησης -για να πάρουμε ένα πρακτικό παράδειγμα- μετρώνται η θερμοκρασία, η τάση και η ταχύτητα περιστροφής. Κάθε ένα από τα μεγέθη αυτά αποστέλεται με συνοδεία διαφορετικής χαρακτηριστικής λέξης (Identifier). Όλοι οι συμμετοχοι του διαύλου μπορούν να λάβουν όλα τα δεδομένα και να τα επεξεργαστούν κιόλας, εφόσον τους ενδιαφέρουν. Η χαρακτηριστική λέξη έχει μήκος 11 bit Θεωρητικά θα

μπορούσαμε λοιπόν να ορίσουμε μέχρι 2048 διαφορετικά αντικείμενα πληροφόρησης. Στην πράξη όμως χρησιμοποιούνται μόνο 2032, γιατί μας χρειάζονται και μερικές λέξεις ως απόθεμα για κάποιες ειδικές λειτουργίες.

Ένα τυπικό πρόβλημα των συστημάτων με πολλές κύριες μονάδες δημιουργείται όταν ο δίαυλος είναι ελεύθερος και επιχειρείται να καταληφθεί ταυτόχρονα από δύο διαφορετικούς συμμετόχους. Είναι αυνόητο ότι ταυτόχρονη χρήση του σειριακού διαύλου από δύο συμμετόχους δεν μπορεί να επιτραπεί, γιατί θα οδηγούσε αναπόφευκτα σε πάρα πολλά σφάλματα μετάδοσης λόγω "σύγκρουσης" των δεδομένων. Για τον λόγο αυτό στο πρωτόκολλο του διαύλου CAN έχει προβλεφθεί μια αποτελεσματική διατηρία (Bus Arbitration) σύμφωνα με προκαθορισμένη σειρά προτεραιότητας.

Το πρωτόκολλο του CAN ορίζει δύο διαφορετικές καταστάσεις bit στον δίαυλο, μία κυρίαρχη και μία υποτελή στάθμη. Η κυρίαρχη στάθμη μπορεί ανά πάσα στιγμή να υπερκαλύψει μία υποτελή. Οι στάθμες αυτές υλοποιούνται με οδηγούς διαύλου ανοικτού συλλέκτη σύμφωνα με το Σχ.2. Υποτελή κατάσταση διαύλου θα έχουμε όταν αποκόπτου όλα τα τρανζίστορ (είσοδος A, B, C, και D = 0V). Εάν άγει έστω και ένα από τα τρανζίστορ, τότε στον δίαυλο θα επικρατήσει η κυρίαρχη στάθμη (0 V). Κατά τη διάρκεια της διατηρίας ο συμμετόχος αποστέλει ένα-ένα τα 11 bit της χαρακτηριστικής λέξης, αλλά αμέσως μετά την αποστολή ενός bit διαβάζει την κατάσταση του διαύλου και την συγκρίνει με το bit που διαβάζει απ' το δίαυλο, εάν δεν είναι ίδιο με το bit που μόλις έστειλε, διακόπτει αμέσως την αποστολή δεδομένων. Κατ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η σύγκρουση των δεδομένων στον δίαυλο. 'Ας δούμε όμως και ένα παράδειγμα: Δύο συμμετόχοι A και B αρχίζουν ταυτόχρονα την αποστολή δεδομένων. Ο πομπός A στέλνει δεδομένα με τη χαρακτηριστική λέξη 01100111001 και ο πομπός B δεδομένα με τη χαρακτηριστική λέξη 01110111001. 'Ας υποθέσουμε επίσης ότι η κυρίαρχη στάθμη είναι η υψηλή στάθμη "1" σύμφωνα με το Σχ.2. Οι πομποί A και B στέλνουν ταυτόχρονα το πρώτο, το δεύτερο και το τρίτο bit και δεν διαπιστώνουν σφάλμα μετάδοσης κάθε φορά που ξαναδιαβάζουν την κατάσταση του διαύλου. Στο τέταρτο bit όμως ο πομπός A θα διαπιστώσει ότι στον δίαυλο κυριαρχεί η στάθμη "1" παρ' όλο που αυτός έστειλε το bit "0" και θα διακόψει αμέσως την προσπάθεια. Μετά την αποχώρηση του πομπού A παραμένει ο B μόνος να τελειώσει (κατά την μελέτη του Σχ.2 μην παραβλέψετε το γεγονός ότι τα τρανζίστορ λειτουργούν ως



Σχ. 1 Στον δίαυλο CAN δεν υπάρχουν διευθύνσεις στις οποίες στέλνονται τα δεδομένα, αλλά το πακέτο δεδομένων συνοδεύεται από μια χαρακτηριστική λέξη, σύμφωνα με την οποία κάθε συμμετόχος επιλέγει τα πακέτα εκείνα που τον αφορούν.

