

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΜΕ ΜΙΚΡΟΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ
ΓΙΑ ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Κ. Δραγώνας, Θ. Παχίδης, Ε. Αγιαννίδου, Π. Λιναρδής

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΦΥΣΙΚΟ ΤΜΗΜΑ
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ABSTRACT: Παρουσιάζεται μια μονάδα ελέγχου για τοπικό δίκτυο υπολογιστών τύπου Ethernet που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στο εργαστήριό μας με σκοπό το χαμηλό κόστος κατασκευής. Η μονάδα βασίζεται στον μικροπεξεργαστή Z80 και τα περιφερειακά του. Η σχεδίαση αυτή εκτός από το χαμηλό κόστος έχει το πλεονέκτημα ότι δημιουργεί μικρή επιβάρυνση στον φιλοξενούντα υπολογιστή και επιτρέπει την εύκολη χρήση ποικίλων πρωτοκόλλων επικοινωνίας διότι η μονάδα είναι εξωτερικά προγραμματιζόμενη. Επιπλέον ο ρυθμός μεταφοράς των δεδομένων είναι αρκετά ικανοποιητικός (250 kbits/sec) συγκριτικά με το κόστος του.

1. Εισαγωγή

Τοπικό δίκτυο υπολογιστών (LAN, Local area network) είναι ένα δίκτυο μεταφοράς data που καλύπτει μια περιορισμένη γεωγραφική περιοχή από 0.1 έως 10 km. Οι απαιτήσεις σε hardware και software για κάθε υπολογιστική μονάδα, παρόλη την κάθετη ανάπτυξη της τεχνολογίας, διατηρούν σε υψηλά επίπεδα το κόστος εγκατάστασης ενός τέτοιου δικτύου. Το γεγονός αυτό μας οδήγησε στην μελέτη και τελικά την κατασκευή μιας μονάδας ελέγχου για τοπικό δίκτυο υπολογιστών χαμηλού κόστους.

Η μονάδα αυτή μπορεί να υποστηρίξει ταυτόχρονα διαφορετικούς υπολογιστές και επιτρέπει την επιλογή και χρήση από ένα ευρύ σύνολο πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Χαρακτηριστικά της είναι τα εξής:

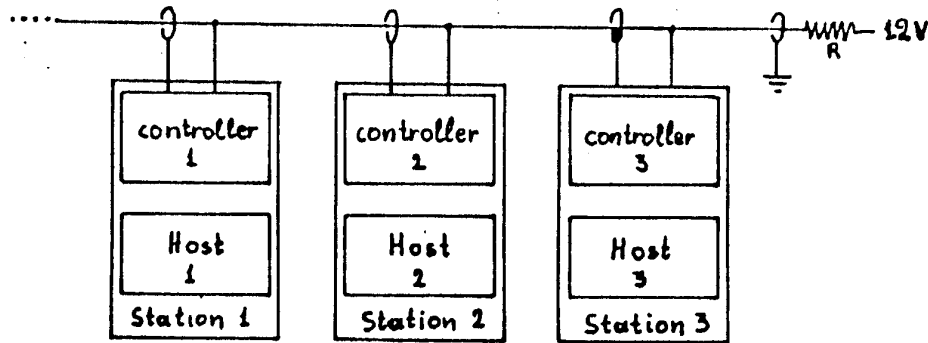
α) Χαμηλό κόστος (περίπου 10.000 δρχ.) ανά συνδεδεμένο υπολογιστικό σύστημα.

β) Σύνδεση των υπολογιστικών συστημάτων σε τοπολογία λεωφόρου (τύπου Ethernet) με απλό ομοαξονικό καλώδιο.

- γ) Ρυθμό μετάδοσης πληροφορίας 250 kbits/s.
- δ) Μεγάλη ευελιξία ως προς την επιλογή πρωτοκόλλων και τρόπων επικοινωνίας.
- ε) Ασύγχρονη λειτουργία του συστήματος με μεταγωγή πακέτου. (packet switching)
- στ) Ευκολία προσαρμογής σε διάφορους τύπους υπολογιστών, και
- ζ) Αξιοπιστία και επεκτασιμότητα.

2. Περιγραφή του δικτύου

Το τοπικό δίκτυο που επιλέχθηκε είναι δίκτυο τύπου Ethernet. Το τοπικό δίκτυο αποτελείται από ένα αριθμό σταθμών συνδεδεμένων μεταξύ τους με ομοαξονικό καλώδιο που αποτελεί την γραμμή μεταφοράς δεδομένων. Σαν σταθμός ορίζεται ένα πλήρες υπολογιστικό σύστημα συνδεδεμένο με ένα ελεγκτή μέσω του οποίου γίνεται δυνατή η πρόσβαση του συστήματος στο δίκτυο. Ομοαξονικό καλώδιο χρησιμοποιείται λόγω της μεγάλης αξιοπιστίας του, του όγκου μεταφοράς δεδομένων και της σχετικά χαμηλής τιμής του. Η μορφή διασύνδεσης των σταθμών στο δίκτυο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα και είναι γνωστή σαν τοπολογία λεωφόρου.



