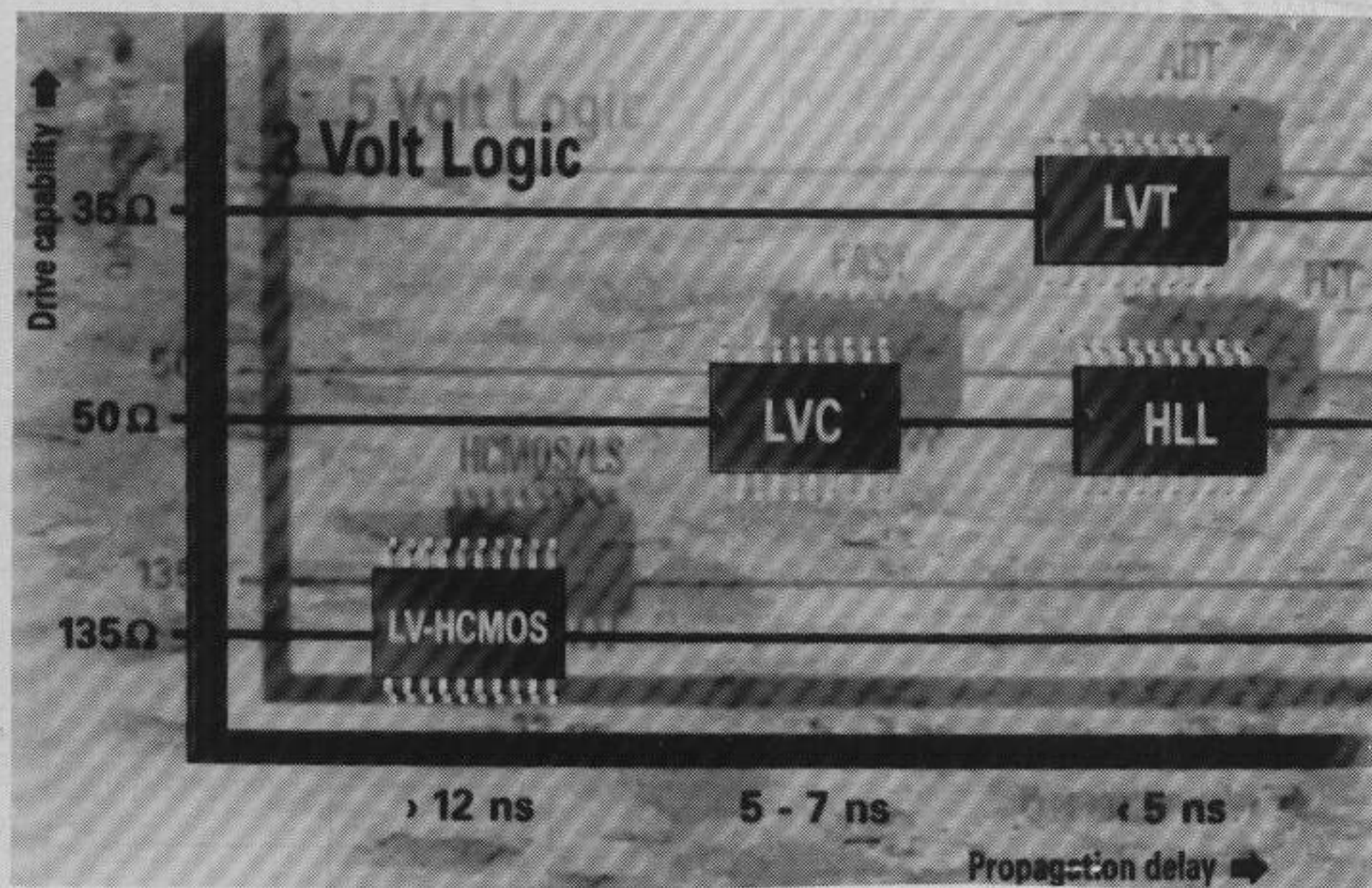


Λογικά κυκλώματα CMOS χαμηλής

τάσης



Υπάρχει σήμερα ένας τομέας της αγοράς ηλεκτρονικών ο οποίος απαιτεί πιο γρήγορους, και πιο δυνατούς προσωπικούς υπολογιστές. Ένας άλλος τομέας, απαιτεί μεγαλύτερη αυτονομία από τις μπαταρίες ή 2-3 ώρες, θεωρείται ως το ελάχιστο απαιτούμενο όριο σήμερα. Και να σημειωθεί, ότι τέτοιες απαιτήσεις δε περιορίζονται μόνον στους προσωπικούς υπολογιστές. Ανάλογες απαιτήσεις ισχύουν για φορητούς δέκτες, ράδιο τηλέφωνα, ή εξοπλισμούς μέτρησης. Την ίδια στιγμή, υπάρχει μια παγκόσμια στροφή στην όσο το δυνατόν αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.

