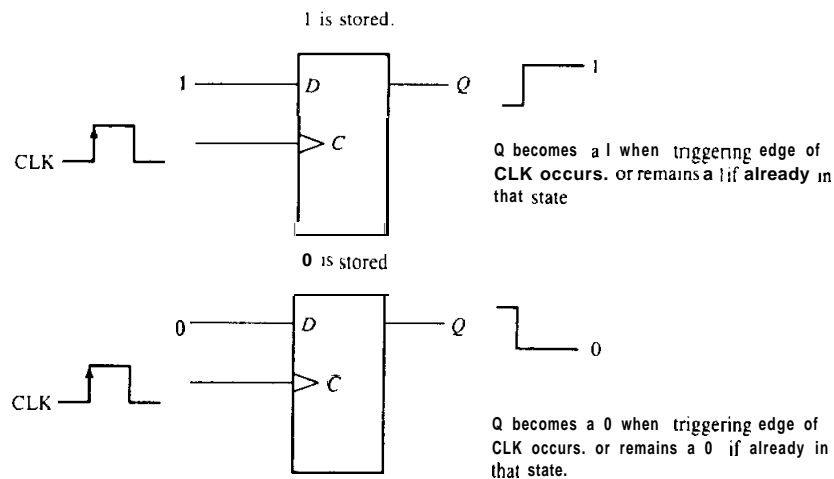


บทที่ 8 ชิฟรืจิสเตอร์ Shift Register

รีจิสเตอร์มีความสำคัญในระบบดิจิทัล เพราะเป็นวงจรที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล เช่น Data register ใช้ในการเก็บข้อมูลในระบบไบนารี ที่เกิดขึ้นจากการเข้ารหัสทางเข้าพุด รีจิสเตอร์ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลเข้าที่เป็นตัวอักษรจากคีย์บอร์ด และยังใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลเพื่อการถอดรหัส หรือรับข้อมูลที่ส่งมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ วงจรไบนารีรีจิสเตอร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เช่นการทำคอมพลิเมนต์ การคูณ การหาร และยังมี การประยุกต์ใช้งานอื่นๆอีกเป็นจำนวนมากในระบบดิจิทัล

ชิฟรืจิสเตอร์ เป็นการประยุกต์ใช้งานของระบบดิจิทัลที่มีความสำคัญในการจัดเก็บข้อมูลและเคลื่อนย้ายข้อมูล พื้นฐานที่แตกต่างกันระหว่างรีจิสเตอร์และเคาน์เตอร์หรือวงจรมนับก็คือ รีจิสเตอร์จะ ไม่มีการกำหนดการเรียงลำดับของสภาวะ ยกเว้นการกำหนดการใช้งาน รีจิสเตอร์จะใช้ในการจัดเก็บข้อมูลการเลื่อนข้อมูลที่ป้อนเข้ามาจากภายนอกและการทำงานจะไม่เปลี่ยนแปลงค่าสภาวะภายใน

ความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลของรีจิสเตอร์ เป็นพื้นฐานในการจัดเก็บข้อมูลที่สำคัญของอุปกรณ์หน่วยความจำที่เก็บค่า 1 หรือค่า 0 ในฟลิปฟลอป ดังแสดงในรูปที่ 8.1