Πλεονεκτήματα της τοπολογίας αυτής είναι:

- α) Η δυνατότητα επέκτασης του δικτύου απλά με τη σύνδεση κάθε νέου σταθμού στη γραμμή μεταφοράς δεδομένων.
- β) Η εύκολη πρόσβαση στο δίκτυο από κάθε σταθμό που μόλις μπαίνει σ' αυτό.
- γ) Η ανοχή του δικτύου σε βλάβες. Η ανοχή οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε σταθμός καθορίζει ανεξάρτητα από τους άλλους σταθμούς τις συνθήκες πρόσβασής του στο δίκτυο. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει κεντρικός ελεγκτής (master

computer) που να διευθύνει την διακίνηση των πληροφοριών στο δίκτυο (star topology) ούτε οι σταθμοί είναι στη σειρά συνδεδεμένοι με αποτέλεσμα βλάβη του ενός να προκαλεί διακοπή στο δίκτυο (ring topology).

Κάθε σταθμός χαρακτηρίζεται από ένα αριθμό (από 1 έως 255) που εκφράζει την ταυτότητά του και δεν έχει σχέση με τη θέση ή την προτεραιότητα του σταθμού στο δίκτυο. Κάθε αναφορά στο σταθμό γίνεται μέσω αυτού του αριθμού. Η εκπομπή των μηνυμάτων γίνεται με τη μορφή πακέτων πληροφορίας τα οποία "ακούν" όλοι οι σταθμοί. Μια τυπική μορφή πακέτου φαίνεται παρακάτω:

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|----------|----------|---------|--------|--------|----------------|-------------|-------|-------------|--------|--------|--------|
| start | receiver | transmit | control | packet | inform | for future use | information | field | frame check | ending | | |
| byte | address | address | flag | number | length | | | | | flag | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ... | 10+(5) | 12+(5) |

start byte: Δηλώνει την αρχή της εκπομπής. Χρησιμοποιείται για να πληροφορεί τους παραλήπτες για την αρχή ενός πακέτου και ότι το επόμενο byte θα είναι το address byte. Η τιμή του είναι αυθαίρετη. (Εκλέχθηκε η τιμή 01111110).

receiver address: Περιέχει την διεύθυνση του παραλήπτη (1-255) Η τιμή 0 σημαίνει ότι το πακέτο απευθύνεται σε όλους. (Global call).

transmitter address: Περιέχει την διεύθυνση του εκπομπού.

control flag: Κωδικός που εκφράζει το είδος του πεδίου πληροφορίας π.χ. χαρακτήρες ASCII, κώδικας μηχανής κ.τ.λ. Εδώ καταχωρούνται ορισμένες εντολές προς τον παραλήπτη που αφορούν τα προηγούμενα πακέτα.

packet number: Ο αύξοντας αριθμός του πακέτου (1-255). Επανάληψη του αύξοντας αριθμού σημαίνει ότι το προηγούμενο πακέτο με τον ίδιο αριθμό θα πρέπει να το αγνοήσει. Αν ο αύξοντας αριθμός πρέπει να υπερβεί το μέγιστο (255) τότε ειδικός κωδικός στο control flag του πακέτου με αριθμό 255 δείχνει ότι τα επόμενα πακέτα αποτελούν συνέχεια του ίδιου μηνύματος. Το επόμενο πακέτο θα έχει αριθμό 1. Αύξοντας αριθμός ίσος με 0 δείχνει ότι το πακέτο αυτό είναι το τελευταίο του μηνύματος.

information length: Το πεδίο αυτό εκφράζει τον αριθμό των bytes του πεδίου πληροφορίας μειωμένο κατά ένα. Τυπικά είναι ίσος με 255 εκτός από το τελευταίο πακέτο.

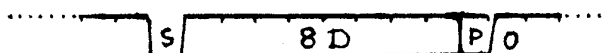
for future use: Τρία bytes κρατημένα για μελλοντική χρήση.

information field: Πεδίο πληροφορίας με μήκος όσο δείχνει η θέση information length αυξημένο κατά ένα.

frame check: Είναι δύο bytes που περιέχουν το modulo 65536 του αθροίσματος των bytes που προηγήθηκαν (εκτός του start byte). Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση λαθών.

ending flag: Αυθαίρετο byte που εκφράζει το τέλος του πακέτου (ίσο με το start byte).