αντιστροφείς).

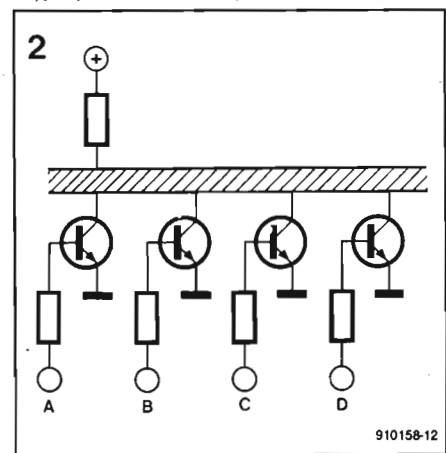
Η παραπάνω μέθοδος αποφυγής σύγκρουσης δεδομένων στον δίαυλο έχει δύο πλεονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι με την δυαδική τιμή της χαρακτηριστικής λέξης ορίζεται ταυτόχρονα και η σειρά προτεραιότητας. Αν ξεκινήσουν ταυτόχρονα δύο συμμετόχοι να αποστέλνουν δεδομένα, θα επικρατήσει στο τέλος ο συμμετόχος εκείνος που αποστέλει χαρακτηριστική λέξη με την μικρότερη δυαδική τιμή. Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι ότι αναγνωρίζεται αμέσως η προτεραιότητα χωρίς να χρειαστεί να διακοπεί η εκπομπή. Στους κλασικούς διαύλους όταν διαπιστωθεί σύγκρουση δεδομένων, διακόπτεται η εκπομπή και των δύο συμμετόχων και επαναλαμβάνεται η προσπάθεια μόλις περάσει κάποιος τυχαίος χρόνος, διαφορετικός για τους δύο συμμετόχους. Με άλλα λόγια, ο δίαυλος CAN

λειτουργεί ενεργά αποφεύγοντας την σύγκρουση δεδομένων, ενώ οι άλλοι δίαυλοι, απλά την διαπιστώνουν.

Για την εξυπηρέτηση των πολυσύνθετων λειτουργιών που εκτελούνται σε ένα αυτοκίνητο μας χρειάζεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων. Η μέγιστη δυνατή ταχύτητα μετάδοσης με δίαυλο CAN περιορίζεται από τον χρόνο καθυστέρησης του καλωδίου και των οδηγών διαύλου. Με χρόνο καθυστέρησης οδηγών διαύλου 100 ns και με γραμμική γείωση συλλέκτη γύρω απ' τη γραμμική δεδομένων μπορούμε να επιτύχουμε ταχύτητα μετάδοσης 1 bit/s σε μήκος 40 m. Με αντίστοιχη μείωση της ταχύτητας μπορούμε να επιτύχουμε μήκος διαύλου μέχρι και 1000 m.

Με μια χαρακτηριστική λέξη μπορούν να μεταφερθούν ωφέλιμα δεδομένα μέχρι και 8 byte. Από πρώτη άποψη ίσως σας φανούν λίγα τα 8 byte, αλλά δεν πρέπει να ξεχνάτε ότι ο δίαυλος CAN δεν είναι σχεδιασμένος για μεταφορά μιας τιμής μέτρησης ή μιας κατάστασης κάποιας διαδικασίας οπότε αρκούν και περισσεύουν τα 8 byte.

Ένα σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης της πραγματικής ταχύτητας μεταφοράς είναι ο λόγος των ωφέλιμων δεδομένων προς το σύνολο των δεδομένων. Στο πρωτόκολλο CAN ο λόγος αυτός φτάνει μέχρι 57%, ανάλογα με την δομή των δεδομένων (θα την γνωρίσουμε λίγο πιο κάτω). Δεδομένου ότι τα ωφέλιμα δεδομένα του CAN δεν έχουν μεγάλο μήκος, μπορούμε να πούμε ότι το 57% είναι μια σχετικά καλή τιμή.



