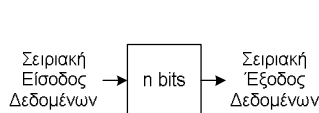


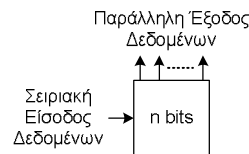
Καταχωρητές

Οι καταχωρητές είναι σύγχρονα ακολουθιακά κυκλώματα που συντίθενται από έναν αριθμό κατάλληλα συνδεδεμένων FF και χρησιμοποιούνται για την προσωρινή αποθήκευση δυαδικής πληροφορίας. Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε ένα FF μπορεί να αποθηκευτεί ένα bit, για να αποθηκεύσουμε n bits δυαδικής πληροφορίας απαιτούνται n FF.

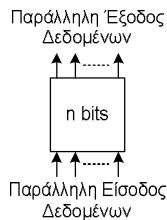
Η εισαγωγή (είσοδος, φόρτωση, καταχώρηση) της δυαδικής πληροφορίας σε έναν καταχωρητή μπορεί να γίνει είτε σειριακά, ένα bit σε κάθε ωρολογιακό παλμό, είτε παράλληλα, δηλαδή και τα n bits ταυτόχρονα σε έναν ωρολογιακό παλμό. Ομοίως, η εξαγωγή (έξοδος, εκφόρτωση, ανάγνωση) μπορεί να γίνει είτε σειριακά, είτε παράλληλα. Με βάση τον τρόπο εισόδου και εξόδου των δεδομένων, διακρίνουμε τέσσερις βασικούς τύπους καταχωρητών: καταχωρητές σειριακής εισόδου – σειριακής εξόδου, καταχωρητές σειριακής εισόδου – παράλληλης εξόδου, καταχωρητές παράλληλης εισόδου – παράλληλης εξόδου και καταχωρητές παράλληλης εισόδου – σειριακής εξόδου. Τα χονδρικά διαγράμματα των τεσσάρων τύπων καταχωρητών φαίνονται στα παρακάτω σχήματα.



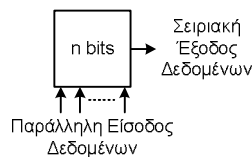
Καταχωρητής σειριακής εισόδου –
σειριακής εξόδου



Καταχωρητής σειριακής εισόδου –
παράλληλης εξόδου



Καταχωρητής παράλληλης εισόδου –
παράλληλης εξόδου

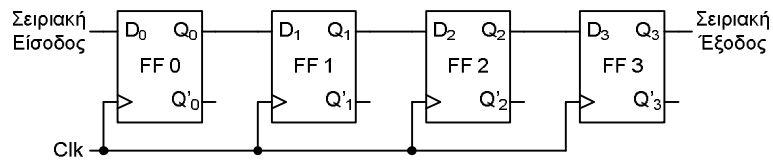


Καταχωρητής παράλληλης εισόδου –
σειριακής εξόδου

Καταχωρητής σειριακής εισόδου – σειριακής εξόδου

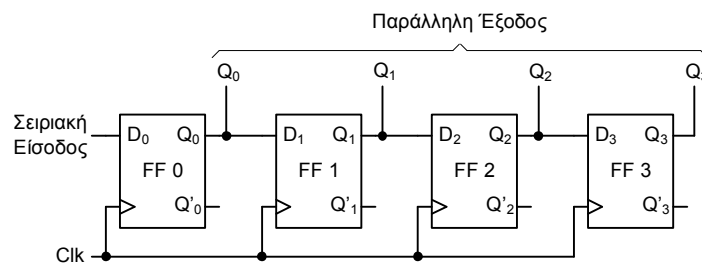
Ο καταχωρητής σειριακής εισόδου – σειριακής εξόδου (καταχωρητής ολίσθησης) αποτελείται από μια διάταξη D FF με κοινό ρολόι, συνδεδεμένων με τέτοιο τρόπο που η έξοδος του κάθε FF να τροφοδοτεί την είσοδο του επόμενου. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται το κύκλωμα ενός καταχωρητή 4 bit σειριακής εισόδου – σειριακής εξόδου δεξιάς ολίσθησης, κατασκευασμένο από D FF με θετική ακμοπυροδότηση. Σε κάθε ανερχόμενο μέτωπο του ωρολογιακού παλμού το κάθε FF “διαβάζει” την έξοδο του προηγούμενου FF και τη μεταφέρει στην έξοδό του, εκτός του πρώτου το οποίο δέχεται σειριακά (ένα bit σε κάθε ωρολογιακό παλμό) τα προς καταχώρηση δεδομένα στην είσοδό του. Η έξοδος του τελευταίου στη σειρά FF χρησιμοποιείται για τη σειριακή ανάγνωση των αποθηκευμένων δεδομένων. Είναι προφανές ότι, για την καταχώρηση ενός αριθμού 4 bits απαιτούνται

τέσσερις ωρολογιακοί παλμοί, ενώ για την ανάγνωση του συνόλου των 4 bits θα απαιτηθούν τρεις επιπλέον ωρολογιακοί παλμοί.