Κάθε σταθμός εκπέμπει όταν η γραμμή μεταφοράς δεδομένων είναι ελεύθερη. Ο παραλήπτης αφού αναγνωρίσει την διεύθυνσή του λαμβάνει το πακέτο πληροφορίας. Αν αυτό είναι σωστό ο παραλήπτης επιβεβαιώνει τη λήψη του με μήνυμα που στέλνει στον εκπομπό. Αν ο εκπομπός δεν λάβει την επιβεβαίωση λήψης μέσα σε ένα χρονικό διάστημα θεωρεί ότι το πακέτο έχει χαθεί και το επανεκπέμπει. Σε περίπτωση που ο παραλήπτης ανιχνεύσει λάθος κατά τον έλεγχο του frame check μπορεί να ζητήσει την επανεκπομπή του πακέτου προκαλώντας τεχνητή σύγκρουση (collision) κατά την διάρκεια της εκπομπής του ending flag. "Κατάσταση σύγκρουσης" έχουμε γενικά όταν δύο ή περισσότεροι σταθμοί προσπαθήσουν να εκπέμψουν ταυτόχρονα. Τότε τα πακέτα πληροφορίας αλλοιώνονται. Οι σταθμοί ανιχνεύουν την κατάσταση σύγκρουσης και όταν συμβεί επαναεκπέμπουν μετά από τυχαία χρονική καθυστέρηση που καθορίζεται από κάποιο αλγόριθμο. Για καθορισμένο αριθμό πακέτων που λαμβάνονται από ένα σταθμό εκπέμπεται από τον σταθμό αυτό ένα πακέτο επιβεβαίωσης με πληροφορίες καταστάσεως προς τον εκπομπό. Τα bytes ενός πακέτου εκπέμπονται το ένα μετά το άλλο με χρονική διαφορά μικρότερη του ενός byte και συνοδεύονται από ένα start bit, ένα ψηφίο ισότητας και ένα stop bit. Η μορφή τους φαίνεται παρακάτω:



S: start bit

8D: byte δεδομένων

P: ψηφίο ισότητας

O: stop bit

Το software του δικτύου μπορεί να αναλυθεί σε τρία βασικά επίπεδα. Αυτά είναι:

α) Το πρώτο επίπεδο που περιλαμβάνει τις χαμηλού επιπέδου ρουτίνες εκπομπής και λήψης.

β) Το δεύτερο που αφορά το πρωτόκολλο επικοινωνίας, και

γ) Το τρίτο που σχετίζεται με το πρόγραμμα εφαρμογής.

Ο διαχωρισμός αυτός σε τρία επίπεδα περιορίζει τις απαιτούμενες τροποποιήσεις στο software κατά την προσαρμογή του δικτύου σε διάφορα συστήματα με διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Τα βασικά αυτά επίπεδα μπορούν να αναλυθούν σε περισσότερα επιμέρους επίπεδα.

3. Περιγραφή του Controller

A. Γενικά

Για την υλοποίηση του δικτύου απαιτείται η κατασκευή του ελεγκτή που επιτρέπει την συνδεση του κεντρικού υπολογιστή κάθε σταθμού με το δίκτυο. Οι εργασίες που εκτελεί ο ελεγκτής είναι:

α) Παρακολούθηση του δικτύου και περισυλλογή των πακέτων που αφορούν τον συγκεκριμένο σταθμό.

β) Έλεγχος για την ορθή λήψη του πακέτου.

γ) Ειδοποίηση του κεντρικού υπολογιστή ότι έχει περισυλλεγει ένα πακέτο και αναφορά πληροφοριών που αφορούν την λήψη του.

δ) Εκπομπή ενός πακέτου και αναφορά καταστάσεως εκπομπής.

ε) Έλεγχος των συγκρούσεων κατά την εκπομπή πακέτου και λήψη σχετικών αποφάσεων.

Οι παραπάνω εργασίες καθορίζουν και τη διάταξη των επιμέρους τμημάτων της κατασκευής. Αυτά είναι:

i) Το τμήμα επικοινωνίας του υπολογιστή με τον κεντρικό υπολογιστή (host). Αυτό εξαρτάται από τον εκάστοτε επεξεργαστή του Host υπολογιστή.

ii) Το τμήμα της λογικής μονάδας του ελεγκτή. Είναι υπεύθυνο για την αναγνώριση των πακέτων που αφορούν τον σταθμό, τον έλεγχο των συγκρούσεων και γενικά τον συντονισμό των μονάδων που απαρτίζουν τον ελεγκτή, και

iii) Το τμήμα σύνδεσης του ελεγκτή στο δίκτυο. Αυτό αναλαμβάνει την επικοινωνία του ελεγκτή με το δίκτυο.

Από τα τμήματα αυτά το πρώτο και το δεύτερο έπρεπε να σχεδιαστούν έτσι ώστε να παρέχουν ευελιξία και τη δυνατότητα εύκολης αλλαγής ανάλογα με τον προς σύνδεση υπολογιστή. Η αναζήτηση των κατάλληλων ολοκληρωμένων οδήγησε στην εκλογή του επεξεργαστή Z80A σε συνδυασμό με την σειριακή μονάδα επικοινωνίας Z80A SIO-0. Ο επεξεργαστής Z80A κυκλοφορεί στην ελληνική αγορά, σε χαμηλή τιμή συγκριτικά με άλλους επεξεργαστές της ίδιας κατηγορίας, είναι αρκετά γρήγορος και διαθέτει ένα ισχυρό σετ εντολών. Από την άλλη ο Z80A SIO-0 επιτρέπει σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία, περιέχει έτοιμα πρωτόκολλα επικοινωνίας και παρέχει εσωτερική διαίρεση χρόνου. Τα πλεονεκτήματα αυτά ως προς τις δυνατότητές τους επιτρέπουν την σχετικά εύκολη υλοποίηση των συνθηκών επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο (real time). Το αποτέλεσμα είναι η κατασκευή ενός ελεγκτή ευέλικτου και με χαμηλό κόστος. Η ευελιξία του συνίσταται στα εξής:

α) Πολλά στοιχεία όπως η μορφή του πακέτου, η επικοινωνία με τον φιλοξενούντα υπολογιστή, η στρατηγική αποφυγής των συγκρούσεων κ.τ.λ. καθορίζονται με Software.