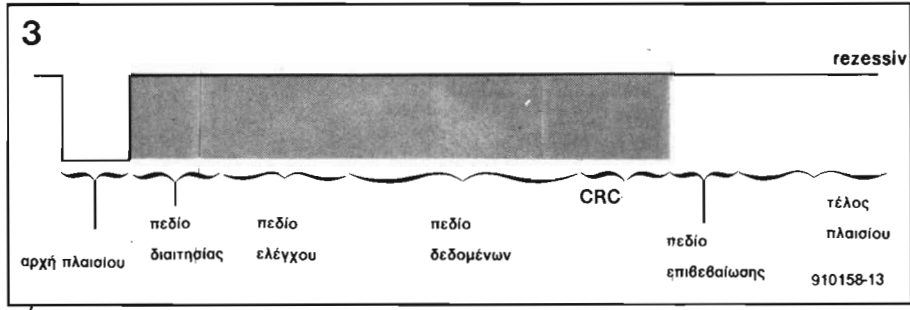
Σχ. 2 Με έναν οδηγό διαύλου με εξόδους ανοικτού συλλέκτη συρματωμένες σε λογική AND μπορούν να παραχθούν εύκολα οι απαιτούμενες στάθμες.

Το είδος της σύζευξης στον δίαυλο CAN και το είδος της γραμμής μεταφοράς, δεν ορίζονται στο πρωτόκολλο του CAN. Ανάλογα με την εφαρμογή μπορούν να χρησιμοποιηθούν γραμμές με ένα σύρμα, με δύο σύρματα ή με οπτική ίνα. Συνήθως χρησιμοποιείται γραμμή δύο συρμάτων με τη γείωση τυλιγμένη γύρω από τη γραμμή δεδομένων και σύζευξη διαύλου βασισμένη στη RS-485.

Ειδικά λόγω των δυσμενών συνθηκών που επικρατούν στο αυτοκίνητο θα πρέπει να λάβει κανείς πολύ σοβαρά υπόψη του την ασφάλεια μεταφοράς των δεδομένων. Το πρωτόκολλο CAN λαμβάνει πολλά μέτρα προστασίας, πράγμα εντελώς απαραίτητο: Για φανταστείτε να τρέχετε 130 km/h με το αυτοκίνητο και το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων να πάρει λάθος εντολή και να θάλει ξαφνικά την όπισθεν! Ο δίαυλος CAN προστατεύει λοιπόν πολλαπλά την μεταφορά των δεδομένων και αναγνωρίζει τα εσφαλμένα bit. Η απόσταση Hamming (ένα μέτρο αξιολόγησης της ασφάλειας μεταφοράς) είναι στον δίαυλο CAN HD=6, πράγμα που σημαίνει ότι σε ένα πλαίσιο πληροφοριών μπορούν να αναγνωριστούν αξιόπιστα μέχρι και πέντε εσφαλμένα bit. Μόλις κάποιος από τους συμμετόχους διαπιστώσει ένα σφάλμα σε κάποια πληροφορία που έλαβε, στέλνει αμέσως ένα πλαίσιο σφάλματος προς όλους τους άλλους συμμετόχους και τους ειδοποιεί ότι πρέπει να απορίψουν την συγκεκριμένη πληροφορία με το σφάλμα. Κατ' αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται ότι όλες οι πληροφορίες φτάνουν χωρίς σφάλμα σε όλους τους συμμετόχους. Ο συμμετόχος εκείνος που έστειλε την πληροφορία με το σφάλμα μεταφοράς λαμβάνει κι αυτός το πλαίσιο σφάλματος και επαναλαμβάνει την αποστολή.

Δομή των πλαισίων

Το πρωτόκολλο CAN ορίζει δύο πλαίσια πληροφοριών για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των κόμβων. Με το πλαίσιο δεδομένων (Data Frame) μεταδίδονται τα ωφέλιμα δεδομένα, ενώ με το τηλεπλαίσιο (Remote Frame) ζητούνται δεδομένα από άλλους συμμετόχους. Η δομή των πλαισίων δείχνεται στο Σχ.3 Στην αρχή υπάρχει ένα bit (Start of Message) με το οποίο δηλώνεται η εκκίνηση ενός πλαισίου δεδομένων ή ενός τηλεπλαισίου. Όλοι οι συμμετόχοι συγχρονίζονται με το κατερχόμενο μέτωπο αυτού του bit. Μετά ακολουθεί το πεδίο διαίτησίας με τη χαρακτηριστική λέξη 11 bit και το bit RTR (Remote Transmission Request). Με το bit αυτό ορίζεται αν το παρόν πλαίσιο είναι πλαίσιο δεδομένων (RTR=0) ή αν είναι τηλεπλαίσιο



Σχ. 3 Το πρωτόκολλο CAN ορίζει δύο είδη πλαισίων για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των κόμβων: Το πλαίσιο δεδομένων που περιέχει τα βασικά δεδομένα και το τηλεπλαίσιο με το οποίο μπορούν να ζητηθούν δεδομένα από άλλους συμμετόχους.

