

Ενότητα 4^η: Τύποι και Πρότυπα αρτηριών

Σκοπός Ο σκοπός της ενότητας αυτής είναι να περιγράψει τους τρεις τύπους αρτηρίας και τα επικρατέστερα πρότυπα αρτηριών που χρησιμοποιούνται σε ένα υπολογιστικό σύστημα, καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά αυτών.

Προσδοκώμενα Αποτελέσματα Όταν θα έχετε μελετήσει την ενότητα, θα είστε σε θέση να:



απαριθμείτε τους τύπους αρτηριών,



συγκρίνετε τους διαφορετικούς τύπους αρτηριών βάσει των χαρακτηριστικών τους,



προτείνετε μεθόδους για την αύξηση του εύρους ζώνης μιας αρτηρίας,



διαχωρίζετε τα πρότυπα αρτηρίας και τα χαρακτηριστικά τους,



εξηγείτε τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η επιλογή των αρτηριών για το σχεδιασμό των υπολογιστικών συστημάτων.



αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης, αρτηρία I/O, αρτηρία κεντρικής πλακέτας



Τύποι Αρτηριών

Οι αρτηρίες κατηγοριοποιούνται παραδοσιακά σε έναν από τρεις τύπους:

- ➡ **Αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης (processor-memory buses)**-Οι αρτηρίες αυτές συνδέουν τον επεξεργαστή ενός υπολογιστή με τη μνήμη του. Είναι μικρές, έχουν γενικά υψηλή ταχύτητα και είναι προσαρμοσμένες στο σύστημα μνήμης, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί το εύρος ζώνης μεταξύ μνήμης και επεξεργαστή, που απαιτείται να είναι υψηλό.
- ➡ **Αρτηρίες I/O (I/O buses)**-Οι αρτηρίες I/O (εισόδου/εξόδου) συνδέουν τις συσκευές εισόδου/εξόδου με το υπόλοιπο υπολογιστικό σύστημα, δηλαδή με τον επεξεργαστή και τη μνήμη.
Αντίθετα με τις αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης, οι αρτηρίες I/O μπορεί να είναι μεγάλες σε μήκος και να έχουν πολλούς τύπους συσκευών συνδεδεμένες με αυτές, οι οποίες συσκευές μάλιστα συχνά έχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε εύρος ζώνης δεδομένων από την αρτηρία. Οι αρτηρίες I/O τυπικά δε διασυνδέονται απευθείας με τη μνήμη, αλλά χρησιμοποιούν μια άλλη αρτηρία, είτε επεξεργαστή-μνήμης είτε κεντρικής πλακέτας, για να διασυνδεθούν με αυτή.
- ➡ **Αρτηρίες κεντρικής πλακέτας (backplane buses)**-Οι αρτηρίες κεντρικής πλακέτας έχουν σχεδιαστεί έτσι, ώστε να επιτρέπουν σε επεξεργαστές, μνήμη και συσκευές I/O να συνυπάρχουν σε μία μόνο αρτηρία· μοιράζουν το εύρος ζώνης τους για τις ανάγκες της επικοινωνίας επεξεργαστή - μνήμης και της επικοινωνίας συσκευών I/O, μνήμης. Οι αρτηρίες κεντρικής πλακέτας ονομάζονται έτσι, επειδή κατασκευάζονταν συχνά μέσα στην κεντρική πλακέτα (backplane), μία δομή διασύνδεσης μέσα στο κουτί (chassis) του συστήματος. Έτσι, οι πλακέτες του επεξεργαστή, της μνήμης και του I/O μπορούσαν να συνδεθούν πάνω στην κεντρική πλακέτα, χρησιμοποιώντας την αρτηρία για να επικοινωνήσουν.

▣ Πρότυπες αρτηρίες-Ιδιοκατασκευές

Οι αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης συχνά εξαρτώνται από τη σχεδίαση του συγκεκριμένου υπολογιστικού συστήματος, ενώ τόσο οι αρτηρίες I/O όσο και οι αρτηρίες κεντρικής πλακέτας ξαναχρησιμοποιούνται πολύ συχνά και σε διαφορετικές μηχανές.