Όλες αυτές οι αλληλοσυγκρουόμενες απαιτήσεις υποχρεώνουν τους σχεδιαστές ηλεκτρονικών εξαρτημάτων να προχωρούν στην σχεδίαση όλο και μικρότερων, γρηγορότερων, οικολογικώτερων ενεργειακά μονάδων. Λογική συνέπεια των παραπάνω είναι το μέγεθος των ολοκληρωμένων να γίνεται διαρκώς μικρότερο. Αυτή όμως η μεταβολή του μεγέθους, πέρα από τις όποιες θετικές επιπτώσεις, έχει και αρνητικές: η απαγωγή θερμότητας από τα ολοκληρωμένα γίνεται πια ένα σημαντικό πρόβλημα που πρέπει να βρει λύση... Όλες λοιπόν οι παραπάνω απαιτήσεις οδήγησαν στην ελάττωση της παραδοσιακής τάσης τροφοδοσίας ολοκληρωμένων από τα 5 Volt στα 3.3 Volt (JEDEC προδιαγραφές συσκευών τροφοδοτούμενες από τάση δικτύου). Σήμερα είναι ήδη διαθέσιμες στην αγορά εκδόσεις χαμηλής τάσης σε επεξεργαστές 80386 και 680X0, μνήμες, ASICs, ελε-

γκτές δίσκων, μετατροπείς δεδομένων ή ακόμη και ρυθμιστές τάσης. Το άρθρο που ακολουθεί είναι μία βαθύτερη προσέγγιση σε κάποιες οικογένειες CMOS χαμηλής τάσης της PHILIPS. Κάθε μία από τις οικογένειες αυτές, έχει κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που την διαφοροποιεί από τις άλλες. Η σειρά LV-HCMOS είναι μια οικογένεια CMOS τάσης 3.3Volt, μέσης ταχύτητας και συμβατή με τις σειρές LS και HCMOS. Η σειρά LVC είναι μια οικογένεια CMOS τάσης 3.3Volt, συμβατή με τις σειρές FAST, ACL, (Q)FACT και ALS. Η σειρά HLL, είναι η πιο γρήγορη οικογένεια CMOS που κυκλοφορεί αυτή τη στιγμή, παρέχοντας μικρή παραμόρφωση, μικρό EMI, και ταχύτητα ισοδύναμη των FCT-C. Η σειρά ALVC είναι ουσιαστικά η Multi-byte έκδοση των HLL. Η σειρά LVT είναι και αυτή 3.3 Volt, σχεδιασμένη για οδήγηση διαύλων (buss) όπου προσφέρει τρεις καταστάσεις λογικής στάθμης,

κατακράτηση δεδομένων του διαύλου, και εξόδους με δυνατότητα οδήγησης συστημάτων 5Volt. Είναι σειρά συμβατή με τις ABT, BCT και FCT-A. Όλες οι μονάδες στις παραπάνω οικογένειες, λειτουργούν με τάση τροφοδοσίας από 1.2-3.6 Volt, η δε μικρή κατανάλωση ενέργειας πάνω σε αυτές τις κάνει ιδανικές για χρήση σε συσκευές τροφοδοτούμενες από μπαταρία. Πέραν τούτου, τα χαρακτηριστικά υψηλής ταχύτητας που παρουσιάζουν, τις αναδεικνύουν σε πολύ καλή επιλογή για υλοποίηση γρήγορων ψηφιακών κυκλωμάτων. Αλλα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν οι παραπάνω οικογένειες, είναι ότι λόγω της χαμηλής τάσης τροφοδοσίας που χρησιμοποιούν, τα επίπεδα θορύβου είναι χαμηλά και η αξιοπιστία του όλου συστήματος αυξάνει (λόγω των μικρών μηχανικών τάσεων στα ολοκληρωμένα).