(RTR=1). Με το πεδίο ελέγχου δίνεται το μήκος των ωφέλιμων δεδομένων σε Byte. Από το πεδίο ελέγχου χρησιμοποιούνται μόνο τα τέσσερα κατώτερα bit, ενώ τα δύο ανωτέρω είναι ελεύθερα για ειδικές χρήσεις. Στο τηλεπλαίσιο αγνοείται το πεδίο ελέγχου αφού δεν περιέχει χρήσιμα δεδομένα. Τα βασικά δεδομένα που θέλουμε να μεταφέρουμε βρίσκονται στο πεδίο δεδομένων και μπορούν να έχουν μήκος 0 έως 8 Byte.

Το πεδίο CRC περιέχει το άθροισμα ελέγχου CRC μήκος 15 bit και ένα bit περιορισμού, το οποίο σκοπό έχει να δώσει χρόνο στον δέκτη να επεξεργαστεί το άθροισμα ελέγχου. Το άθροισμα ελέγχου σχηματίζεται από όλα τα bit του πλαισίου που έχουν μεταδοθεί ως εκείνη τη στιγμή. Το πλαίσιο κλείνει με ένα πεδίο επιβεβαίωσης και με ένα πεδίο τερματισμού. Στο πεδίο επιβεβαίωσης ο πομπός στέλνει δύο υποτελή bit. Όλοι οι κόμβοι που έχουν λάβει σωστά το πλαίσιο απαντούν αμέσως με ένα κυρίαρχο bit ως επιβεβαίωση. Μετά ακολουθεί το πλαίσιο τερματισμού αποτελούμενο από 7 υποτελή bit. Μεταξύ δύο διαδοχικών πλαισίων υπάρχει πάντα ένα κενό μήκους τουλάχιστον 3 bit. Όποιος συμμετόχος χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να επεξεργαστεί το προηγούμενο πλαίσιο εναποθέτει στον δίαυλο ένα πλαίσιο υπερφόρτωσης, καθυστερώντας έτσι για λίγο την εκκίνηση του επόμενου πλαισίου. Ένα άλλο είδος πλαισίου είναι το πλαίσιο σφάλματος, τη λειτουργία του οποίου έχουμε περιγράψει ήδη.

Ειδικά ολοκληρωμένα

Ένας σημαντικός λόγος για τον οποίο ο δίαυλος CAN παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον είναι ότι υπάρχουν σχετικά φτηνά ολοκληρωμένα τα οποία αναλαμβάνουν πλήρως την διαδικασία που υπαγορεύει το πρωτόκολλο. Προς το παρόν υπάρχουν δύο τέτοιοι ολοκληρωμένοι ελεγκτές, ο 82526 της Inter και ο PCA82C200 της Philips, και οι δύο είναι σχεδιασμένοι για σύνδεση με

