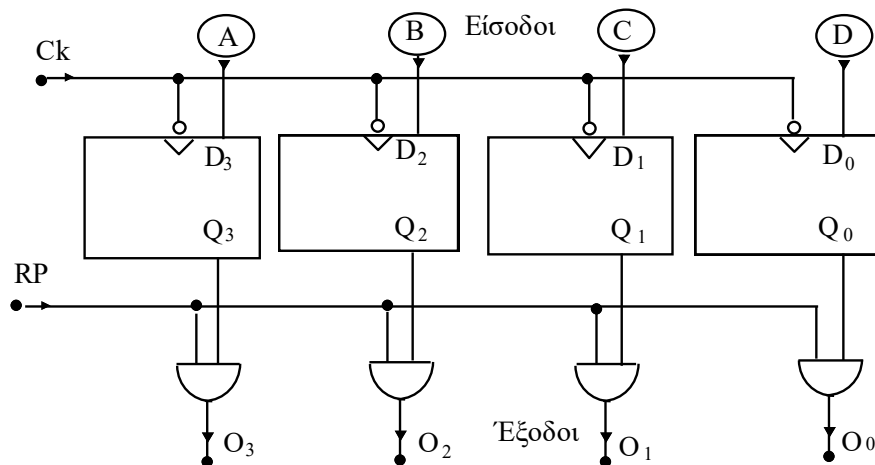


9. ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ (REGISTERS)

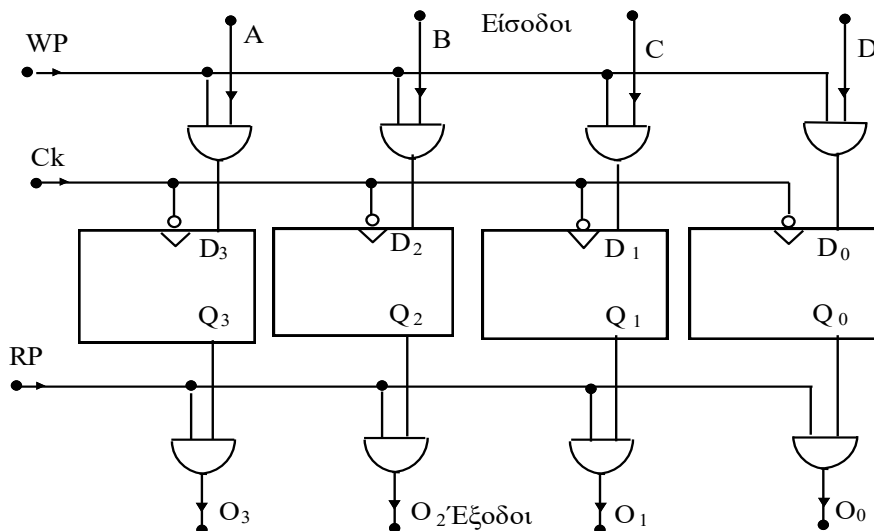
9.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει για την αποθήκευση μιας πληροφορίας ενός ψηφίου (1 bit) απαιτείται ένα στοιχείο μνήμης δηλαδή ένα FF. Επομένως για περισσότερα του ενός ψηφία θέλουμε τόσα FF όσα και τα ψηφία της πληροφορίας. Το ενιαίο συνδυαστικό σύνολο αυτό λέγεται καταχωρητής-Register.

Ο στατικός καταχωρητής από ανεξάρτητα FF τύπου D (από τύπου JK ή τύπου SR), αποθηκεύει (φορτώνεται) την πληροφορία παράλληλα ή εν σειρά, με την εφαρμογή του παλμού του ρολογιού (Ck). Η πληροφορία διαβιβάζεται στο χρόνο που θέλουμε με την εφαρμογή ενός παλμού ανάγνωσης (Read Pulse-RP) μέσω των κατάλληλων πυλών, όπως φαίνεται στο σχήμα.