รูปที่ 8.1 การจัดเก็บข้อมูลของฟลิปฟลอป

8.1 ประเภทของรีจิสเตอร์

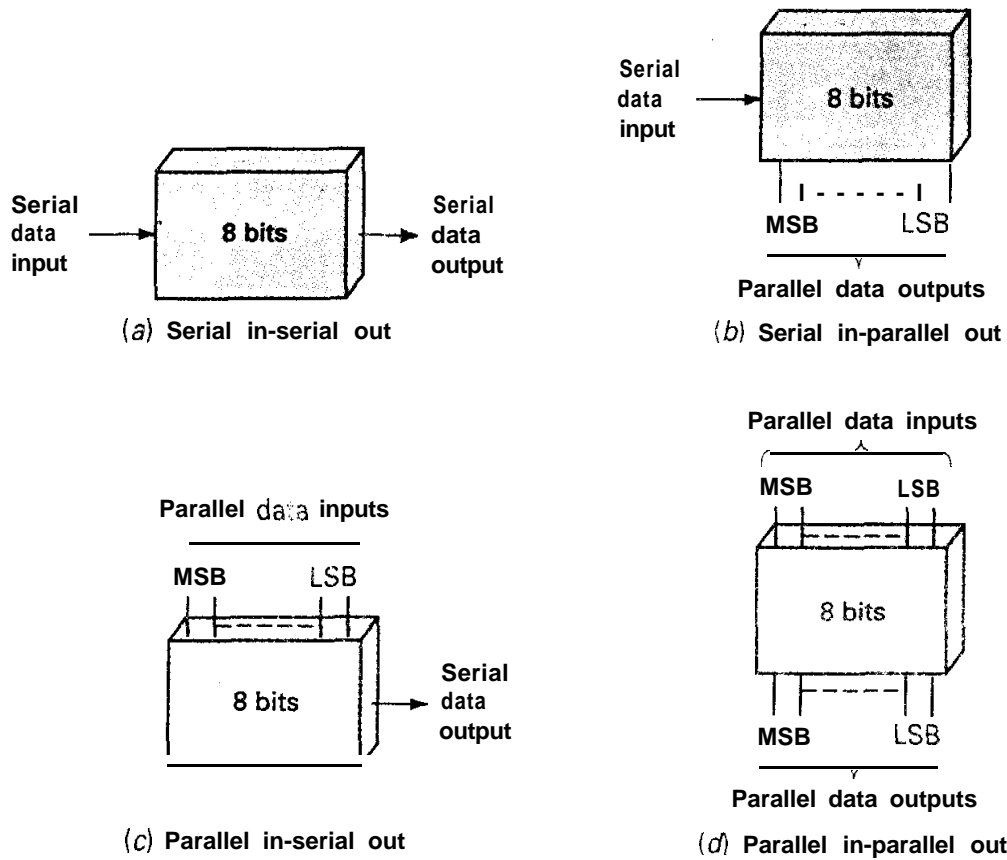
รีจิสเตอร์ คือ การนำกลุ่มของฟลิปฟล็อปหลายๆตัวมาใช้ในการจัดเก็บข่าวสารในรูปของไบนารี ฟลิปฟล็อป 1 ตัวสามารถเก็บข่าวสารได้ 1 บิต ฉะนั้นรีจิสเตอร์ที่ใช้เก็บข่าวสารได้ 8 บิตต้องใช้ฟลิปฟล็อป 8 ตัว โดยธรรมชาติของฟลิปฟล็อปที่อยู่ในรีจิสเตอร์จะมีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน สามารถเลื่อนข้อมูลเข้าและออกจากรีจิสเตอร์ กลุ่มของฟลิปฟล็อปที่ต่อกันแบบนี้เรียกว่า Shift Register

บิตในระบบไบนารี คือข้อมูล สามารถเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ หรือเคลื่อนย้ายสลับกันได้ ประการแรกสามารถเลื่อนข้อมูลแต่ละบิตในเวลาในรูปแบบอนุกรม การเลื่อนจะเริ่มต้นจากบิตที่มีค่าสูงสุด(MSB) หรือจากบิตที่มีค่าต่ำสุด (LSB) เทคนิคแบบนี้เป็นการทำงานแบบ Serial Shifting ประการที่สอง การเลื่อนข้อมูลพร้อมกันทั้งหมดเป็นการเลื่อนแบบขนานหรือเรียกว่า Parallel Shifting

การทำงานของรีจิสเตอร์มีการเลื่อนข้อมูลเข้ารีจิสเตอร์อยู่ 2 แบบ คือ แบบอนุกรม และแบบขนาน และเลื่อนข้อมูลออกจากรีจิสเตอร์ก็มี 2 แบบคือแบบอนุกรมและแบบขนาน ฉะนั้นรีจิสเตอร์มีโครงสร้างพื้นฐานอยู่ 4 ชนิด คือ

