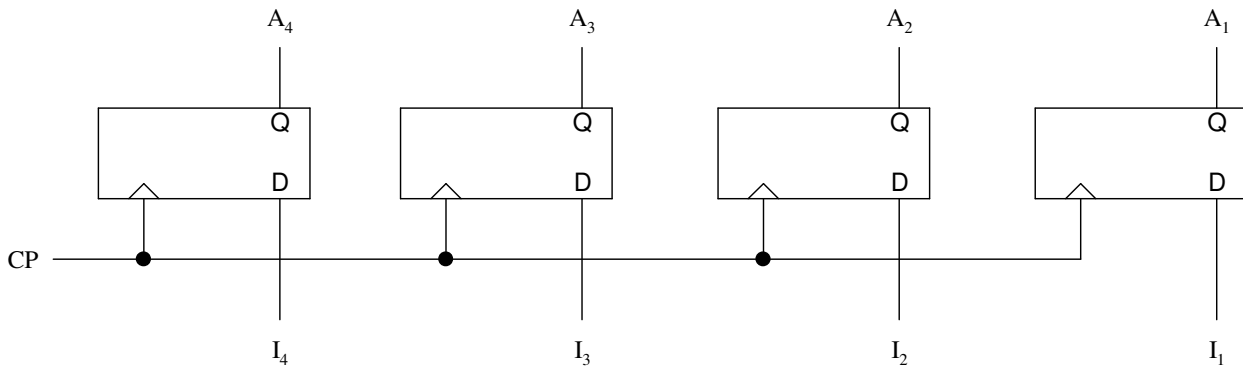


## פרק 14

אוגרים14.1 אוגר פשוט

במעגלים משולבים יש סוגים שונים של אוגרים ( משמעות : אוגר שומר אינפורמציה ). האוגר הפשוט ביותר מורכב מדלגלים בלבד, ללא כל שערים חיצוניים. האיור הבא מתאר אוגר כזה, הבנוי מארבעה דלגלים מסוג D עם כניסת דופק שעון משותפת. כניסת דופק השעון, CP, מאפשרת את כל הדלגלים באופן שניתן להעביר את המידע הנמצא בזמן מסוים בארבע הכניסות  $(I_1, I_2, I_3, I_4)$  לאוגר בעל ארבע סיביות. ניתן לדגום את ארבע היציאות כדי לקבל את המידע המאוחסן באותו זמן באוגר.