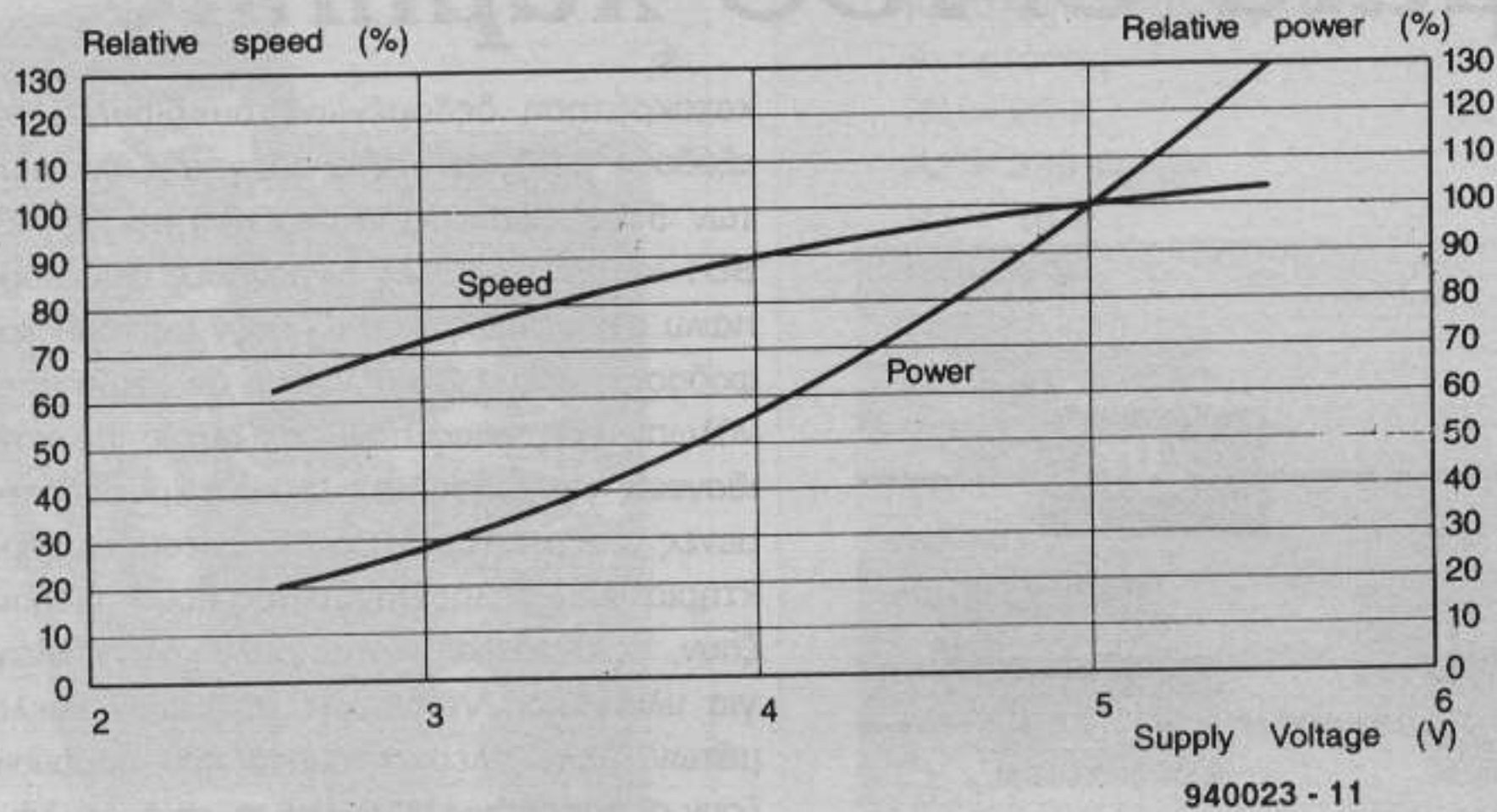
Μεγάλο εύρος τάσεων τροφοδοσίας.

Παρότι η JEDEC έχει καθορίσει ότι η τάση τροφοδοσίας για συσκευές που λειτουργούν τροφοδοτούμενες από το δίκτυο, θα πρέπει να είναι 3.3 ± 0.3 Volt, δεν μπορεί ο κανόνας αυτός να εφαρμοστεί σε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες. Το πρόβλημα εδώ είναι είναι οι μεγάλες διακυμάνσεις της τάσης στα άκρα των στοιχείων κατά την διάρκεια χρήσης των. Η ηλεκτρεγερτική δύναμη για παράδειγμα ενός ζεύγους αλκαλικών στοιχείων -ή καρβιδίου-ψευδαργύρου-, συνδεδεμένων εν σειρά, είναι 1.8 Volt λίγο πριν το τέλος χρήσης τους, ενώ αντίστοιχα οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου δίνουν 1.2 Volt φτάνοντας στην πλήρη αποφόρτισή τους. Χάρη στο μεγάλο εύρος τάσεων τροφοδοσίας που παρουσιάζουν οι νέες μονάδες, είναι δυνατή υλοποίηση συσκευών με χρήση τόσο ξηρών, όσο και επαναφορτιζόμενων στοιχείων.