β) Είναι συμβατός από πλευράς πρωτοκόλλου με δίκτυα που χρησιμοποιούν την βασική φιλοσοφία του Ethernet.

γ) Δυνατότητα πειραματισμών σε πρωτόκολλα επικοινωνίας και συνεπώς χρήσης του για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

δ) Σύνδεση σε bus υπολογιστών και εύκολη προσαρμογή του. Ένα γενικό μπλοκ διάγραμμα του Controller παρουσιάζεται στο σχήμα 1.

B. Hardware

Η σχεδίαση του τυπωμένου κυκλώματος του ελεγκτή στηρίχθηκε στο διάγραμμα 2. Όπως φαίνεται από αυτό ο συγκεκριμένος ελεγκτής κατασκευάστηκε για να συνδεθεί στους μικροπολογιστές Rockwell Aim-65 που έχουν σαν επεξεργαστή τον 6502 και χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς στο εργαστήριο ψηφιακών ηλεκτρονικών. Η σύνδεση του Controller με τον Aim-65 γίνεται μέσω των γραμμών $\overline{R/W}$, \overline{RES} , \overline{SYS} , $\overline{R/W}$, $\overline{CS8}$, $\overline{CS9}$, A0-A10 και D0-D7 που παρέχονται στον edge connector J3. Ο Aim-65 βλέπει τον Controller σαν 2 kbytes μνήμης. Μέσω της μνήμης αυτής προγραμματίζει τον Z80. Επιπλέον ο Aim-65 διατηρεί και άμεσα

τον έλεγχο ορισμένων βασικών λειτουργιών του Z80 με τη χρησιμοποίηση δύο καταχωρητών μέσα από τους οποίους μεταφέρονται οι βασικές πληροφορίες ελέγχου και κατάστασης του ελεγκτή. Ο Aim-65 βλέπει τους καταχωρητές σαν μια θέση μνήμης χρησιμοποιώντας το $\overline{CS8}$ σαν \overline{CE} των καταχωρητών.

Γράφοντας ένα byte στη θέση των καταχωρητών επιβάλλει την αντιστοιχη κατάσταση στον Z80. Τα bit έχουν την εξής σημασία:

- bit 0 : \overline{RESET}
- bit 1 : \overline{BUSRQ}
- bit 2 : \overline{NMI}
- bit 3-7 : δεν χρησιμοποιούνται.

Ο διακόπτης SW2 επιτρέπει η κατάσταση \overline{RESET} να επιβληθεί και χειροκίνητα. Με το σήμα \overline{BUSRQ} ζητά ο Aim-65 από τον Z80 να του επιτραπεί η πρόσβαση στη μνήμη. Ο Z80 ανταποκρίνεται μετά το τέλος της εκτελούμενης εκείνη τη στιγμή εντολής (καθυστέρηση 5 μs) και αποσύρεται ανοίγοντας τον δρόμο στον Aim-65 με το σήμα \overline{BUSAK} . Με \overline{NMI} ειδοποιεί τον Z80 ότι έχει τροφοδοτήσει την RAM με μια νέα εντολή.

Ο Aim-65 διαβάζοντας αντίθετα την θέση μνήμης των καταχωρητών (Status) παίρνει πληροφορίες για την κατάσταση του ελεγκτή. Η σημασία των bits είναι τότε:

- bit 0 : controller \overline{busy}
- bit 1 : channel A \overline{busy}
- bit 2 : channel B \overline{busy}
- bit 3 : channel A transmit/receive
- bit 4 : channel B transmit/receive
- bit 5 : network free
- bit 6-7: δεν χρησιμοποιούνται.

Οι πληροφορίες αυτές φορτώνονται από τον Z80 στον καταχωρητή Status που τον βλέπει σαν μια θέση I/O με τα A2, A3, A4 με τιμές 1, 1, 0 αντίστοιχα.

Αίτηση διακοπής του Z80 στον Aim-65 γίνεται μέσω του flip-flop (ff) όταν είναι A3="0", \overline{IOREQ} ="0", \overline{WR} ="0" και D0="1". Την αίτηση διακοπής μπορεί να την άρει αν θέσει D0="0".

Η μνήμη που χρησιμοποιείται στον ελεγκτή είναι Static RAM 2 kbytes. Σ' αυτήν ο Z80 έχει πρόσβαση οποιαδήποτε

στιγμή, αρκεί να μην είναι αποσυνδεδεμένος (λόγω BUSRQ). Αντίθετα ο Aim-65 οφείλει πριν από κάθε πρόσβαση:

α) Να ελέγξει την κατάσταση του Controller περιμένοντας μέχρι να τον βρεί ελεύθερο.