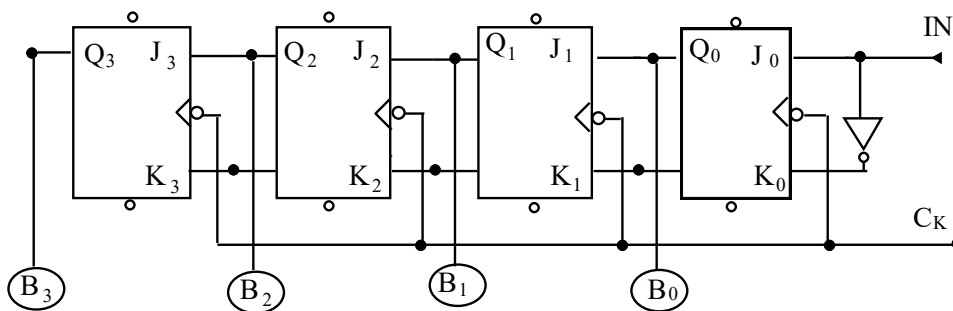
Η πληροφορία εγγράφεται στον καταχωρητή με ένα παλμό εγγραφής (Write Pulse - WP), μέσω πυλών AND, στις εισόδους των D-FF όπως φαίνεται στο σχήμα.



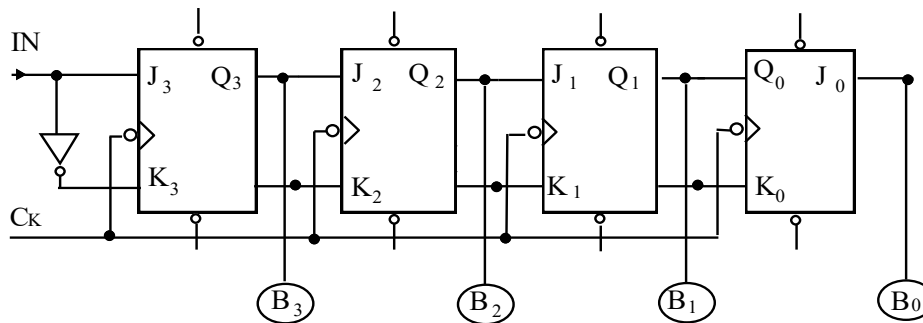
Πριν τον παλμό ανάγνωσης (RP) η πληροφορία πρέπει να έχει αποκατασταθεί για

χρόνο t μεγαλύτερο του χρόνου διάδοσης t_{rp} των FF από την εφαρμογή των παλμών εγγραφής ($t > t_{rp}$).

Αν τώρα η έξοδος του 1^{ου} FF συνδέεται στην είσοδο του 2^{ου} FF, η έξοδος του 2^{ου} FF συνδέεται στην είσοδο του 3^{ου} FF, κ.ο.κ ο καταχωρητής μπορεί να "ολισθήσει" το περιεχόμενό του κατά μια θέση σε κάθε παλμό του C_k . Ένας τέτοιος καταχωρητής λέγεται καταχωρητής μετατόπισης (ολίσθησης) -Shift Register- και το κύκλωμά του φαίνεται στο σχήμα.



ή



Το πρώτο FF που δέχεται την είσοδο των δεδομένων είναι τύπου D-FF.

Έστω $INPUT = "1"$ με τον 1^ο παλμό του C_k η είσοδος θα μεταφερθεί στην έξοδο του 1^{ου}-FF, (1ο σχήμα), στον επόμενο παλμό η έξοδος του πρώτου και είσοδος του 2^{ου}-FF, θα μεταφερθεί στην έξοδο 2^{ου}-FF, κ.ο.κ. Μετά από 4 παλμούς η αρχική πληροφορία θα έχει μεταφερθεί "ολισθήσει" 4 θέσεις προς τα αριστερά (Shift Left).

Παρόμοια ισχύουν και για το 2ο σχήμα, μόνο που αλλάζει η φορά των πληροφοριών που τώρα ολισθαίνουν προς τα δεξιά, ενώ στο 1ο σχήμα είχαμε ολίσθηση προς τα αριστερά.

Το προηγούμενο κύκλωμα (και στις δυο μορφές του) χρησιμοποιείται είτε στην μετατροπή μιας εν σειρά πληροφορίας σε παράλληλη πληροφορία και διάβασμά της μέσω μιας πύλης AND, είτε για την καθυστέρηση μιας εν σειρά πληροφορίας για χρόνο $t = \eta t_{FF} \cdot T$, όπου η =αριθμός FF και T η περίοδος των παλμών ολίσθησης του C_k .

Η έξοδος θα είναι το τελευταίο FF.