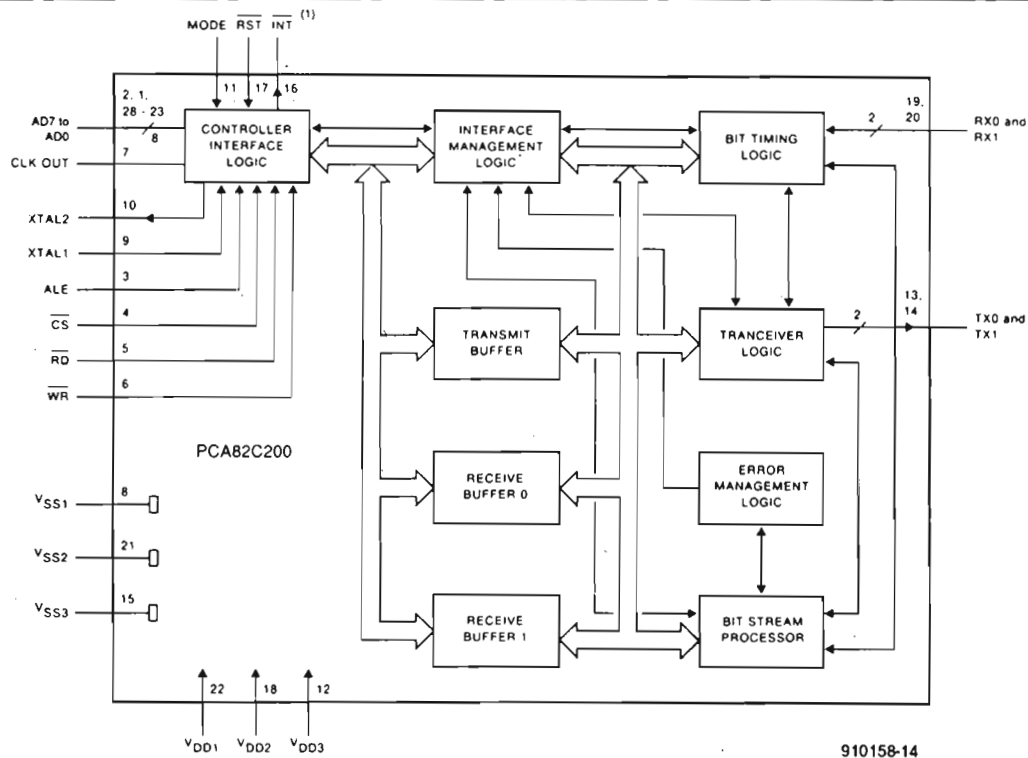
μικροελεγκτή. Ο 82526, γνωστός και ως Full-CAN-Controller, μπορεί να αποθηκεύσει και να διαχειριστεί από 5 έως 18 πλαίσια δεδομένων.

Ο 82C200, γνωστός και ως Basic-CAN-Controller, διαθέτει μόνο δύο καταχωρητές λήψης και έναν καταχωρητή αποστολής. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των δύο αυτών ελεγκτών θα τα βρείτε στους Πίνακες 1 και 2.

Στο Σχ4 βλέπουμε το γενικό διάγραμμα λειτουργίας του 82C200 και τις συνδέσεις του μικροελεγκτή στον δίαυλο CAN. Οι RX0 και RX1 είναι διαφορικές εισόδους για τα λαμβανόμενα δεδομένα. Οι ακροδέκτες TX0 και TX1 είναι έξοδοι για τα αποστέλλομενα δεδομένα. Οι έξοδοι TX0 και TX1 μπορούν να προγραμματιστούν απ' το λογισμικό και να μετατραπούν σε εξόδους ανοικτού συλ-

Πίνακας 1. Σημαντικότερα χαρακτηριστικά του ελεγκτή 82526.
2032 διαφορετικές χαρακτηριστικές λέξεις
ταχύτητα δεδομένων έως 1 Mbit/s
προγραμματιζόμενο είδος εξόδων δεδομένων
ρεύμα τροφοδοσίας 22 mA typ.
τάση τροφοδοσίας 5 V
εύκολη σύνδεση με επεξεργαστές της οικογένειας 8051
συσκευασία PLCC με 44 ακίδες
δύο πόρτες 8 bit.

Πίνακας 2. Σημαντικότερα χαρακτηριστικά του ελεγκτή 82C200
2032 διαφορετικές χαρακτηριστικές λέξεις
ταχύτητα δεδομένων έως 1 Mbit/s
ρεύμα τροφοδοσίας 15 mA typ.
τάση τροφοδοσίας 5 V
σύνδεση με επεξεργαστές Intel και Motorola
συσκευασία DIL28 ή SO28.



(1) During 'sleep mode' this pin functions as an input.

Σχ. 4 Γενικό διάγραμμα του 82C200.

λέκτη, ανοικτής πύλης ή push-pull, με αναστροφή ή χωρίς αναστροφή των δεδομένων. Για την σύνδεση με τον δίαυλο απαιτείται συνήθως και ένας οδηγός, π.χ. στην τυποποιημένη σύνδεση RS-485.

Οι ακροδέκτες με τους οποίους συνδέεται ο 82C200 με τον μικροελεγκτή είναι στην αριστερή πλευρά του σχ.4. Ανάλογα με την στάθμη στην ακίδα Mode μπορεί ο ελεγκτής να συνδεθεί κατευθείαν είτε με έναν μικροεπεξεργαστή συμβατό με τον 8051 (Mode = "1") είτε με έναν επεξεργαστή της Motorola. Στις ακίδες XTAL1 και XTAL2 συνδέεται ο κρύσταλλος ή κάποια εξωτερική πηγή χρονισμού 16MHz.