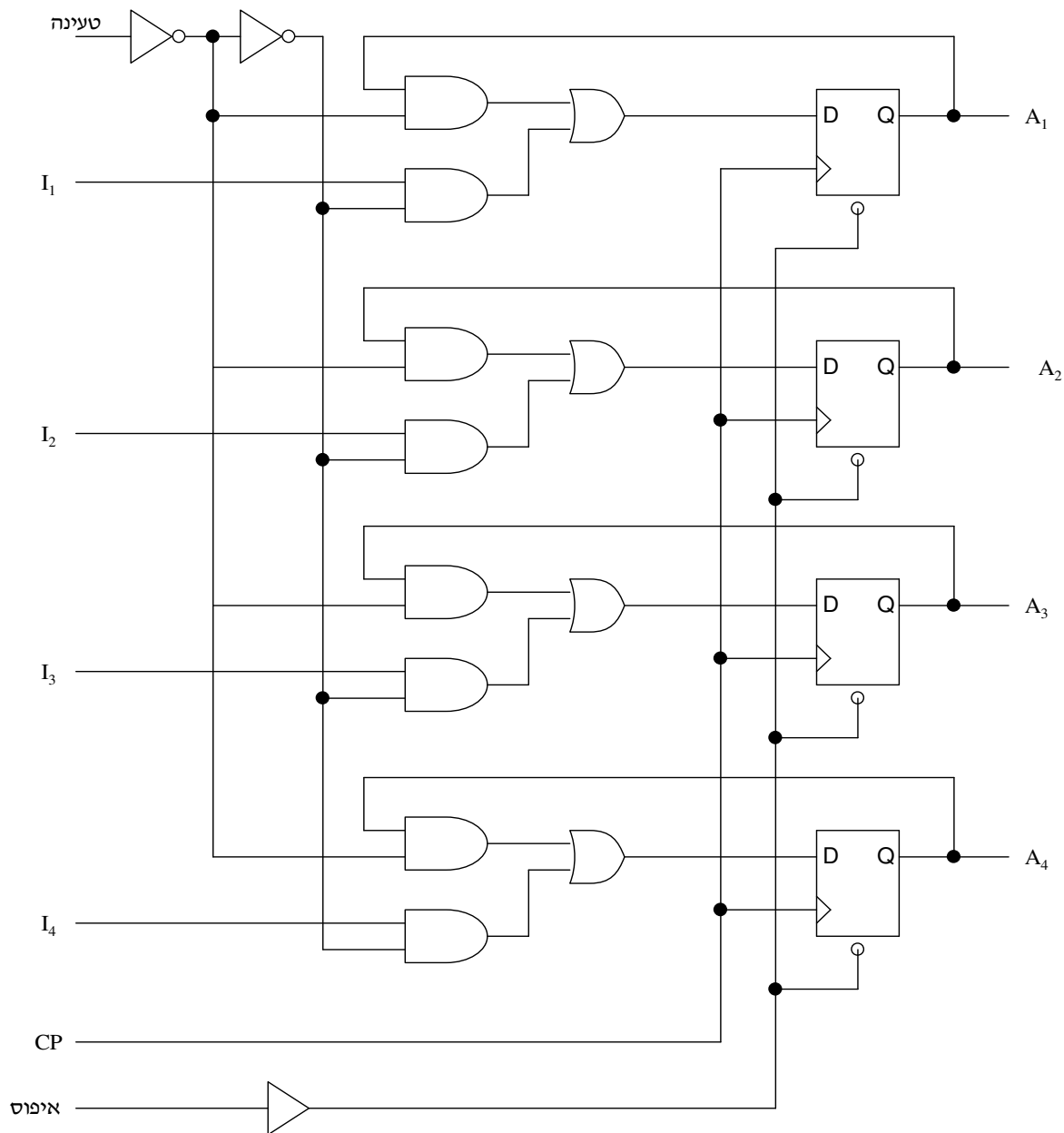


האופן שבו מדורבנים הדלגלים באוגר הוא בעל חשיבות ראשונה במעלה. אם הדלגלים הם מסוג D כמו באיור דלעיל, אז המידע המצוי בכניסה D מועבר ליציאה Q כאשר CP הוא 1, והיציאה Q משתנה בהתאם למידע שבכניסה, כל עוד אות ה-CP הוא 1. כאשר CP יורד ל-0, המידע שהיה בכניסה מיד לפני מעבר הדופק נשמר ביציאה Q. במילים אחרות, הדלגלים רגישים למשך הדופק, והאוגר מאפשר כל עוד  $CP = 1$ . אוגר המגיב למשך הדופק בדרך כלל נקרא נועל מבוקר, ( LATCH ). כניסת ה-CP מסומנת לעיתים קרובות במשתנה G ( במקום ב-CP ). נועלים משמשים כמאחסנים זמניים של מידע בינרי שיש להעביר ליעד חיצוני.

14.2 אוגר בעל טעינה מקבילית

העברת מידע חדש לאוגר נקראת טעינת האוגר. אם כל סיביות האוגר נטענות בו-זמנית בהתרחש דופק שעון אחד, נאמר שהטעינה נעשית במקביל. דופק שעון המוזן לכניסת ה-CP של האוגר ( שבאיור של האוגר הפשוט ) יטען את כל ארבע הכניסות במקביל. במילים אחרות, כניסת ה-CP פועלת כאות אפשרור המפקח על טעינת מידע חדש לאוגר. כאשר ה-CP עולה ל-1, מידע הכניסה נטען לאוגר. אם ה-CP נשאר 0, תוכן האוגר אינו משתנה. שים לב ששינוי המצב ביציאות מתרחש במעבר החיובי של הדופק.