Στην πραγματικότητα, οι αρτηρίες I/O και κεντρικής πλακέτας αποτελούν συχνά πρότυπες αρτηρίες (standard buses), και χρησιμοποιούνται σε πολλούς διαφορετικούς υπολογιστές που κατασκευάζονται από διαφορετικές εταιρίες. Σε αντίθεση, οι αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης αποτελούν συχνά ιδιοκατασκευές, κατασκευάζονται δηλαδή ειδικά για ένα συγκεκριμένο σύστημα επεξεργαστή-μνήμης με βάση τις ιδιαιτερότητές του, και εξαρτώνται από αυτό, αν και σε πολλούς υπολογιστές είναι πιθανό αυτές να αποτελούν την αρτηρία κεντρικής πλακέτας και οι πρότυπες αρτηρίες ή οι αρτηρίες I/O να συνδέονται στην αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης. Σε πολλούς υπολογιστές, η διάκριση ανάμεσα σε αυτούς τους τύπους αρτηρίας, ειδικά ανάμεσα στις αρτηρίες κεντρικής πλακέτας και στις αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης, μπορεί να είναι πολύ δύσκολη.



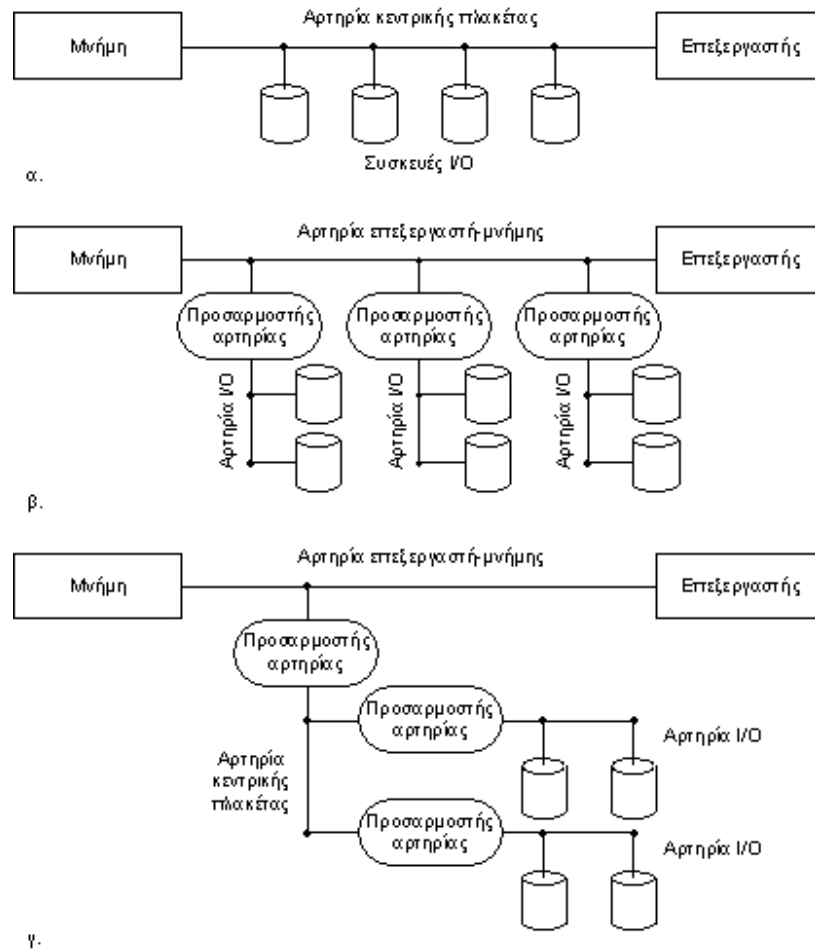
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

Να απαριθμήσετε τους τύπους αρτηρίας και να αναφέρετε τα χαρακτηριστικά που έχει κάθε τύπος έτσι ώστε να εξυπηρετεί το σκοπό του. Στην περίπτωση που δυσκολεύεστε να απαντήσετε κρίνεται σκόπιμο να επαναλάβετε την ανάγνωση της ενότητας που μόλις διαβάσατε: «Τύποι αρτηριών».