ประเภทของรีจิสเตอร์

1. Serial in - Parallel out
2. Serial in - Serial out
3. Parallel in - Serial out
4. Parallel in - Parallel out



รูปที่ 8.2 พื้นฐานการทำงานของรีจิสเตอร์ทั้ง 4 ชนิด

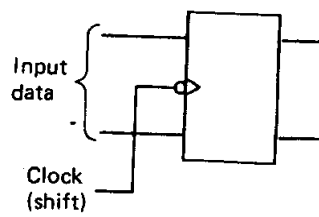
8.2 Serial In - Serial Out Shift Registers

เทคนิคการเลื่อนข้อมูลในรูปแบบของการเลื่อนนั้นเรานำมาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างของรีจิสเตอร์ แบบ Serial in Serial out ฟลิปฟลอปที่ใช้กับโครงสร้างชนิดนี้ คือ J-K Flip Flop หรือ D - Flip Flop เราจะสรุปการทำงานของ J-K Flip Flop ดังต่อไปนี้

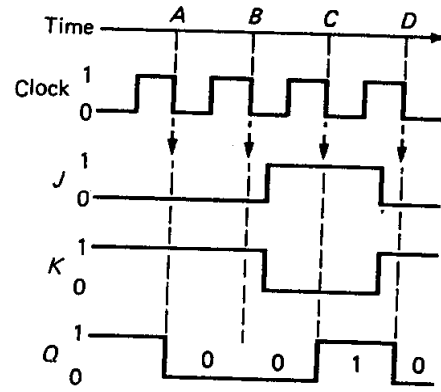
ถ้าเราต้องการเลื่อนบิต 0 เข้าไปในฟลิปฟลอปค่าของ $J = 0$ และ $K = 1$

ถ้าเราต้องการเลื่อนบิต 1 เข้าไปในฟลิปฟลอปค่าของ $J = 1$ และ $K = 0$

จุดสำคัญที่น่าสังเกตคือ J - K อินพุตเป็นตัวควบคุมในการป้อนข้อมูลเข้า ระดับลอจิกของ J - K จะเปลี่ยนแปลงขณะที่สัญญาณนาฬิกามีค่า HIGH หรือ LOW แต่ค่าของอินพุตจะต้องคงที่ก่อนที่สัญญาณนาฬิกาจะเปลี่ยนสถานะ ถ้าเราใช้ Negative edge trigger Flip Flop จะมีการเปลี่ยนแปลงก็ต่อเมื่อค่าของสัญญาณนาฬิกาเปลี่ยนจากค่า 1 เป็น ค่า 0



(a)



(b)

รูปที่ 8.3 ฟลิปฟลอปและไคอะแกรมเวลา

จากรูปคลื่นในรูป 8.2 แสดงการทำงานของฟลิปฟลอปในแต่ละเวลา ที่จุด A ค่า Q ของฟลิปฟลอปจะถูกรีเซ็ต คือเข้าพุทมีค่าเป็น 0 ซึ่งการรีเซ็ตจะเป็นการเก็บค่า 0 ไว้ในฟลิปฟลอป ที่จุด B เราจะเห็นว่าค่าของเข้าพุทจะไม่เปลี่ยนแปลง เข้าพุทมีค่าเท่ากับ 0 ที่จุด C เข้าพุทของฟลิปฟลอปมีค่าเป็น 1 เพราะเป็นเซตฟลิปฟลอป ที่จุด D เป็นการรีเซ็ตหรือใส่ค่า 0 ให้กับเข้าพุทของฟลิปฟลอป เราจะเห็นว่าการเลื่อนบิตข้อมูล 4 ครั้ง ที่จัดเก็บข้อมูลในฟลิปฟลอป ค่าอินพุทที่ป้อนในแต่ละเวลาไม่เหมือนกัน เข้าพุทที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนค่าตามอินพุท