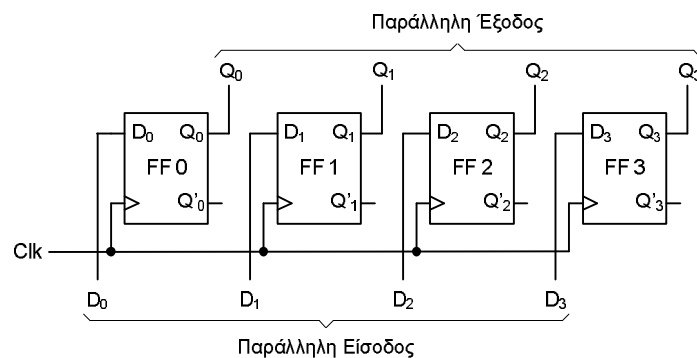
Καταχωρητής σειριακής εισόδου – παράλληλης εξόδου

Ο καταχωρητής σειριακής εισόδου – παράλληλης εξόδου είναι ίδιος με τον καταχωρητή σειριακής εισόδου – σειριακής εξόδου με μόνη διαφορά ότι η ανάγνωση των δεδομένων μπορεί να γίνεται από όλες τις εξόδους των FF και όχι μόνο του τελευταίου, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Έτσι, για την καταχώρηση ενός αριθμού 4 bits απαιτούνται τέσσερις ωρολογιακοί παλμοί και δεν απαιτούνται επιπλέον ωρολογιακοί παλμοί για την ανάγνωση του περιεχόμενου του καταχωρητή. Είναι προφανές όμως, ότι το περιεχόμενο του καταχωρητή μπορεί να αναγνωσθεί και σειριακά από την έξοδο του τελευταίου FF.



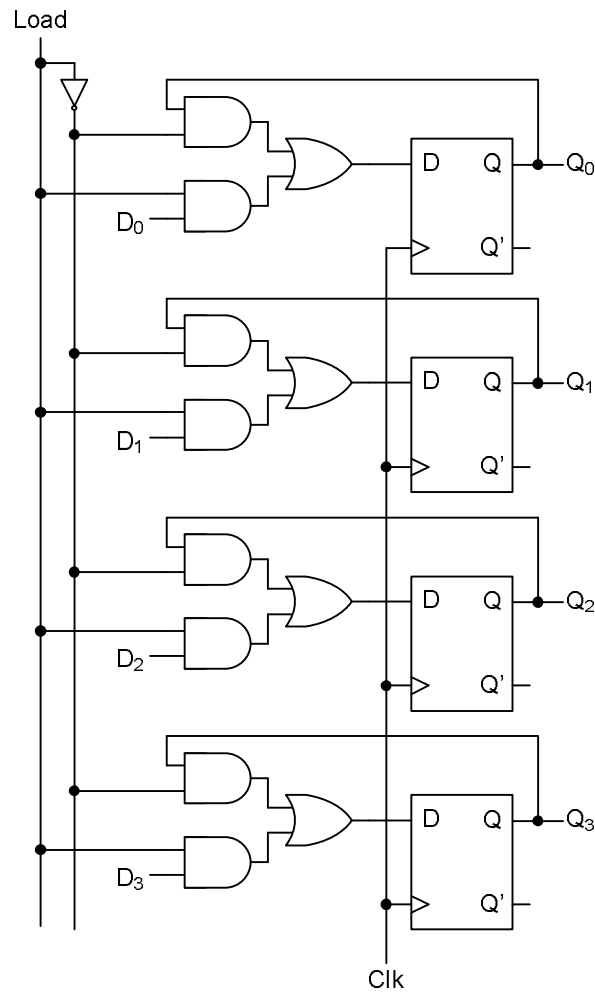
Καταχωρητής παράλληλης εισόδου – παράλληλης εξόδου

Ένας καταχωρητής παράλληλης εισόδου – παράλληλης εξόδου 4 bit φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Η είσοδος και η έξοδος κάθε FF ελέγχεται ανεξάρτητα αλλά όλα τα FF χρονίζονται με τον ίδιο ωρολογιακό παλμό. Όλες οι εισοδοί φορτώνονται ταυτόχρονα (παράλληλα) στον καταχωρητή και περνούν στις εξόδους των FF.



Το μειονέκτημα αυτού του καταχωρητή είναι ότι, με κάθε νέο ωρολογιακό παλμό, θα φορτώνονται νέα δεδομένα και θα χάνονται τα προηγούμενα. Αν θέλουμε να