Οι καταχωρητές μετατόπισης χρησιμοποιούνται για την προσωρινή αποθήκευση (buffering) πληροφοριών που εισέρχονται είτε σειριακά (από δεξιά ή από αριστερά) είτε παράλληλα, για την μετατροπή σειριακής εισόδου σε παράλληλη έξοδο ή παράλληλης εισόδου σε σειριακή έξοδο, για την εκτέλεση πράξεων (γινόμενο, διαίρεση) στην αριθμητική λογική μονάδα (A.L.U) του Η/Υ για αριθμητικές διατάξεις κ.λ.π

9.2. ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ (ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ) (Shift Registers)

9.2.1 Ανάλυση του καταχωρητή 4-ψηφίων

Οι καταχωρητές, όπως είδαμε, αποτελούνται από FF σε σειρά στα οποία αποθηκεύονται οι πληροφορίες. Ένα δυαδικό στοιχείο –FF- είναι μνήμη για ένα ψηφίο οπότε ανάλογα με τον αριθμό n των FF αποθηκεύεται και ένα πλήθος n -ψηφίων (n -Bits) πληροφορίας.

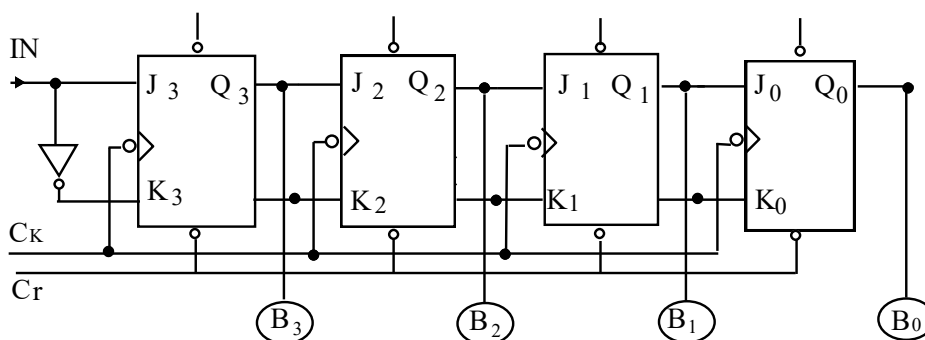
Π.χ για $n=8$ FF μπορούμε να αποθηκεύσουμε $2^n=2^8=256$ ($0\div 255$) διαφορετικούς συνδυασμούς.

Οι καταχωρητές μετατόπισης καταχωρούν μια πληροφορία και με κατάλληλο συγχρονισμό μεταβιβάζουν την αποθηκευμένη πληροφορία κατά μήκος των FF. Ανάλογα με τον τρόπο εισαγωγής και εξαγωγής της πληροφορίας διακρίνουμε 4 κατηγορίες καταχωρητών μετατόπισης -Shift Registers- .

9.2.2 ΕΙΣΟΔΟΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ-ΕΞΟΔΟΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ (Series IN-Series OUT-SISO)

Στους καταχωρητές αυτού του τύπου η πληροφορία εισάγεται ψηφίο-ψηφίο από την είσοδο IN, από το αριστερό άκρο, στο 4^ο-FF, μετακινείται κατά μήκος του καταχωρητή, μια θέση σε κάθε παλμό ολίσθησης και μεταφέρεται "ολισθαίνει" στην έξοδο OUT μετά από n -παλμούς.

Ένας SI-SO (Shift Left) καταχωρητής τεσσάρων ψηφίων φαίνεται στο σχήμα.



Αν τα FF είναι τύπου MS τότε η είσοδος των δεδομένων γίνεται με την άνοδο του παλμού ("0"→"1") και έξοδος εμφανίζεται με την κάθοδο του παλμού ("1"→"0").

Με την γραμμή Cr μηδενίζουμε τον καταχωρητή (όλα τα FF) πριν ξεκινήσει η διαδικασία της καταχώρησης.

Έστω η πληροφορία **1101** που πρέπει να εγγραφεί στον καταχωρητή. Η σειρά των εργασιών για την καταχώρηση είναι:

1) Καθαρίζονται όλα τα FF κατεβάζοντας την γραμμή Cr στο κατάλληλο δυναμικό (στα TTL δυναμικό μηδέν Cr="0") με Pr="1" οπότε έχουμε Qi="0". (επαναφέρουμε Cr="1"). Εφαρμόζεται η σειρά της πληροφορίας με το ΛΣΨ στο 1^ο-FF.

2) Με τον 1^ο παλμό του Ck η είσοδος IN θα μεταφερθεί στην έξοδο του 4^{ου}-FF και θα έχουμε: Q₄=1, Q₃=0, Q₂=0, Q₁=0.