Χαμηλή τάση, ίδια ταχύτητα.

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, υπάρχει συσχετισμός ανάμεσα στην ταχύτητα και την τάση τροφοδοσίας ψηφιακών κυκλωμάτων. Ενώ η στατική κατανάλωση ισχύος στα CMOS είναι πρακτικά μηδέν, η αντίστοιχη δυναμική είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της τάσης τροφοδοσίας. Μία προφανής λοιπόν μέθοδος ελάττωσης των ενεργειακών απωλειών τέτοιων κυκλωμάτων είναι η ελάττωση της ονομαστικής τάσης λειτουργίας. Από το σχετικό γράφημα του Σχήμα 1, βλέπουμε ότι οι ενεργειακές απώλειες για στοιχείο τροφοδοτούμενο με 3.3 Volt είναι 65% μικρότερες από ότι στην περίπτωση

1



Σχήμα 1. Σχέση ανάμεσα σε τάση τροφοδοσίας, ταχύτητα και απώλειες ισχύος σε λογικά κυκλώματα.

τροφοδοσίας με 5Volt, ενώ έχουμε και μία ελάττωση στην ταχύτητα της τάξης του 20%. Τα άμεσα λοιπόν αποτελέσματα ελάττωσης της τάσης λειτουργίας από 5 σε 3 Volt είναι ο διπλασιασμός του λόγου ταχύτητα/απώλειες και η δυνατότητα λειτουργίας συσκευών CMOS με χρήση μίας ή δύο στοιχείων μπαταριών. Η ελάττωση που εμφανίζεται στην ταχύτητα, μπορεί να αντισταθμιστεί ή ακόμη και να υπερκαιραστεί με την χρήση τεχνολογίας υπό-μικρόν (sub-micron).

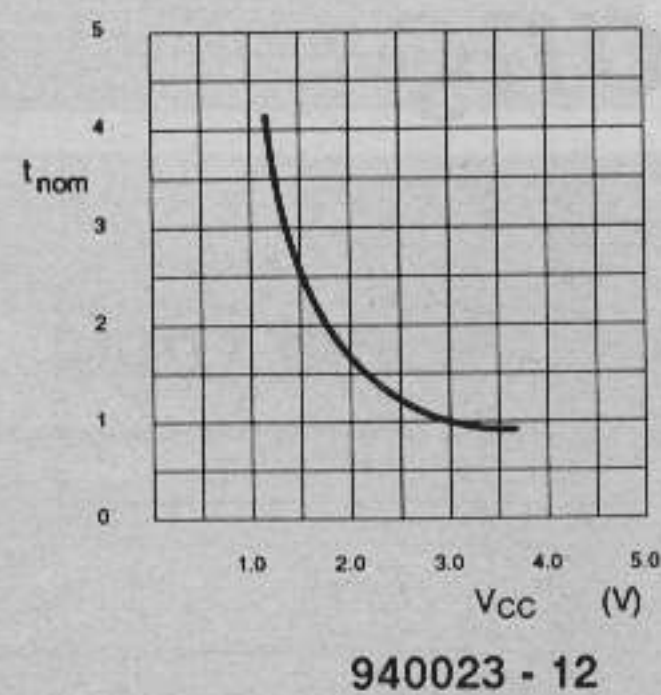
Οικογένεια LV-HCMOS

Η οικογένεια LV-HCMOS στηρίζεται στην τεχνολογία HCMOS(HC) και κατασκευάζεται με παρόμοια μέθοδο. Παρά το γεγονός ότι η οικογένεια αυτή αναπτύχθηκε πρωταρχικά για χρήση στα 3.3 Volt, μπορούν τελικά να εφαρμοστούν στα στοιχεία της, τάσεις τροφοδοσίας κυμαινόμενες από 1.0 έως 3.6 Volt. Λειτουργώντας στα 3.3 Volt η ταχύτητα και η όλη απόδοση είναι ίδια αυτής των HCMOS των 5.0 Volt. Δεν υπάρχει λοιπόν κανένα μειονέκτημα στην αντικατάσταση εξαρτημάτων των 5.0 Volt με αντίστοιχα LV-HCMOS. Για να επιτευχθεί ταχύτητα ίδια με αυτή των 5Volt-HCMOS, το μήκος των διαδρόμων στα LV-HCMOS έχει ελαττωθεί στα 2μm, το οξειδίο της πύλης είναι λεπτότερο και οι τάσεις κατωφλίου χαμηλότερες. Λόγω της ελάττωσης του μήκους των διαδρόμων ο χρόνος διάδοσης του σήματος έχει κατέβει στα 9 ns για τάσεις 3.3 Volt. Με τάση λειτουργίας 2Volt το ρεύμα εξόδου είναι 2mA, ή ακόμη και 6mA, στην περίπτωση οδηγών μονάδων. Με τάση 3.3Volt οι έξοδοι μπορούν να οδηγήσουν φορτία των 130Ω.