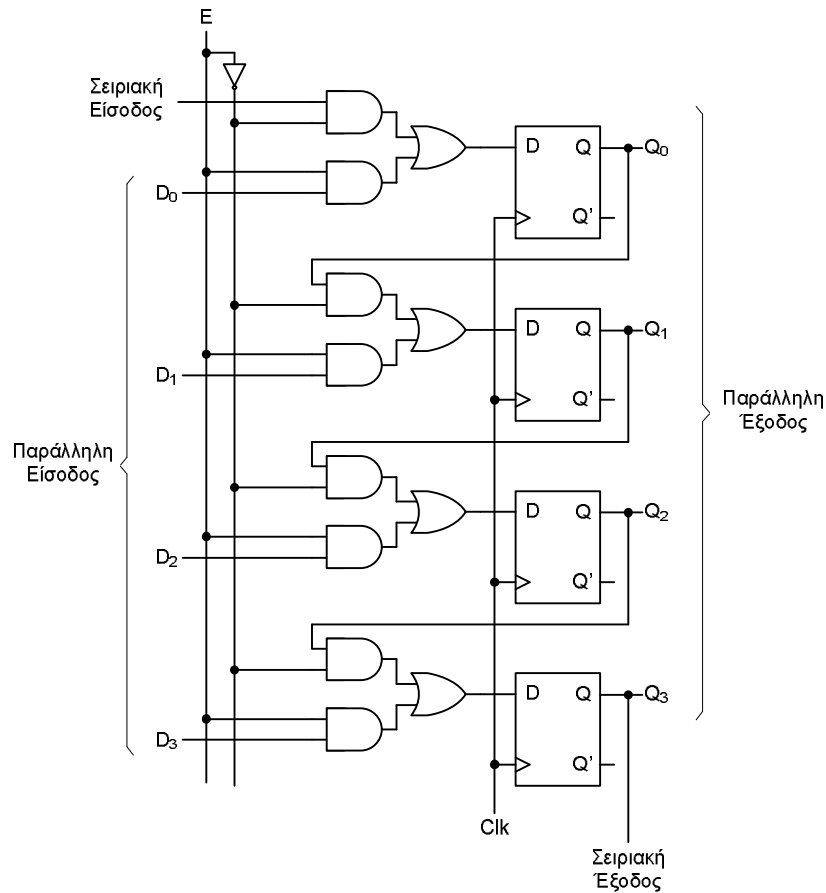
αποθηκεύσουμε τα καταχωρημένα δεδομένα, θα πρέπει να σταματήσουμε τη φόρτωση νέων δεδομένων. Για να εξαλείψουμε αυτό το πρόβλημα, χρησιμοποιούμε μία επιπλέον είσοδο (load) και ένα συνδυαστικό κύκλωμα στην είσοδο κάθε FF, όπως φαίνεται στο παρακάτω κύκλωμα. Όταν Load = 1, τα δεδομένα D_i φορτώνονται στο αντίστοιχο FF στο ενεργό μέτωπο του ωρολογιακού παλμού. Όταν όμως Load = 0, η έξοδος Q_i κάθε FF ανατροφοδοτείται σε κάθε ενεργό μέτωπο του ωρολογιακού παλμού στην είσοδο D_i του FF και έτσι η έξοδος παραμένει η ίδια. Με τον τρόπο αυτό το περιεχόμενο του καταχωρητή παραμένει σταθερό (αποθηκεύεται) για όσο χρόνο Load = 0.



Καταχωρητής παράλληλης εισόδου – σειριακής εξόδου

Ένας καταχωρητής παράλληλης εισόδου – σειριακής εξόδου έχει τη δυνατότητα να φορτώνει τα δεδομένα παράλληλα και η έξοδος των δεδομένων να γίνεται σειριακά. Η φόρτωση των n bits γίνεται ταυτόχρονα σε ένα ενεργό μέτωπο του ωρολογιακού παλμού, ενώ η έξοδος των δεδομένων γίνεται σειριακά και απαιτεί n ωρολογιακούς παλμούς. Ένας καταχωρητής 4 bit που μπορεί να εκτελέσει αυτή τη λειτουργία εισόδου / εξόδου των δεδομένων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Όπως βλέπουμε στο κύκλωμα αυτό, η λειτουργία εισόδου των δεδομένων ελέγχεται μέσω μιας εισόδου επιλογής E. Όταν η είσοδος επιλογής E = 0, έχουμε σειριακή είσοδο δεδομένων, ενώ όταν E = 1 έχουμε παράλληλη είσοδο δεδομένων. Επιπλέον, μπορούμε να έχουμε είτε σειριακή, είτε

παράλληλη έξοδο (ανάγνωση) των δεδομένων. Επομένως, ένας τέτοιος καταχωρητής καλύπτει όλους τους δυνατούς τρόπους εισόδου / εξόδου δεδομένων.



Όλοι οι τύποι FF που εξετάσαμε μπορούν να συνδεθούν κατάλληλα μεταξύ τους για να δημιουργήσουμε καταχωρητές πολλαπλάσιας χωρητικότητας. Για παράδειγμα, συνδέοντας δύο καταχωρητές των 4 bits μπορούμε να κατασκευάσουμε έναν καταχωρητή των 8 bits, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Είναι προφανές ότι οι δύο καταχωρητές θα πρέπει να έχουν τον ίδιο χρονισμό και, αν πρόκειται για καταχωρητές σειριακής εισόδου – σειριακής εξόδου, θα πρέπει η σειριακή έξοδος του πρώτου καταχωρητή να συνδεθεί στη σειριακή είσοδο του δεύτερου.