3) Στον 2^ο παλμό του Ck η έξοδος του 4^{ου}-FF και είσοδος του 3^{ου}-FF, θα μεταφερθεί στην έξοδο του 3^{ου}-FF και ταυτόχρονα εισέρχεται στο 4^ο-FF το δεύτερο ψηφίο της πληροφορίας ενώ στο 3^ο το πρώτο ψηφίο της πληροφορίας.

Τώρα έχουμε: Q₄=0, Q₃=1, Q₂=0, Q₁=0.

4) Στον 3^ο παλμό του Ck η έξοδος του 4^{ου}-FF και είσοδος του 3^{ου}-FF, θα μεταφερθεί στην έξοδο του 3^{ου}-FF, παρόμοια η έξοδος του 3^{ου}-FF και είσοδος του 2^{ου}-FF θα μεταφερθεί στην έξοδο του 2^{ου}-FF και ταυτόχρονα εισέρχεται στο 4^ο-FF το τρίτο ψηφίο της πληροφορίας ενώ στο 3^ο το δεύτερο ψηφίο της πληροφορίας και στο 2^ο το πρώτο ψηφίο της πληροφορίας.

Τώρα έχουμε: Q₄=1, Q₃=0, Q₂=1, Q₁=0.

5) Στον 4^ο παλμό του Ck η έξοδος του 4^{ου}-FF και είσοδος του 3^{ου}-FF, θα μεταφερθεί στην έξοδο του 3^{ου}-FF, παρόμοια η έξοδος του 3^{ου}-FF και είσοδος του 2^{ου}-FF, θα μεταφερθεί στην έξοδο του 2^{ου}-FF, η έξοδος του 2^{ου}-FF και είσοδος του 1^{ου}-FF, θα μεταφερθεί στην έξοδο του 1^{ου}-FF και ταυτόχρονα εισέρχεται στο 4^ο-FF το τέταρτο ψηφίο της πληροφορίας ενώ στο 3^ο-FF το τρίτο ψηφίο της πληροφορίας, στο 2^ο-FF το δεύτερο ψηφίο της πληροφορίας και στο 1^ο το πρώτο ψηφίο της πληροφορίας.

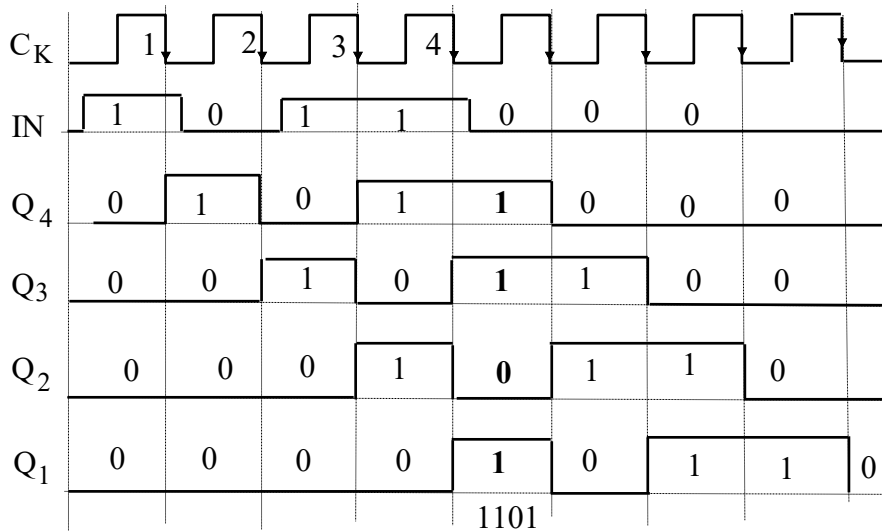
Τώρα έχουμε Q₄=1, Q₃=1, Q₂=0, Q₁=1.

Συνοπτικά η διαδικασία φαίνεται στον πίνακα.