β) Να αποδεσμεύσει τον Z80 κάνοντας αίτηση $\overline{\text{BUSRQ}}$.

γ) Να περιμένει μέχρις ότου ανταποκριθεί ο Z80.

δ) Να ενεργοποιήσει τον Z80, μετά την πρόσβαση στη μνήμη, αίροντας την κατάσταση $\overline{\text{BUSRQ}}$.

Ο Z80 συνδέεται με την μνήμη με το σήμα ελέγχου $\overline{\text{MREQ}}$. Όταν η τιμή του $\overline{\text{MREQ}}$ είναι Low τότε στο address bus υπάρχει μια έγκυρη διεύθυνση για λειτουργία ανάγνωσης ή εγγραφής στη μνήμη.

Ο Z80 συνδέεται με τον Z80 SIO-0 με τα σήματα ελέγχου $\overline{\text{M1}}$, $\overline{\text{INT}}$, και $\overline{\text{IORQ}}$. Αίτηση διακοπής έχουμε από τον SIO όταν $\overline{\text{INT}}="0"$. Όταν το $\overline{\text{IORQ}}="0"$ δείχνει ότι το κατώτερο μισό του Address bus έχει μια διεύθυνση I/O για λειτουργία ανάγνωσης ή εγγραφής. Όταν το $\overline{\text{M1}}$ και $\overline{\text{IORQ}}$ είναι "0" τότε ο SIO ζητά διακοπή από τον Z80. Πρέπει να σημειωθεί ότι το Z80 SIO είναι συνδεδεμένο σαν 4 I/O του Z80 από τον οποίο ελέγχεται. Ενεργοποιείται κάθε φορά που ο Z80 εκτελεί μια IN ή OUT εντολή που αναφέρεται σε διεύθυνση με το bit A2="0" (Τα A3, A4 πρέπει να είναι "1"). Τότε τα bits A0, A1 ορίζουν τους καταχωρητές στους οποίους γίνεται η πρόσβαση ως εξής:

| A1=B/ $\overline{\text{A}}$ | A0=C/ $\overline{\text{D}}$ | REGISTERS |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 0 | 0 | Channel A transmit-receive buffers |
| 0 | 1 | Channel A read-write registers |
| 1 | 0 | Channel B transmit-receive buffers |
| 1 | 1 | Channel B read-write registers |

Σαν clock εκπομπής-λήψης χρησιμοποιείται τετραγωνικός παλμός που προκύπτει από διαίρεση του clock του Z80 (4 MHz) και καθορίζεται από μια σειρά μικροδιακοπών. Επιπλέον διαίρεση του clock γίνεται με τον εσωτερικό διαιρέτη που διαθέτει ο SIO με σχέση διαίρεσης 1/1, 1/16, 1/32, 1/64.

Η σύνδεση του δικτύου με τον ελεγκτή γίνεται ως εξής:

Κατά τη λήψη το σήμα εισέρχεται από το δικτύωμα R1C1 ώστε να αποβάλλονται τα πιθανά υπέρυχνα παρασιτικά σήματα και στη συνέχεια εισέρχεται στον αναγεννητή. Ο σκοπός του αναγεννητή είναι:

α) Να αναγεννά το σήμα που είναι παλμός 0-12 V συγκρίνοντάς το με το κατώφλι των 6 V που παράγεται από τον διαιρέτη τάσης R2/R2, και

β) Να εμφανίζει μεγάλη αντίσταση εισόδου ο Controller ώστε να μην φορτώνεται το δίκτυο κατά την σύνδεση πολλών μονάδων. Το σήμα από τον αναγεννητή εισέρχεται στο SIO από τις εισόδους RxDA (channel A) και RxDB (channel B).

Κατά την εκπομπή η σειριακή πληροφορία οδηγείται από τους ακροδέκτες TxDA και TxDB στις πύλες XOR που λειτουργούν σαν inverters. Στη συνέχεια η πληροφορία φθάνει στις βάσεις των δύο transistors που λειτουργούν σαν διακόπτες SW1. Όταν ο SIO εκπέμπει "0" οι βάσεις των SW1 έχουν "1" άχουν τα transistors και βραχυκυκλώνουν την τάση ηρεμίας του δικτύου που είναι 12 V. Αντίθετα όταν η κατάσταση στις βάσεις είναι "0" οι διακόπτες παραμένουν ανοιχτοί, ο ελεγκτής παρουσιάζει μεγάλη αντίσταση εισόδου και στο δίκτυο επικρατεί η τάση ηρεμίας 12 V. Παρατηρούμε ότι το δυναμικό "0" επιβάλλεται του δυναμικού "1". Γενικά αν προσπαθήσουν να εκπέμψουν δύο Controller ταυτόχρονα, ο ένας δυναμικό "0" και ο άλλος δυναμικό "1" θα επιβληθεί το δυναμικό "0" και όχι μια ενδιάμεση κατάσταση χωρίς επιπλέον να δημιουργείται κίνδυνος βραχυκυκλώσεως των εξόδων.