## אוגר בעל טעינה מקבילית הבנוי מדלגלי D:



האיור דלעיל מתאר כיצד ניתן לבנות אוגר בעל טעינה מקבילית בעזרת דלגלי D. כניסת השעון וכניסת האיפוס הן כמקודם. נידרש שכל עוד אין עינה מקבילית האוגר ישמור על ערכו. כשכניסת הטעינה היא 1, הכניסות  $I_i$  מועברות לאוגר בהתרחש דופק השעון הבא. כשכניסת הטעינה היא 0, כניסות המעגל חסומות והדלגלים נטענים מחדש בערכם הנוכחי ובכך שומרים על תוכן האוגר.

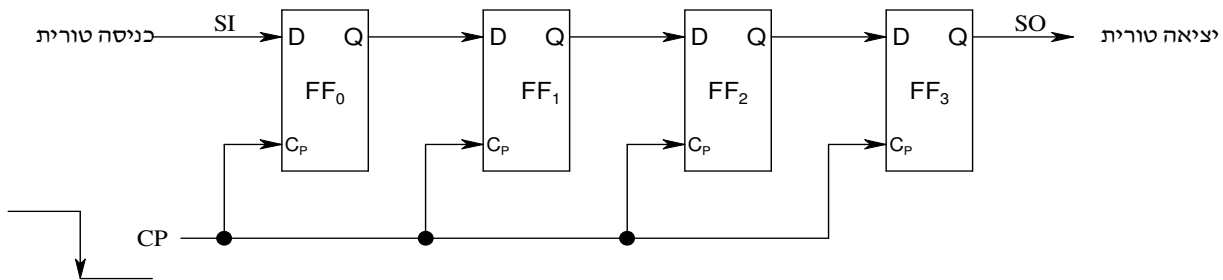
כשמשמשים בדלגלים מסוג D, יש צורך בחיבור המשוב בכל דלגל, כדי שלא יחול שינוי במצבי הדלגלים. בכל דופק שעון הכניסה D קובעת את המצב הבא של היציאה. כדי שהיציאה לא תשתנה, יש לגרום לכניסה D להיות שווה לערך הנוכחי של היציאה Q בכל דלגל.

**14.3 אוגרי הזזה****14.3.1 אוגר הזזה פשוט.**

אוגר המסוגל להזיז את המידע הבינרי שבו שמאלה או ימינה נקרא אוגר הזזה. אוגר הזזה בנוי מדלגלים המחוברים זה לזה בטור באופן שהיציאה של דלגלג אחד מחוברת לכניסת הדלגלג הבא בשרשרת. כל הדלגלים מחוברים לאותו דופק שעון הגורם להזזה מדרגה אחת לדרגה הבאה.

באוגר ההזזה הפשוט ביותר יש דלגלים בלבד, כפי שמתואר באיור הבא. היציאה Q של דלגלג נתון מחוברת לכניסה D של הדלגלג שמימינו. כל דופק שעון מזיז את תוכן האוגר ימינה בסיבית אחת. לכל אוגר יש כניסה טורית (SI) ויציאה טורית (SO). הכניסה קובעת מה יכנס לדלגלג השמאלי ביותר במשך ההזזה. היציאה הטורית נלקחת מיציאת הדלגלג הימני ביותר לפני הזנת הדופק.

אוגר הזזה :



האוגר שבציור מזיז את תוכנו בכל ירידת שעון. כלומר, בכל ירידה של דופק השעון הנתון הבינרי – האוגר בדלגלים – מוזז ימינה בסיבית אחת.

**14.3.2 אוגר הזזה דו-כיווני בעל טעינה מקבילית**

ניתן להשתמש באוגר הזזה להמרת נתונים טוריים לנתונים מקביליים ולהפך. אם יש גישה לכל יציאות הדלגלים של אוגר הזזה, ניתן להוציא באופן מקבילי מיציאות הדלגלים מידע שהוכנס באופן טורי על ידי הזזה. אם לאוגר הזזה יש יכולת טעינה מקבילית, אזי נתון שהוכנס לאוגר באופן מקבילי ניתן לשליפה באופן טורי על ידי הזזתו באוגר.