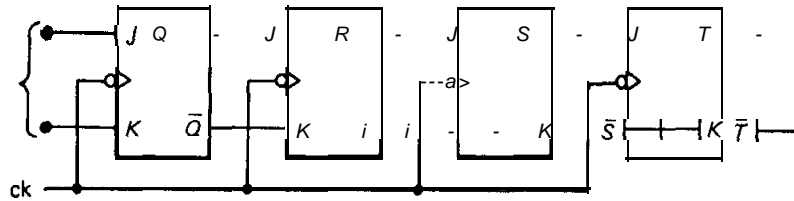
ถ้าเราพิจารณาการทำงานแล้ว เราเพิ่มฟลิปฟลอปอีก 3 ตัว แสดงในรูป 8.3 การทำงานเริ่มแรก เราให้ฟลิปฟลอปทุกตัวมีค่าเป็น 0000 และมีการต่อวงจรตามรูป 8.3 จะมีการทำงานดังนี้

ที่จุด A : เข้าพุทของฟลิปฟลอปทุกตัวมีค่าเป็น 0 หรือรีเซ็ต อินพุท J ของฟลิปฟลอปทุกตัวมีค่าเป็น 0 ส่วนอินพุทของ K ทุกตัวมีค่าเป็น 1 ค่าเข้าพุท T เป็น 0 ด้วย เพราะค่า 0 ของเข้าพุทเลื่อนไปที่เข้าพุท T ส่วนเข้าพุท Q ที่มีค่า 0 เลื่อนไปที่เข้าพุท R เข้าพุท R เลื่อนไปที่เข้าพุท S การเลื่อนแบบต่อเนื่องจะได้เข้าพุททั้ง 4 มีค่าเป็น QRST = 0000

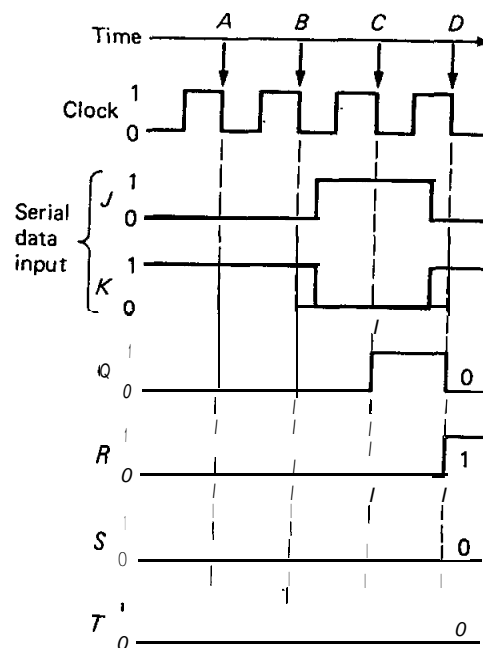
ที่จุด B : ฟลิปฟลอปทุกตัวมีค่า 0 ค่า 0 ที่เข้าพุท S เลื่อนไปที่ T และค่า 0 ในเข้าพุท R เลื่อนไปที่ S ค่า 0 ในเข้าพุท Q เลื่อนไปที่ R และค่า 0 ที่เป็นอินพุทเลื่อนไป Q เข้าพุทของฟลิปฟลอปจะเป็น QRST = 0000

ที่จุด C : ฟลิปฟลอปทุกตัวยังคงมีค่าเป็น 0 ค่าเข้าชุด 0 ของ S เลื่อนไปที่เข้าชุด T ค่า 0 ของเข้าชุด R เลื่อนไปเข้าชุด S และค่า 0 ของเข้าชุด Q เลื่อนไปที่เข้าชุด R ข้อมูลป้อนเข้ามีค่าเท่ากับ 1 จะเลื่อนเข้าไปเก็บในเข้าชุด Q เข้าชุดของฟลิปฟลอป QRST = 1000

ที่จุด D : ค่าเข้าชุด 0 ของ S เลื่อนไปที่ T ค่าเข้าชุด 0 ของ R เลื่อนไปที่เข้าชุด S ค่าเข้าชุด 1 ของ Q เลื่อนไปที่เข้าชุด R และค่า 0 ที่ป้อนข้อมูลเข้าจะเลื่อนไปที่เข้าชุด Q เข้าชุดของฟลิปฟลอปจะเป็น QRST = 0100