Ο τελεστικός ενισχυτής B και οι XOR πύλες χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των συγκρούσεων. Ο έλεγχος των συγκρούσεων δεν είναι δυνατό να γίνει κατά τη λήψη, δεδομένου ότι οι καταστάσεις "0" έχουν προτεραιότητα και δεν δημιουργούνται έτσι ενδιάμεσες καταστάσεις. Ο έλεγχος των συγκρούσεων γίνεται κατά την εκπομπή ως εξής: Το σήμα του αναγεννητή συγκρίνεται μέσω μιας πύλης XOR με το εκπεμπόμενο από τον SIO (TxDA, TxDB) σήμα. Το αποτέλεσμα της σύγκρισης τροφοδοτείται πίσω στο SIO στην είσοδο DCDA, DCDB και δίνεται στον επόμενο πίνακα:

| <u>TxD</u> | <u>RxD</u> | <u>\overline{DCD}</u> | <u>Ερμηνεία</u> |
|------------|------------|------------------------------------|--|
| 0 | 0 | 0 | Σωστή λήψη |
| 1 | 0 | 1 | Σύγκρουση δεδομένων |
| 0 | 1 | 1 | Κακή λειτουργία αφού το μηδέν επιβάλλεται. |
| 1 | 1 | 0 | Σωστή λήψη |

Οποιαδήποτε μετάπτωση από "0" σε "1" ή από "1" σε "0" παράγει κατά την εκπομπή μια αίτηση διακοπής στη CPU (που αναγνωρίζεται σαν σύγκρουση). Οι ανεπιθύμητες μεταπτώσεις που εισάγονται λόγω των καθυστερήσεων του αναγεννητή και των διακοπών SW1, διαρκούν λίγο, είναι πάντα διπλές μεταπτώσεις και φιλτράρονται από το δικτύωμα R3C2 και τον τελεστικό B.

C. SOFTWARE

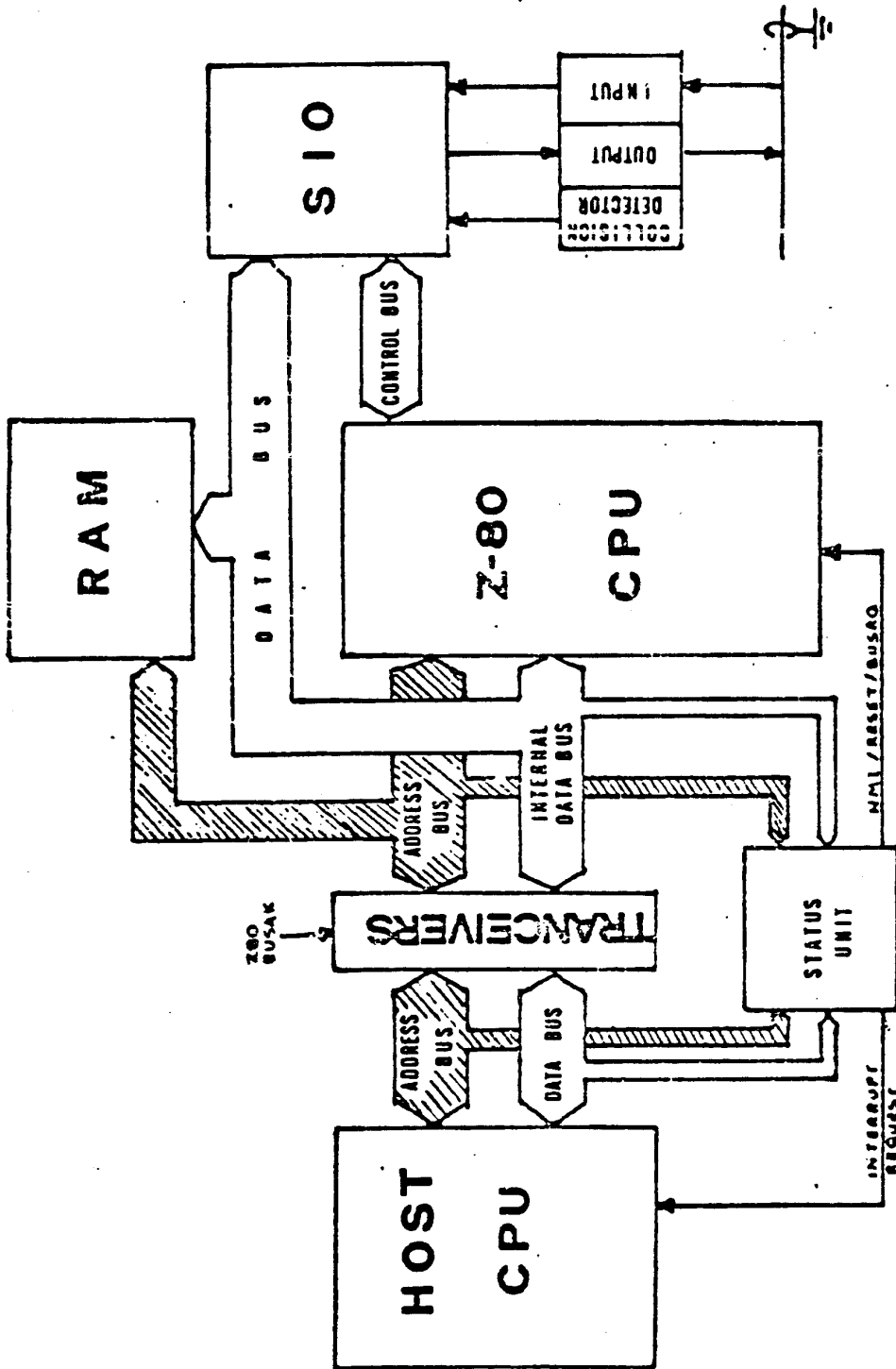
Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο το Software του δικτύου χωρίζεται σε τρία επίπεδα. Το χαμηλότερο επίπεδο επικοινωνίας του Host υπολογιστή με το δίκτυο, μέσω του Controller, περιέχει τις ρουτίνες έναρξης, εκπομπής, λήψης και στρατηγικής αποφυγής των συγκρούσεων. Τα λογικά τους διαγράμματα παρουσιάζονται αντίστοιχα στα σχήματα 3, 4.