ישנם אוגרי הזזה שיש להם יכולת הזזה ימינה וגם יכולת הזזה שמאלה.

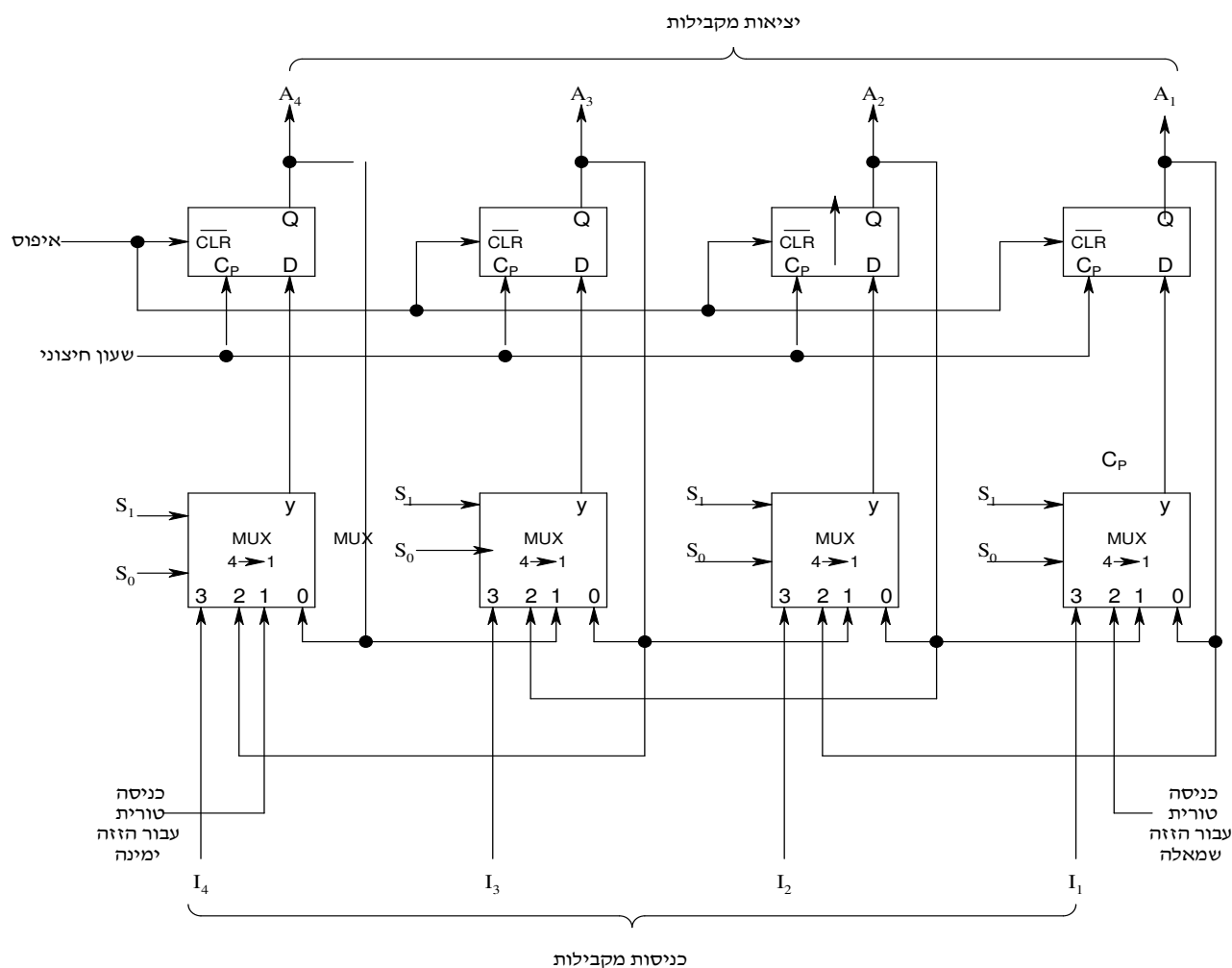
אוגר ההזזה הכללי ביותר יכול לבצע את כל הפונקציות שלהלן; אחרים מבצעים רק אחדות מהן. על כל אוגר להיות בעל יכולת לבצע לפחות פעולת הזזה אחת.