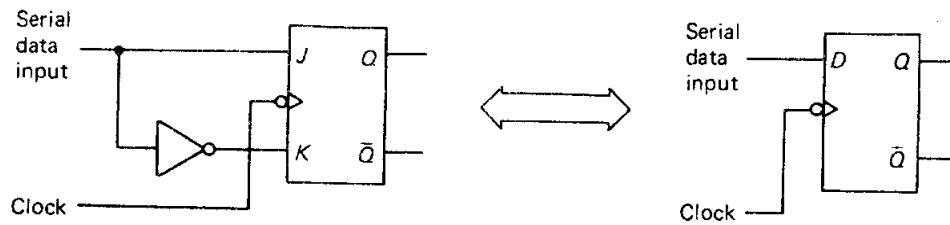


รูป 8.4 (a) 4 bit serial input shift register

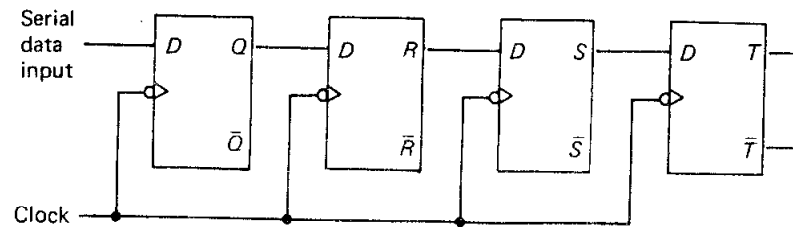


รูป 8.4 (b) Timing Diagram of 4 bit shift Register

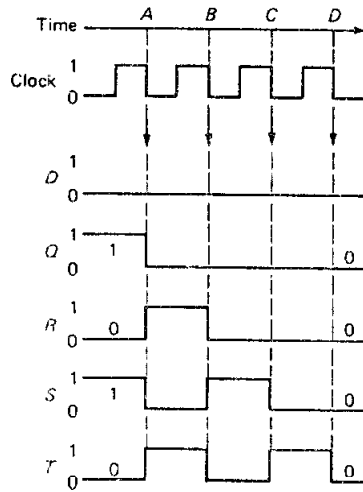
การป้อนข้อมูลเข้าสำหรับรีจิสเตอร์ที่แสดงในรูป 8.4 ค่าสัญญาณของอินพุต J K จะต้องตรงกันข้าม คือ ถ้า $J = 0$ ฉะนั้น $K = 1$ หรือ $J = 1$, $K = 0$ โดยการตัวอินเวอร์เตอร์ระหว่าง J กับ K ฉะนั้นอินพุตของฟลิปฟลอปก็จะเป็นเพียงอินพุตเดียวในการป้อนข้อมูล การทำงานก็เหมือนกับ D Flip Flop แสดงในรูป 8.5 และรูป 8.6 แสดงการใช้ D Flip Flop นำมาต่อกันเป็น 4 Bit shift Register เพราะ D Flip Flop มีเพียงอินพุตเดียวในการป้อนข้อมูล