4. Συμπέρασμα

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία μονάδα ελέγχου με πολύ χαμηλό κόστος σε σχέση με τα προηγούμενα προϊόντα του εμπορίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του υπάρχουν στην ελληνική αγορά, γεγονός που κάνει ρεαλιστική την κατασκευή του στην Ελλάδα.

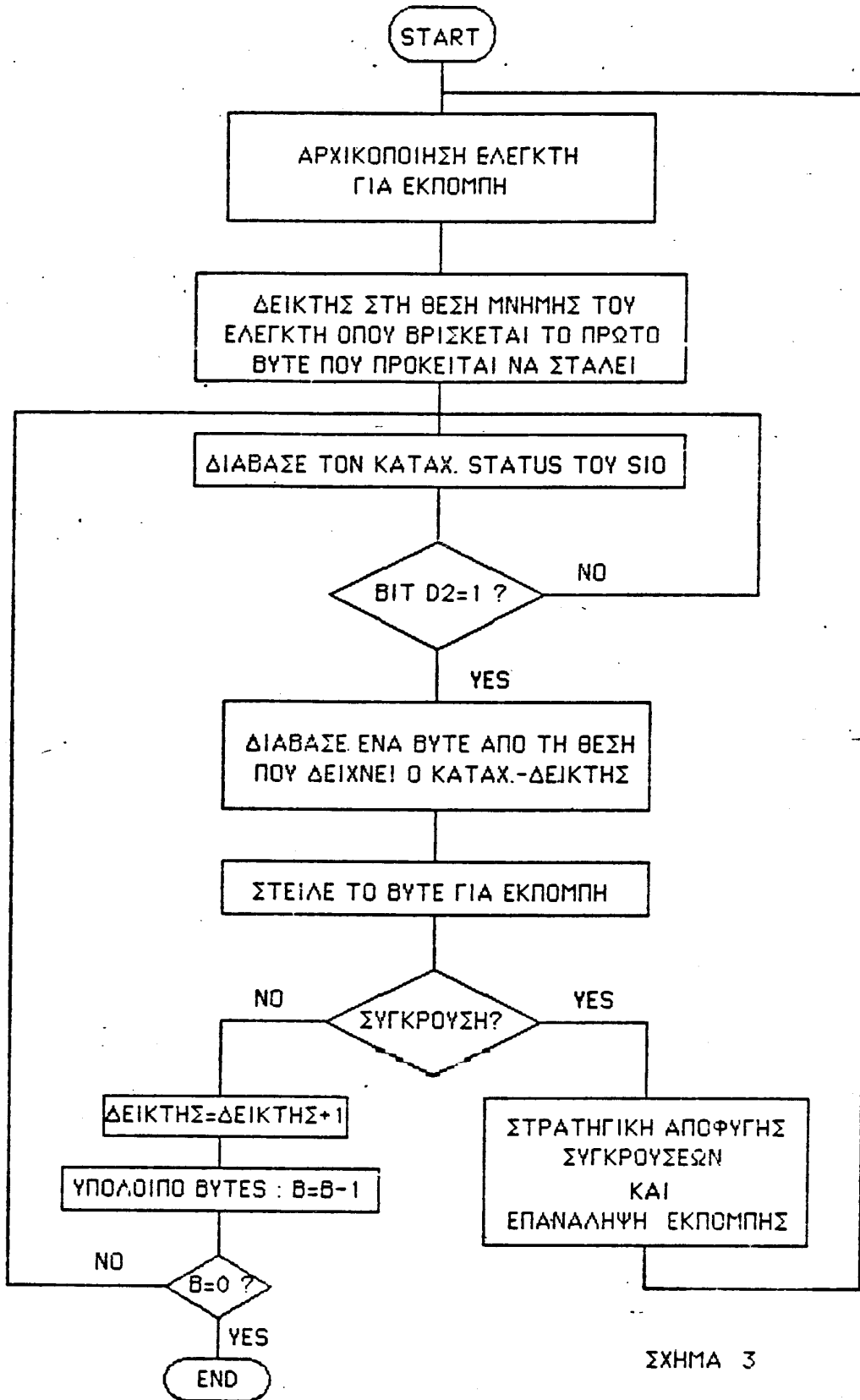
Η ύπαρξη ανεξάρτητου μικροεπεξεργαστή ειδικευμένου για το δίκτυο και με δική του μνήμη κάνει τον Controller αυτόνομο και ευέλικτο με συνέπεια η επιβάρυνση του κεντρικού υπολογιστή σχετικά με το δίκτυο να είναι μικρή.