Άλλες διαφορές μεταξύ των διαφορετικών τύπων αρτηριών

-  Κατά τη διάρκεια της φάσης του σχεδιασμού, ο σχεδιαστής μίας αρτηρίας επεξεργαστή-μνήμης γνωρίζει τους τύπους των συσκευών που πρέπει να συνδεθούν με την αρτηρία. Αντίθετα, ο σχεδιαστής αρτηριών I/O ή κεντρικής πλακέτας πρέπει να σχεδιάσει την αρτηρία με τέτοιο τρόπο ώστε αυτή να μπορεί να διαχειριστεί άγνωστες συσκευές που έχουν ποικίλα χαρακτηριστικά καθώς και μεγάλες διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά στη χρονική καθυστέρηση αποστολής των δεδομένων και το εύρος ζώνης που απαιτούν.
-  Κανονικά, μία αρτηρία I/O παρουσιάζει μία σχετικά απλή και χαμηλού επιπέδου διασύνδεση (interface) σε μία συσκευή, απαιτώντας ελάχιστη πρόσθετη ηλεκτρολογική δουλειά για να διασυνδεθεί μαζί της. Μία αρτηρία κεντρικής πλακέτας συνήθως απαιτεί πρόσθετη λογική για τη διασύνδεση της με μια συσκευή ή με μια αρτηρία I/O χαμηλότερου επιπέδου.
-  Μία αρτηρία κεντρικής πλακέτας έχει χαμηλότερο κόστος από το συνδυασμό των αρτηριών επεξεργαστή-μνήμης και I/O-μνήμης, γεγονός που απορρέει από τη χρησιμοποίηση μίας μόνο αρτηρίας για τη σύνδεση των βασικών στοιχείων του συστήματος.

Αρχιτεκτονική Υπολογιστών I



Σχήμα 5.4.1 - Ο τρόπος διασύνδεσης των τριών τύπων αρτηρίας.

Το σχήμα 5.4.1 δείχνει ένα σύστημα που χρησιμοποιεί μία μόνο αρτηρία κεντρικής πλακέτας, ένα σύστημα που χρησιμοποιεί μία αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης με προσαρτημένες αρτηρίες I/O και ένα σύστημα που χρησιμοποιεί και τους τρεις τύπους αρτηρίας.

(α) Μία μονή αρτηρία που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης, καθώς επίσης και για την επικοινωνία ανάμεσα στις συσκευές I/O και τη μνήμη. Η αρτηρία που χρησιμοποιείται σε έναν IBM PC έχει αυτή τη δομή.

(β) Μία ξεχωριστή αρτηρία χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του επεξεργαστή και της μνήμης. Για την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στη μνήμη και τις συσκευές I/O, οι αρτηρίες I/O διασυνδέονται με την αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης, χρησιμοποιώντας έναν προσαρμοστή αρτηρίας (bus adapter).



Ο προσαρμοστής αρτηρίας παρέχει συγχρονισμό ταχύτητας ανάμεσα στις αρτηρίες.

Σε έναν Apple Macintosh-II, η αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης είναι μία αρτηρία NuBus (τύπος αρτηρίας κεντρικής πλακέτας) στην οποία συσκευές I/O διασυνδέονται απευθείας, όπως επίσης συνδέεται απευθείας στην NuBus και μία αρτηρία I/O· η τελευταία είναι τύπου SCSI (small computer system interface).

(γ) Μία ξεχωριστή αρτηρία χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των δεδομένων μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης. Ένας μικρός αριθμός αρτηριών κεντρικής πλακέτας εφαρμόζουν στην αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης. Οι αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης διασυνδέονται με τη χαμηλότερου επιπέδου αρτηρία I/O. Αυτό γίνεται συνήθως με έναν ολοκληρωμένο ελεγκτή (single-chip controller), όπως ο ελεγκτής αρτηρίας SCSI.

Ένα πλεονέκτημα αυτής της οργάνωσης είναι ότι η υψηλής ταχύτητας αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης δέχεται μικρό αριθμό συνδέσεων, και έτσι δεν περιορίζεται σημαντικά η απόδοσή της.



Πολλοί υπολογιστές χρησιμοποιούν μία μόνο αρτηρία κεντρικής πλακέτας για τη μεταφορά δεδομένων τόσο μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης όσο και των συσκευών I/O. Μερικοί υπολογιστές υψηλής απόδοσης χρησιμοποιούν μία ξεχωριστή αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης στην οποία “κουμπώνουν” οι αρτηρίες I/O. Μερικά συστήματα κάνουν χρήση και των τριών τύπων αρτηριών, οργανωμένες σε μία ιεραρχία.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2

Ποια είναι τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από το συνδυασμό των τριών τύπων αρτηρίας σε ένα υπολογιστικό σύστημα (σχήμα 5.4.1(γ));



ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ 2

Η οργάνωση που συνδυάζει και τους τρεις τύπους αρτηρίας προσφέρει το πλεονέκτημα πως η αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης προσφέρει πολύ ταχύτερη επικοινωνία επεξεργαστή-μνήμης σε σχέση με την αρτηρία κεντρικής πλακέτας. Επίσης το σύστημα εισόδου/εξόδου μπορεί να επεκταθεί συνδέοντας πολλούς ελεγκτές ή αρτηρίες I/O στην αρτηρία κεντρικής πλακέτας, χωρίς να επηρεαστεί η ταχύτητα της αρτηρίας επεξεργαστή-μνήμης.



Αυξάνοντας το εύρος ζώνης της αρτηρίας

Αν και σε μεγάλο βαθμό το εύρος ζώνης μίας αρτηρίας καθορίζεται από την επιλογή σύγχρονου ή ασύγχρονου πρωτοκόλλου (όπως θα δούμε στην επόμενη ενότητα), και από τη συχνότητα ρολογιού που λειτουργεί αυτή, αρκετοί άλλοι παράγοντες επηρεάζουν το εύρος ζώνης που μπορεί να επιτευχθεί από μία απλή μεταφορά. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι:

➤ **Εύρος των γραμμών δεδομένων:** Αυξάνοντας το εύρος των γραμμών δεδομένων της αρτηρίας, οι μεταφορές πολλών λέξεων δεδομένων απαιτούν λιγότερους κύκλους αρτηρίας.

➤ **Ξεχωριστές γραμμές διευθύνσεων και δεδομένων έναντι πολυπλεγμένων:** Χρησιμοποιώντας ξεχωριστές γραμμές για διευθύνσεις και δεδομένα θα κάνουμε ταχύτερες τις εγγραφές, επειδή η διεύθυνση και τα δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν – ταυτόχρονα- σε ένα κύκλο αρτηρίας. (Το παράδειγμά μας (σχήμα 5.3.2) χρησιμοποιούσε τα ίδια καλώδια τόσο για διευθύνσεις όσο και για δεδομένα.)

➤ **Μεταφορές μπλοκ:** Επιτρέποντας στην αρτηρία να μεταφέρει πολλές λέξεις σε διαδοχικούς κύκλους αρτηρίας από τη μία άκρη της αρτηρίας στην άλλη (back-to-back), χωρίς να στέλνουμε συνεχώς διευθύνσεις ή να αποδεσμεύουμε την αρτηρία, ο χρόνος που απαιτείται για τη μεταφορά ενός μεγάλου μπλοκ θα ελαττωθεί.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Καθεμιά από αυτές τους εναλλακτικούς σχεδιασμούς θα αυξήσει την απόδοση της αρτηρίας για μία απλή μεταφορά σε αυτήν. Ποιο θα είναι το κόστος της υλοποίησης των σχεδιασμών, για τη βελτίωση του εύρους ζώνης της αρτηρίας;



ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ 3

Το κόστος της υλοποίησης για καθεμιά από αυτές τις βελτιώσεις είναι ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

- περισσότερες γραμμές αρτηρίας,
- αυξημένη πολυπλοκότητα υλοποίησης,
- αυξημένος χρόνος απόκρισης στις αιτήσεις, αφού αυτές μπορεί να χρειάζεται να περιμένουν να ολοκληρωθεί η μεταφορά ενός μεγάλου μπλοκ για να δρομολογηθούν.



Πρότυπα αρτηρίας

Οι περισσότεροι υπολογιστές επιτρέπουν στους χρήστες να προσθέτουν επιπλέον ή ακόμα και νέους τύπους περιφερειακών. Η αρτηρία I/O βοηθά στο να επεκτείνουμε τον υπολογιστή και να συνδέσουμε σ' αυτόν νέα περιφερειακά. Για να διευκολυνθούν τα παραπάνω, η βιομηχανία υπολογιστών έχει αναπτύξει διάφορα πρότυπα αρτηρίας (bus standards).



Τα πρότυπα αρτηρίας αποτελούν προδιαγραφές που βοηθούν τόσο τον κατασκευαστή υπολογιστών όσο και τον κατασκευαστή περιφερειακών. Ένα πρότυπο αρτηρίας εξασφαλίζει στον κατασκευαστή υπολογιστών ότι θα υπάρχουν διαθέσιμα περιφερειακά για μία καινούρια μηχανή και στον κατασκευαστή περιφερειακών ότι οι χρήστες θα μπορέσουν να εγκαταστήσουν το νέο τους εξοπλισμό.