Clock Pulse	Bit Πληροφορίας	Q ₄	Q ₃	Q ₂	Q ₁
1ος	1	1	0	0	0
2ος	0	0	1	0	0

3ος	1	1	0	1	0
4ος	1	1	1	0	1

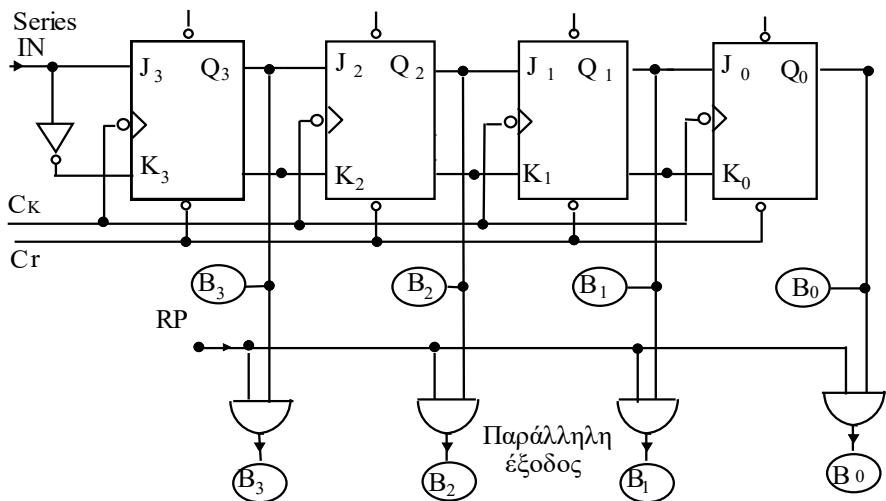
Το IC-TTL 7491A είναι ένας καταχωρητής 8-ψηφίων με σειριακή είσοδο και έξοδο. Τα παλμικά διαγράμματα φαίνονται στο σχήμα.



9.2.3 ΕΙΣΟΔΟΣ ΕΝ ΣΕΙΡΑ-ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΕΞΟΔΟΣ (Series IN-Parallel OUT-SIPO)

Στους καταχωρητές αυτού του τύπου η πληροφορία εισάγεται ψηφίο-ψηφίο από την είσοδο IN στο 1^ο-FF, μετακινείται κατά μήκος του καταχωρητή μια θέση σε κάθε παλμό ολίσθησης και μεταφέρεται "ολισθαίνει" και καταχωρείται μετά από η-παλμούς.

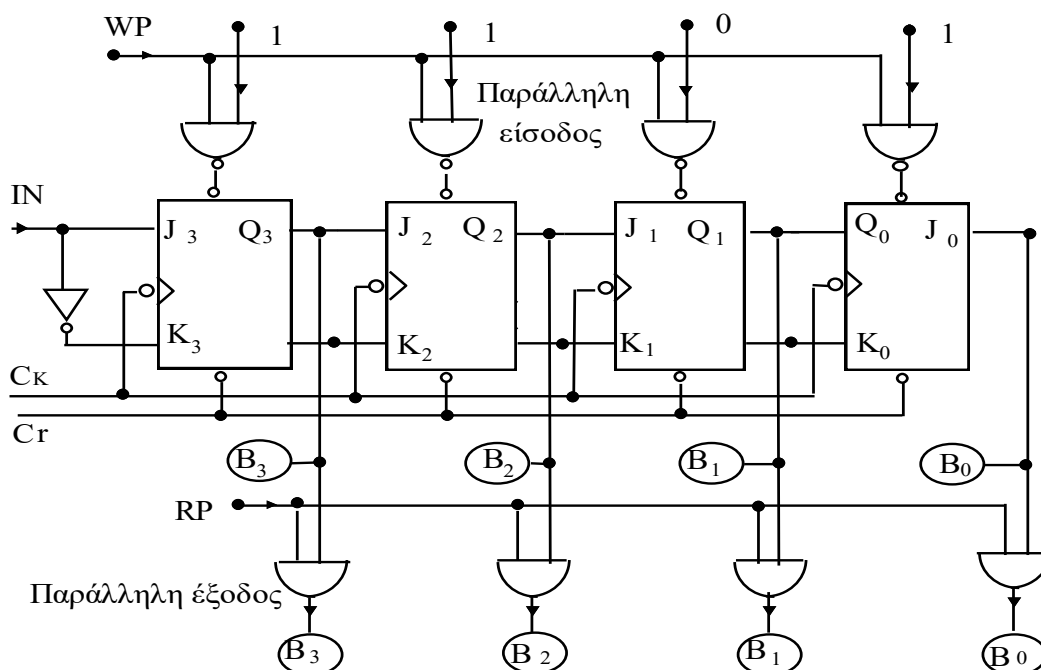
Η έξοδος γίνεται από όλα τα FF, ταυτόχρονα, με την εφαρμογή ενός παλμού ανάγνωσης στις πύλες εξόδου.



Ένας SI-PO (Shift Left) καταχωρητής τεσσάρων ψηφίων φαίνεται στο σχήμα.