Οικογένεια LVC

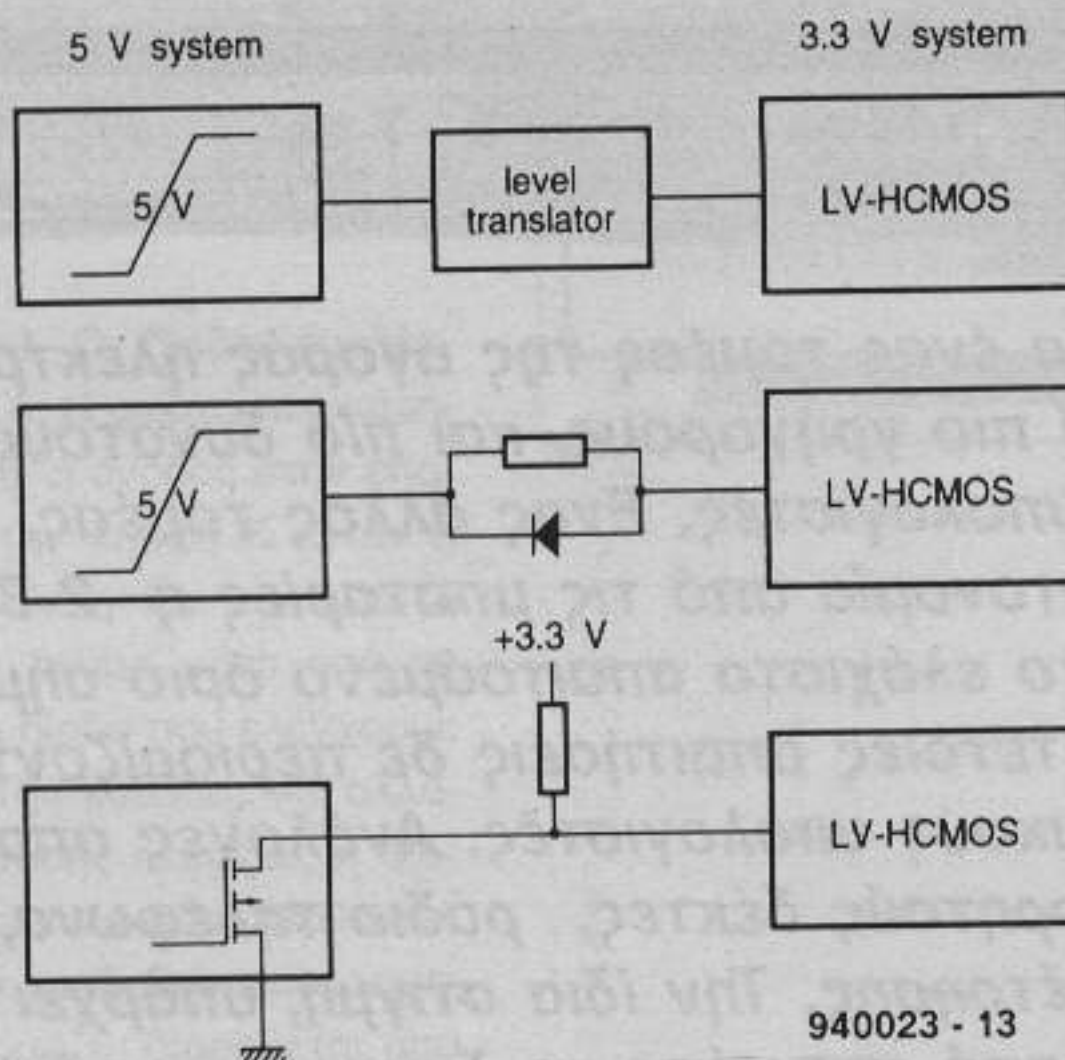
Η οικογένεια LVC είναι συμβατή με την σειρά F(ast)CMOS, όσον αφορά τόσο την ταχύτητα, όσο και τους ακροδέκτες, αλλά και