Βασικά χαρακτηριστικά προτύπων αρτηρίας

Το σχήμα 5.4.2 συνοψίζει τα βασικά χαρακτηριστικά διάφορων προτύπων αρτηρίας. Δύο διαφορετικοί τύποι αρτηριών περιλαμβάνονται σε αυτή την εικόνα. Οι δύο πρώτες αρτηρίες (VME και FutureBus) είναι αρτηρίες κεντρικής πλακέτας γενικού σκοπού, σχεδιασμένες για τη διασύνδεση επεξεργαστών, μνήμης και συσκευών I/O. Οι δύο επόμενες (IPI και SCSI) είναι αρτηρίες I/O και η τελευταία είναι αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης. Η σύνδεση αυτών των αρτηριών με τη μνήμη απαιτεί έναν ελεγκτή που παρέχει διασύνδεση ανάμεσα στις συσκευές με την αρτηρία I/O και σε μία αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης. Ο ελεγκτής συντονίζει τις μεταφορές από μία συσκευή συνδεδεμένη στην αρτηρία I/O με τη μνήμη, μέσω της αρτηρίας επεξεργαστή-μνήμης.

Αρχιτεκτονική Υπολογιστών Ι

Χαρακτηριστικά	VME Bus	FutureBus	IPI	SCSI	Sun XDBus
Τύπος αρτηρίας	Κεντρικής πλακέτας	Κεντρικής πλακέτας	I/O	I/O	Επεξεργαστή - μνήμης
Εύρος αρτηρίας (σήματα)	128	96	16	50	-
Πολυπλεξία διευθύνσεων / δεδομένων	Όχι	Ναι	-	-	-
Εύρος δεδομένων (κύριο)	16/32/64 bits	32 bits	16 bits	8 bits	144
Πλήθος Κυρίων αρτηρίας	Πολλοί	Πολλοί	Ένας	Πολλοί	Πολλοί
Διαιτησία	Πολλαπλών διατάξεων	Κατανεμ/νης αυτεπιλογής	-	Αυτεπιλογής	-
Χρονορύθμιση	Ασύγχρονη	Ασύγχρονη	Ασύγχρονη	Οποιαδήποτε	66 MHz
Εύρος ζώνης, μνήμη 150ns, μία λέξη	12.9 MB/s	15.5 MB/s	25.0 MB/s	1.5 MB/s (Ασύγχρονη) 5.0 MB/s (Σύγχρονη)	-
Εύρος ζώνης, μνήμη 150ns, πολλές λέξεις (άπειρο μήκος)	13.6 MB/s	20.8 MB/s	25.0 MB/s	1.5 MB/s (Ασύγχρονη) 5.0 MB/s (Σύγχρονη)	1056 MB/s
Μέγιστο πλήθος συσκευών	21	20	8	7	-
Ονομασία προτύπου	IEEE 1014	IEEE 896.1	ANSI X3.129	ANSI X3.131	-

Σχήμα 5.4.2 - Κύρια χαρακτηριστικά πέντε διαφορετικών προτύπων αρτηρίας. Οι δύο πρώτες αρτηρίες είναι αρτηρίες κεντρικής πλακέτας, οι δύο επόμενες είναι αρτηρίες I/O, και η τελευταία είναι αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης. Για τις αρτηρίες κεντρικής πλακέτας οι υπολογισμοί εύρους ζώνης υποθέτουν ότι η αρτηρία είναι πλήρως φορτωμένη (fully loaded) και δίνονται τόσο για μεταφορές μίας λέξης όσο και για μεταφορές μπλοκ απεριόριστου μήκους· οι μετρήσεις παρουσιάζονται υποθέτοντας ότι ο χρόνος προσπέλασης είναι 150 ns. Όλες αυτές οι αρτηρίες μπορούν να εκτελέσουν μεταφορές μίας ή πολλών λέξεων. Το εύρος ζώνης για τις αρτηρίες I/O δίνεται ως ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων.