Για την διαμόρφωση, την αποστολή και τη λήψη των πλαισίων ο 80C200 διαθέτει 32 καταχωρητές κατάστασης, ελέγχου και δεδομένων, προσπελάσιμους από τον εξωτερικό μικροεπεξεργαστή. Με τους καταχωρητές κατάστασης και ελέγχου προγραμματίζεται η ταχύτητα μετάδοσης, καθώς επίσης το είδος λειτουργίας των εξόδων και η συμπεριφορά του ολοκληρωμένου σε αιτήσεις διακοπής του προγράμματος (Interrupt). Για να αποσταλεί ένα πλαίσιο πρέπει ν' αποθηκευτούν πρώτα όλες οι πληροφορίες, δηλαδή η χαρακτηριστική λέξη, το bit τηλεπλαισίου, το μήκος δεδομένων και τα ίδια τα δεδομένα στους αντίστοιχους καταχωρητές.

Η διαδικασία της αποστολής εκκινείται δίνοντας την τιμή "1" σε ένα συγκεκρι-

μένο bit ελέγχου. Από εκεί και πέρα όλα γίνονται αυτόματα από τον ελεγκτή. Για την λήψη πλαισίων από τον δίαυλο CAN υπάρχει ένα φίλτρο, το αποκαλούμενο φίλτρο αποδοχής.

Το φίλτρο αυτό επιτρέπει μόνο τη διέλευση πλαισίων, των οποίων η χαρακτηριστική λέξη τηρεί κάποιες συνθήκες. Κατ' αυτόν τον τρόπο λαμβάνει κάθε συμμετοχος μόνο τα πλαίσια εκείνα που τον αφορούν.

Τα πλαίσια που θα καταφέρουν να περάσουν το φίλτρο αποδοχής αποθηκεύονται σε έναν από τους δύο καταχωρητές εισόδου. Με τη λήψη κάποιου πλαισίου δίνεται η τιμή "1" σε κάποιο bit κατάστασης και εφόσον επιτρέπεται επιχειρείται και μια διακοπή της ροής του προγράμματος. Από εδώ και πέρα τα δεδομένα που λήφθηκαν βρίσκονται στη διάθεση του μικροεπεξεργαστή.

Προοπτικές

Μέχρι τώρα χρειάζονται για τη δημιουργία ενός κόμβου τουλάχιστον ένας μικροεπεξεργαστής με μνήμη προγράμματος, ένας ελεγκτής CAN και ένας οδηγός δίαυλου. Πέραν αυτού χρειάζονται για την σύνδεση ενός στοιχείου (αισθητηρίου ή εκτελεστικού οργάνου) και ένας μετατροπέας A/D ή D/A. Ένας νέος μικροελεγκτής υπόκειται να μειώσει κατά πολύ όλα αυτά τα εξαρτήματα. Πρόκειται για τον ελεγκτή 80C592 της Philips, ο οποίος περιλαμβάνει

τον πυρήνα ενός 8051 και εκτός από τον οδηγό δίαυλου έχει ενσωματωμένα όλα τ' άλλα απαιτούμενα εξαρτήματα. Συγκεκριμένα περιέχει:

- έναν μετατροπέα A/D 10 bit με 8 κανάλια,
- μια πηγή τάσης αναφοράς,
- δύο εξόδους RWM,
- έναν πλήρη ελεγκτή CAN,
- μια σειριακή θύρα RS 232,
- μνήμη RAM 512 Byte,
- τρεις απαριθμητές 16 bit,
- πέντε αμφίδρομες πόρτες 8 bit,
- έναν επιτηρητή Watchdog,
- δυνατότητα επέκτασης με ROM 16 KByte η EPROM.

Χάρη στον ελεγκτή αυτόν μπορεί κανείς να δημιουργήσει κόμβους με μικρό κόστος εργασίας και χρήματος.

Επίλογος

Ο δίαυλος CAN χαρακτηρίζεται από το καλό πρωτόκολλο επικοινωνίας, από την ύπαρξη ελεγκτών με πολλές δυνατότητες και από την διεθνή τυποποίηση που θα συμφωνηθεί κατά πάσα πιθανότητα σε λίγο. Πίσω από τον δίαυλο CAN βρίσκονται μεγάλα ονόματα, όπως Bosch, Daimler - Benz, BMW, Philips, και Intel.

Ο δίαυλος CAN δεν είναι κατάλληλος μόνο για χρήση σε αυτοκίνητο, αλλά βρίσκει εφαρμογή και σε συστήματα μέτρησης, οδήγησης, ελέγχου κ.λ.π.