2



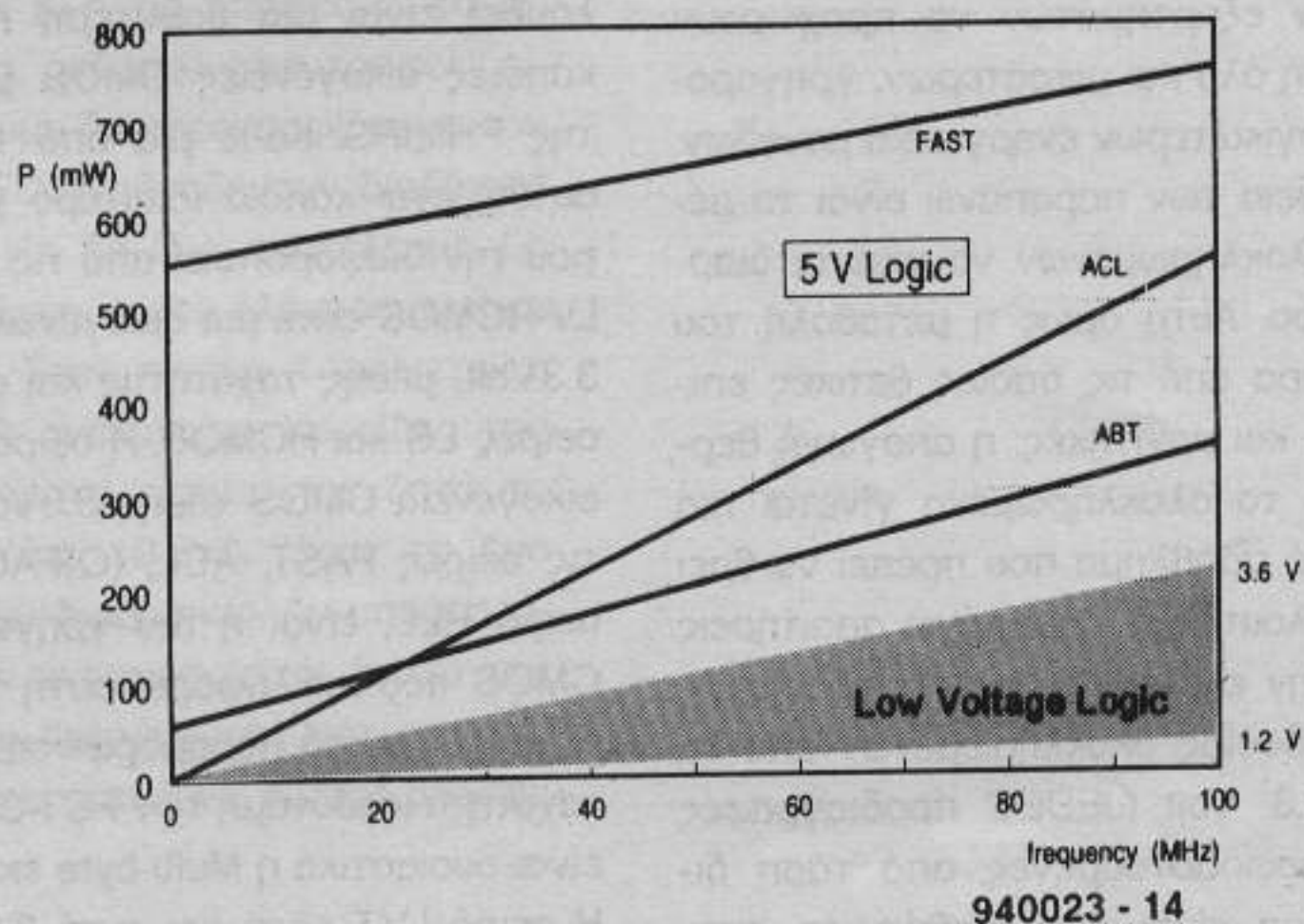
Σχήμα 2. Καθυστερήση διάδοσης σε σχέση με την τάση τροφοδοσίας.

3



Σχήμα 3. Σύνδεση της λογικής στάθμης +5V με τη νέα σειρά LV-HCMOS.