Υπολογισμός εύρους ζώνης αρτηρίας: Το εύρος ζώνης για μία αρτηρία γενικού σκοπού που συνδέεται με τη μνήμη δεν είναι κάτι που μπορεί εύκολα να υπολογιστεί. Λόγω της επιβάρυνσης της αρτηρίας, το μέγεθος της μεταφοράς επηρεάζει σημαντικά το εύρος ζώνης. Η ταχύτητα της μνήμης επηρεάζει επίσης το εύρος ζώνης, αφού η αρτηρία εκτελεί μεταφορές συνήθως από και προς τη μνήμη.

Σχεδιαστικές δυνατότητες των συστημάτων

Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των αρτηριών επιτρέπουν τη δημιουργία αρτηριών που είναι κατάλληλες για μία μεγάλη ποικιλία από διαφορετικές συσκευές, για ένα μεγάλο πλήθος συσκευών καθώς και για διάφορες απαιτήσεις σε εύρος ζώνης.

Το σχήμα 5.4.3 δείχνει μερικές από τις εναλλακτικές σχεδιάσεις που έχουμε μελετήσει και ποιες επιλογές θα μπορούσαν να γίνουν σε συστήματα χαμηλού κόστους έναντι συστημάτων υψηλής απόδοσης.

➤ Γενικά, τα συστήματα υψηλότερου κόστους χρησιμοποιούν ευρύτερες και ταχύτερες αρτηρίες με πολυπλοκότερα πρωτόκολλα – τυπικά μία σύγχρονη αρτηρία, για λόγους που θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο.

➤ Αντίθετα, σε ένα σύστημα χαμηλού κόστους προτιμάται μία στενότερη αρτηρία η οποία επιπλέον δεν απαιτεί από τις συσκευές να συμπεριλαμβάνουν πρόσθετους μηχανισμούς (συνεπώς είναι μία αρτηρία ενός μόνο κυρίου —βλέπε ενότητα 6) και είναι ασύγχρονη, ώστε οι συσκευές χαμηλής ταχύτητας να μπορούν να διασυνδεθούν με φθινό τρόπο.



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4

Σύμφωνα με όσα έχουμε πει μέχρι τώρα για το σχεδιασμό των υπολογιστικών συστημάτων όσον αφορά στις αρτηρίες, να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα. Στη συνέχεια να συγκρίνετε την απάντησή σας με το πίνακα του σχήματος 5.4.3.

Επιλογή	Υψηλή απόδοση	Χαμηλό κόστος
Εύρος αρτηρίας		
Εύρος δεδομένων		
Μέγεθος μεταφοράς		
Κύριοι αρτηρίας		
Χρονορύθμιση		

Επιλογή	Υψηλή απόδοση	Χαμηλό κόστος
Εύρος αρτηρίας	Ξεχωριστές γραμμές διευθύνσεων και δεδομένων	Πολυπλεγμένες γραμμές διευθύνσεων και δεδομένων
Εύρος Δεδομένων	Όσο ευρύτερη τόσο ταχύτερη(π.χ. 32 bits)	Όσο στενότερη τόσο φθηνότερη(π.χ. 8 bits)
Μέγεθος μεταφοράς	Πολλές λέξεις απαιτούν λιγότερη επιβάρυνση της αρτηρίας	Η μεταφορά μίας λέξης είναι απλούστερη
Κύριοι αρτηρίας	Πολλοί κύριοι (απαιτεί διατησία)	Ένας κύριος (δεν απαιτεί διατησία)
Χρονορύθμιση	Σύγχρονη	Ασύγχρονη

Σχήμα 5.4.3 - Τα χαρακτηριστικά των αρτηριών I/O καθορίζουν την απόδοση των μεταφορών I/O. Το πλήθος των συσκευών I/O που μπορούν να συνδεθούν και το κόστος σύνδεσης των συσκευών. Οι μικρότερες αρτηρίες μπορεί να είναι ταχύτερες αλλά όχι και επεκτάσιμες. Ανάλογα, οι ευρύτερες αρτηρίες μπορεί να έχουν υψηλότερο εύρος ζώνης, αλλά θα είναι ακριβότερες. Οι αρτηρίες διαχωρισμού συναλλαγών είναι ένας άλλος τρόπος για να αυξήσουμε το εύρος ζώνης, αυξάνοντας όμως αναπόφευκτα και το κόστος.