Ο ικανοποιητικός ρυθμός μεταφοράς δεδομένων ως προς το κόστος του και η ευκολία με την οποία προσαρμόζεται ο Controller για την υποστήριξη διαφόρων πρωτοκόλλων επιτρέπει την χρησιμοποίησή του σε τοπικά δίκτυα υπολογιστών όπως επίσης και τη μελέτη και εκπαίδευση πάνω σε τέτοια δίκτυα.



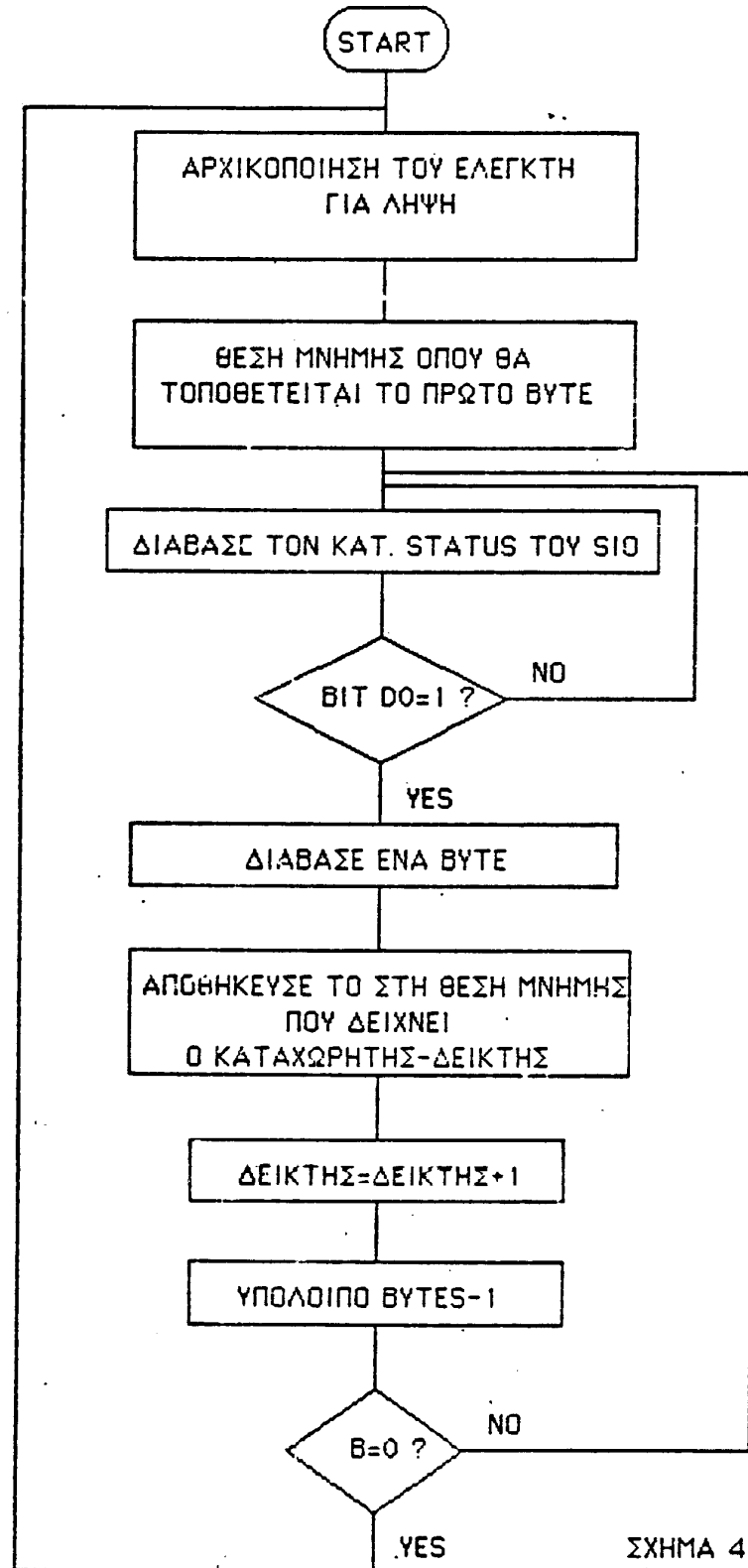
Σχήμα 1

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ



ΣΧΗΜΑ 3

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΛΗΨΗΣ



ΣΧΗΜΑ 4