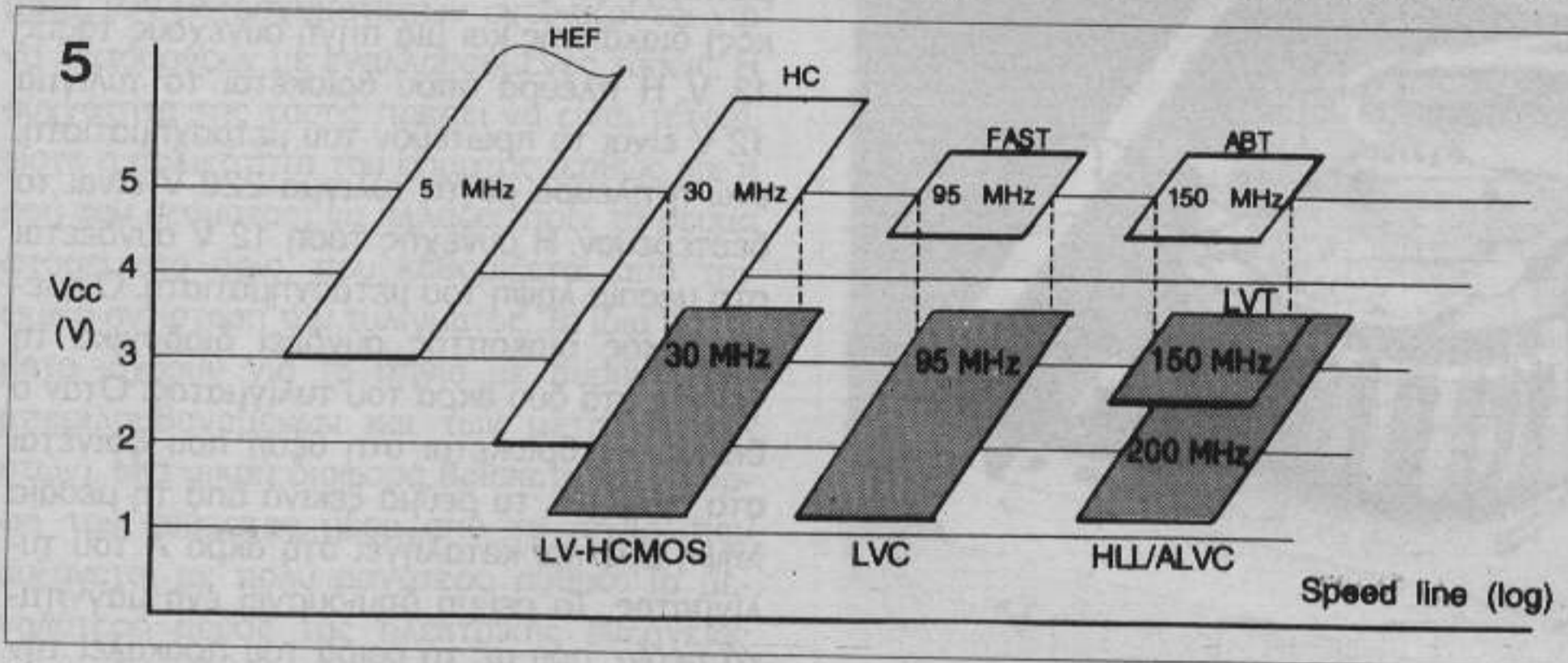
4



Σχήμα 4. Η κατανάλωση ισχύος διαφορετικών λογικών οικογενειών.

την ικανότητα οδήγησης επομένων βαθμίδων. Κατασκευασμένη με CMOS ΣΕ τεχνολογία 6μm έχει πολύ λιγότερες ενεργειακές απώλειες από την F-CMOS οικογένεια. Παρά το γεγονός ότι είναι σχεδιασμένη για τάση λειτουργίας στην περιοχή 3.3 ± 0.3 Volt, τα ολοκληρωμένα της οικογένειας μπορούν τελικά να λειτουργήσουν με όποια τάση στην περιοχή 1.2 έως 3.6 Volt, με μία μικρή τάση

καθυστερήσης στις χαμηλές τάσεις. Με τάση 2 Volt δίνουν ρεύμα εξόδου μέχρι 24 mA ενώ με 3.3 Volt οι εξοδοί μπορούν να οδηγήσουν φορτία 50 Ω. Χάρη στην υπο-μικρόν τεχνολογία (0.6μm), η καθυστέρηση διάδοσης με τάση τροφοδοσίας 3.3 Volt, δεν είναι μεγαλύτερη από 6.5 ns. Δεδομένου ότι με τάση τροφοδοσίας 3.3 Volt η στάθμη των σημάτων εισόδου μπορεί να φτάνει τα 5.5 Volt, η οικογένεια αυτή είναι ιδανική για χρήση σε μετατοπίσεις τάσης από 3 σε 5 Volt ή και το αντίθετο, σε εφαρμογές μικτών (3 και 5 Volt) συστημάτων.



Σχήμα 5. Διάχυση ισχύος σε σχέση με χαρακτηριστικά συχνότητας διαφόρων λογικών οικογενειών.