■ Η Δημιουργία των προτύπων

Οι μηχανές μερικές φορές γίνονται τόσο δημοφιλείς ώστε οι I/O αρτηρίες τους να γίνονται de facto πρότυπα, όπως στην περίπτωση της αρτηρίας του IBM PC-AT. Από τη στιγμή που ένα πρότυπο αρτηρίας χρησιμοποιείται ευρέως από τους σχεδιαστές περιφερειακών, οι άλλοι κατασκευαστές υπολογιστών ενσωματώνουν αυτή την αρτηρία στο σύστημά τους και προσφέρουν μία μεγάλη σειρά περιφερειακών που μπορούν να εγκατασταθούν σ' αυτό. Μερικές φορές τα πρότυπα δημιουργούνται από ομάδες που προσπαθούν να αντιμετωπίσουν ένα κοινό πρόβλημα. Η ευφυής διασύνδεση περιφερειακών (intelligent peripheral interface – IPI), η διασύνδεση μικρών υπολογιστικών συστημάτων (small computer system interface – SCSI) και το Ethernet είναι παραδείγματα προτύπων που προέκυψαν από τη συνεργασία των κατασκευαστών. Σωματεία εγκρίσεων, όπως τα ANSI και IEEE επίσης δημιουργούν και εγκρίνουν πρότυπα, όπως το πρότυπο FutureBus που δημιουργήθηκε από μία επιτροπή προτύπων του IEEE.



Οι αρτηρίες παρέχουν την ηλεκτρική διασύνδεση ανάμεσα σε συσκευές I/O, επεξεργαστές και τη μνήμη και επίσης ορίζουν το χαμηλότερου επιπέδου πρωτόκολλο επικοινωνίας. Πάνω από αυτό το βασικό επίπεδο, πρέπει να ορίσουμε πρωτόκολλα υλικού και λογισμικού για τον έλεγχο των μεταφορών δεδομένων ανάμεσα στις συσκευές I/O και τη μνήμη και να καθορίσουμε τις εντολές που θα δίνονται από τον επεξεργαστή στις συσκευές I/O.



Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν...



Διακρίνουμε τρεις τύπους αρτηριών υπολογιστή : τις αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης, τις αρτηρίες I/O και τις αρτηρίες κεντρικής πλακέτας.



Οι αρτηρίες επεξεργαστή-μνήμης είναι μικρές, υψηλής ταχύτητας και συχνά είναι προσαρμοσμένες στη μνήμη και τον επεξεργαστή του συγκεκριμένου μηχανήματος. Οι αρτηρίες I/O έχουν μεγάλο μήκος και μπορούν να δεχτούν ένα πλήθος από διαφορετικές συσκευές. Τέλος, οι αρτηρίες κεντρικής πλακέτας παρουσιάζουν το χαμηλότερο κόστος, απαιτούν όμως πρόσθετη λογική σχεδίαση για να υλοποιηθούν.



Ο συνδυασμός και των 3 τύπων αρτηρίας σε ένα σύστημα έχει το πλεονέκτημα ότι μπορούμε να κατασκευάσουμε μια πολύ γρήγορη αρτηρία μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης και να προσθέτουμε νέες συσκευές στο σύστημα χωρίς να επηρεάζουμε την παραπάνω ταχύτητα.



Μπορούμε να αυξήσουμε το εύρος ζώνης μιας αρτηρίας με διάφορους τρόπους, όπως αυξάνοντας το εύρος δεδομένων, χρησιμοποιώντας διαφορετικές γραμμές για δεδομένα και για διευθύνσεις ή μεταφέροντας το μπλοκ δεδομένων που επιθυμούμε με συνεχόμενο τρόπο, χωρίς να αποδεσμεύουμε την αρτηρία.



Τα πρότυπα αρτηρίας εξασφαλίζουν στον κατασκευαστή υπολογιστών ότι θα υπάρχουν διαθέσιμα περιφερειακά για μία καινούρια μηχανή που αυτός προτίθεται να κατασκευάσει, και στον κατασκευαστή περιφερειακών ότι οι χρήστες θα είναι σε θέση να εγκαταστήσουν στο σύστημά τους το νέο εξοπλισμό που αυτός θα τους παρέχει.



Τελικά, τα συστήματα υψηλότερου κόστους χρησιμοποιούν ευρύτερες και ταχύτερες αρτηρίες με πιο πολύπλοκα πρωτόκολλα. Αντίθετα, στα συστήματα χαμηλού κόστους προτιμούνται στενότερες αρτηρίες χωρίς επιπλέον απαιτήσεις από τις συσκευές να συμπεριλαμβάνουν πρόσθετους μηχανισμούς.