**פעולות אפשריות באוגר הזזה שונים :**

1. בקרת איפוס כדי לאפס את האוגר.
  2. כניסת CP עבור דופקי השעון כדי לסנכרן את כל הפעולות.
  3. בקרת הזזה ימינה כדי לאפשר את פעולת ההזזה ימינה.
  4. בקרת הזזה שמאלה כדי לאפשר את פעולת ההזזה שמאלה.
  5. בקרת טעינה מקבילית כדי לאפשר העברה מקבילית.
  6. אי שינוי המידע באוגר אף על פי שדופקי שעון מוזנים ברציפות.
- אוגר היכול לבצע הזזה ימינה וגם שמאלה נקרא **אוגר הזזה דו-כיווני**. אוגר היכול לבצע הזזה בכיוון אחד בלבד נקרא **אוגר הזזה חד-כיווני**.

אם האוגר יכול לבצע גם הזזה וגם טעינה מקבילית, הוא נקרא אוגר **הזזה בעל טעינה מקבילית**.

**דוגמא: מימוש אוגר הזזה דו-כיווני בעל 4 סיביות עם טעינה מקבילית.**



**הסבר :** האיור דלעיל מציג את הדיאגרמה של אוגר ההזזה הכללי ביותר. הוא מורכב מארבעה דלגלי D.

ארבעת המרבבים הם חלק מהאוגר ומשורטטים כאן בצורת תרשים מלבני.

לארבעת המרבבים יש שתי כניסות בקרה משותפות -  $s_1$  ו-  $s_0$ .

כאשר  $s_1 s_0 = 00$ , הכניסה 0 של כל מרבב נבחרת ככניסה D של הדלגל המתאים ;

הכניסה 1 של כל מרבב נבחרת כאשר  $s_1 s_0 = 01$  ; ובאופן דומה עבור שני הצירופים הנותרים של שתי

כניסות הבקרה.

הכניסות  $s_1$  ו-  $s_0$  מפקחות על אופן הפעולה של האוגר, כפי שמראה הטבלה הבאה.

- **כאשר**  $s_1 s_0 = 00$ , הערך הנוכחי של האוגר מוזן לכניסות D של הדלגלים כלומר הנתון

הקודם נשמר. צירוף זה יוצר מסלול מהיציאה של כל דלגלג לכניסה של אותו הדלגלג.

בעקבות דופק השעון הבא מועבר לכל דלגלג הערך הבינרי שהיה שמור בדלגלג, לכן לא חל שום שינוי.

- **כאשר**  $s_1 s_0 = 01$ , נוצר מעבר מהדקי ה-1 של כניסות המרבבים לכניסות D של הדלגלים. הדבר גורם

לפעולת הזזה ימינה, והכניסה הטורית מועברת לדלגלג שיציאתו  $A_4$ .

- **כאשר**  $s_1 s_0 = 10$ , נוצרת פעולת הזזה שמאלה, והכניסה הטורית האחרת מועברת לדלגלג שיציאתו  $A_1$ .

- **כאשר**  $s_1 s_0 = 11$ , המידע הבינרי הנמצא על קווי הכניסות המקביליות מועבר לאוגר בו-זמנית, במשך דופק

השעון הבא.

טבלת פעולה עבור האוגר הדו-כיווני בעל טעינה מקבילית:

כניסות בקרה		פעולת האוגר
$s_1$	$s_0$	
0	0	אין שינוי
0	1	הזזה ימינה
1	0	הזזה שמאלה
1	1	טעינה מקבילית

אוגר הזזה דו-כיווני בעל טעינה מקבילית הוא אוגר לשימוש כללי המסוגל לבצע שלוש פעולות: הזזה ימינה, הזזה שמאלה וטעינה מקבילית. לא כל אוגרי ההזזה מסוגלים לבצע את כל שלוש הפעולות. היישום המסוים מכתוב באיזה אוגר הזזה כדאי להשתמש.