Οικογένεια HLL

Η οικογένεια HLL είναι μια νέα λογική οικογένεια: η πιο γρήγορη στον κόσμο οικογένεια 3.3 Volt. Οι μονάδες κατασκευάζονται με υπο-μικρόν (0.6μm) CMOS τεχνολογία, που χρησιμοποιεί μεταλλικά και επιταξιακά υποστρώματα δύο επιπέδων. Τα ολοκληρωμένα HLL σε τάσεις 3.3 ± 0.3 Volt λειτουργούν με διπλάσια ταχύτητα αυτής των F(ast) διπολικής λογικής. Δοθέντος του CMOS χαρακτήρα τους, παρουσιάζουν ενεργειακές απώλειες που είναι κλάσμα αυτών των ολοκληρωμένων διπολικής τεχνολογίας. Γενικά η οικογένεια είναι ιδανική για χρήση σε πολύ μεγάλης ταχύτητας εφαρμογές σε διαύλους δεδομένων, συσκευών που τροφοδοτούνται από τάση δικτύου. Η τεχνολογία υπο-μικρόν εγγυάται για χρόνους διάδοσης όχι μεγαλύτερους από 4 ns σε τάση 3.3 Volt. Οι υψηλού δυναμικού οδηγοί εξοδοί, επιτρέπουν χρόνους μεταγωγής πολύ μικρότερους της καθυστέρησης διάδοσης και μπορούν να οδηγήσουν φορτία 50 Ω. Λειτουργώντας στα 3.3 Volt τα ολοκληρωμένα της οικογένειας HLL μπορούν κατευθείαν να επικοινωνήσουν με στάθμες TTL λογικής.

Οικογένεια LVT

Η χαμηλής τάσης λογική οικογένεια BiCMOS (Bipolar-CMOS) κατασκευάζεται με τεχνολογία QUBiC 0.8μm, έτσι ώστε να συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά των CMOS και διπολικών μονάδων. Αποτέλεσμα αυτού, είναι μονάδες με πολύ υψηλό ρεύμα εξόδου και πολύ υψηλή ταχύτητα, χωρίς κανένα συμβιβασμό σε ενεργειακές απώλειες η στη στάθμη θορύβου. Οι εξοδοί μπορούν να δώσουν ρεύμα εξόδου μέχρι 32 mA και να απορροφήσουν (αρνητικό ρεύμα εξόδου) μέχρι 64 mA, ενώ μπορούν απ' ευθείας να οδηγήσουν φορτία 35 Ω. Η τεχνολογία QUBiC εγγυάται για χρόνους διάδοσης όχι μεγαλύτερους από 4 ns σε τάση 3.3 Volt. Οι μονάδες μπορούν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν σε μικτά συστήματα 3 και 5 Volt.

Key parameter/feature	LV-HCMOS	LVC	HLL/ALVC	LVT
Key parameters				
Nomenclature*	74LVxxxX	74LVCxxxX	74HLL33xxxX 74ALVC16xxxX	74LVTxxxX
Supply voltage range V	1.0 to 3.6	1.2 to 3.6	1.2 to 3.6	2.7 to 3.6
Output current I _{OH} /I _{OL} mA	6/6	24/24	24/24	32/64
Quiescent current μA	80	20	80/40	80
Typical propagation delay:				
data to output ns	9	4.0	2.1	2.4
output-enable to output ns	14	5.8	4.0	3.6
Max. ground bounce (V _{OLP}) V	0.5	0.8	1.0	0.8
Temperature range °C	-40 to +125	-40 to +85	-40 to +85	-40 to +85
Features				
Full CMOS	✓	✓	✓	✓
Advanced BiCMOS				✓
Drive capability:				
135 Ω	✓			
50 Ω		✓	✓	
35 Ω				✓
Effective channel length:				
2.0 μm	✓			
0.8 μm		✓	✓	✓
0.6 μm				✓
Corner supply pins	✓	✓		✓
Centre supply pins			✓	
TTL level input	✓	✓	✓	✓
TTL level output	✓	✓	✓	✓
5 V input capability		✓**	✓**	✓
Forced 5 V output				✓
Live insertion				✓
Input bus hold				✓
Packages:				
DIL	✓			
SO	✓	✓	✓/-	✓
SSOP	✓	✓	✓/✓	✓
TSSOP	✓	✓	✓/✓	✓
Application:				
glue logic	✓	✓		
battery-powered equipment	✓	✓	✓	
local bus		✓	✓	✓
super μP			✓	✓
backplane				✓
Compatible 5 V families	LS-TTL HC/HCT N74xx	FAST ACL/(Q)FACT ALS	FCT-C	ABT BC/BCT FCT-A
Product differentiator	3 V equivalent of LS/HC	3 V equivalent of FAST	world's fastest logic	3 V equivalent of ABT; optimized for backplanes

Πίνακας 1. Οι κυριότερες παράμετροι των νέων λογικών οικογενειών.