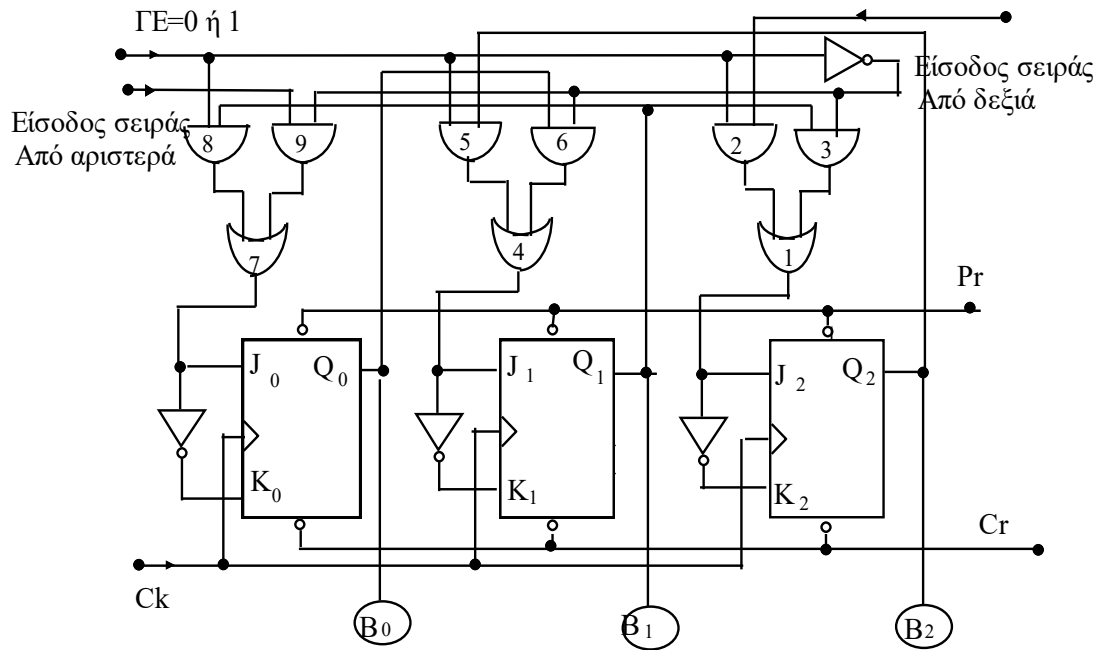
Το IC-TTL 74199 (IC-CMOS 4035 4 Bit) είναι ένας καταχωρητής 8-ψηφίων με παράλληλη είσοδο και σειριακή έξοδο. Με την γραμμή Cr μηδενίζουμε τον καταχωρητή (όλα τα FF) πριν ξεκινήσει η διαδικασία της καταχώρησης με τον παλμό εγγραφής WP.

Σημείωση: Όλοι οι παραπάνω τύποι καταχωρητών με ολίσθηση προς τα αριστερά μπορούν να μετατραπούν σε καταχωρητές με ολίσθηση προς τα δεξιά (Shift Right) με αλλαγή της εισόδου και της διάταξης των FF.



9.2.6 ΑΜΦΙΔΡΟΜΟΙ ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ (Shift (Right-Left) Registers)

Εκτός από τους καταχωρητές που εκτελούν ολίσθηση μόνο προς τα αριστερά ή μόνο προς τα δεξιά, υπάρχουν καταχωρητές που εκτελούν ολίσθηση και προς τις δυο κατευθύνσεις (διπλοκατευθυνόμενοι ή αμφίδρομοι). Η φορά ολίσθησης καθορίζεται από το δυναμικό μιας γραμμής επιλογής (ΓΕ). Κάθε είσοδος FF διαθέτει ένα συνδυασμό 2 πυλών AND και μιας πύλης OR. Οι πύλες AND ελέγχονται από την ΓΕ έτσι ώστε κάθε φορά να δίδει έξοδο **μόνο** μία από αυτές.



Αν η $\Gamma E=1$ τότε λειτουργούν οι πύλες 2, 5, 8 και έχουμε καταχωρητή με ολίσθηση από δεξιά προς τα αριστερά (Shift Left). αν η $\Gamma E=0$ τότε λειτουργούν οι πύλες 3, 6, 9 και έχουμε καταχωρητή με ολίσθηση από αριστερά προς τα δεξιά (Shift Right).

Επίσης το IC-TTL 74194 είναι ένας αμφίδρομος καταχωρητής 4-ψηφίων που λειτουργεί με αμφίδρομη λειτουργία (Bidirectional Shift Register) με παράλληλη και σειριακή (από δεξιά ή αριστερά) φόρτιση.