รูปที่ 8.5 การเปรียบเทียบ D Flip Flop กับ J • K Flip Flop

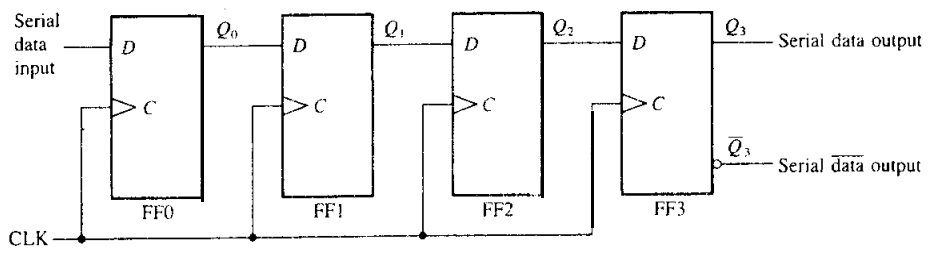


รูปที่ 8.6 4 bit serial input register with D Flip Flop



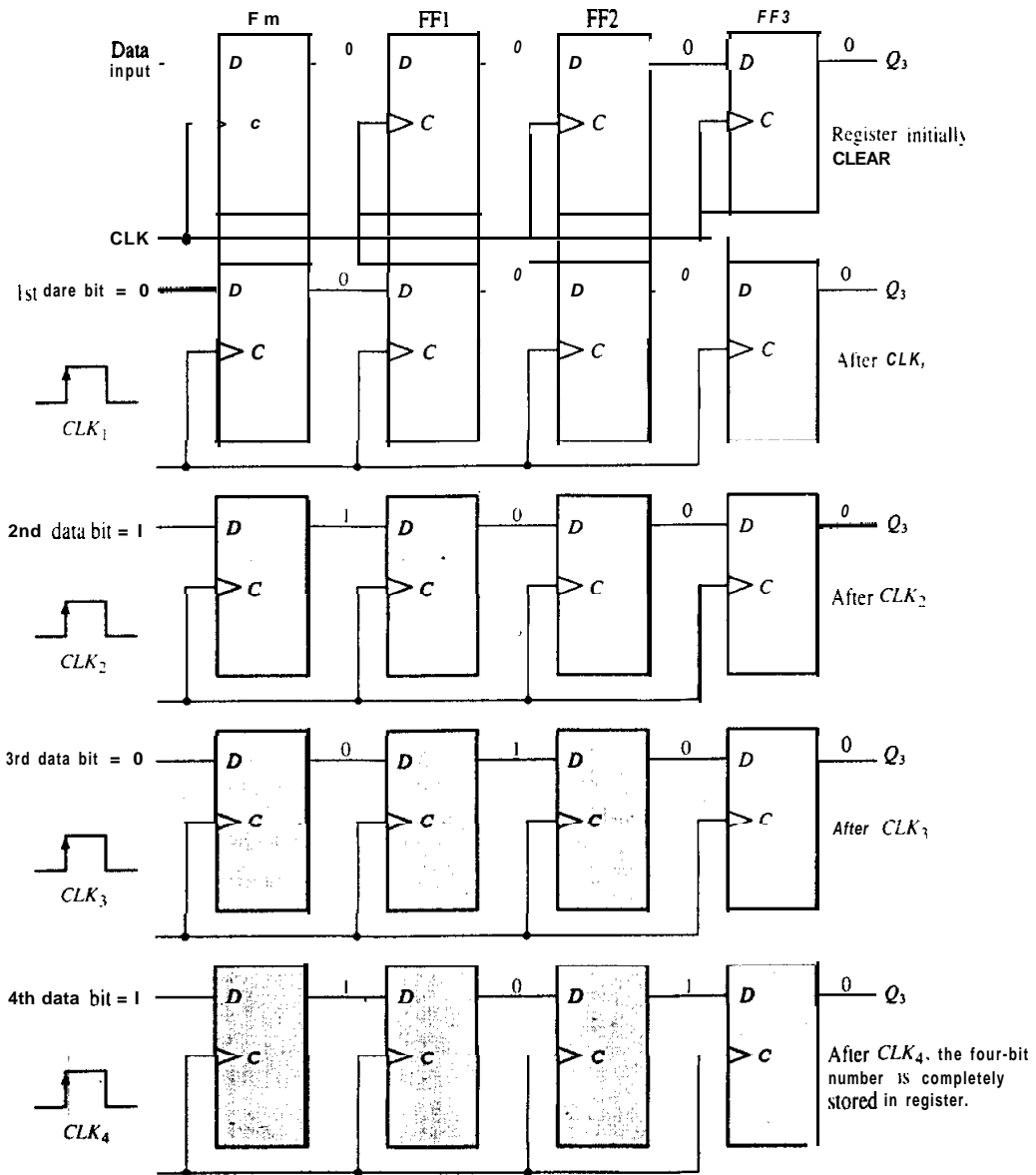
รูปที่ 8.7 โค้ดอะแกรมเวลาของรูป 8.4

ตัวอย่าง 8.1 เป็นวงจรการเลื่อนชนิด 4 บิต โดยใช้ D Flip Flop พร้อมตารางแสดงการทำงาน

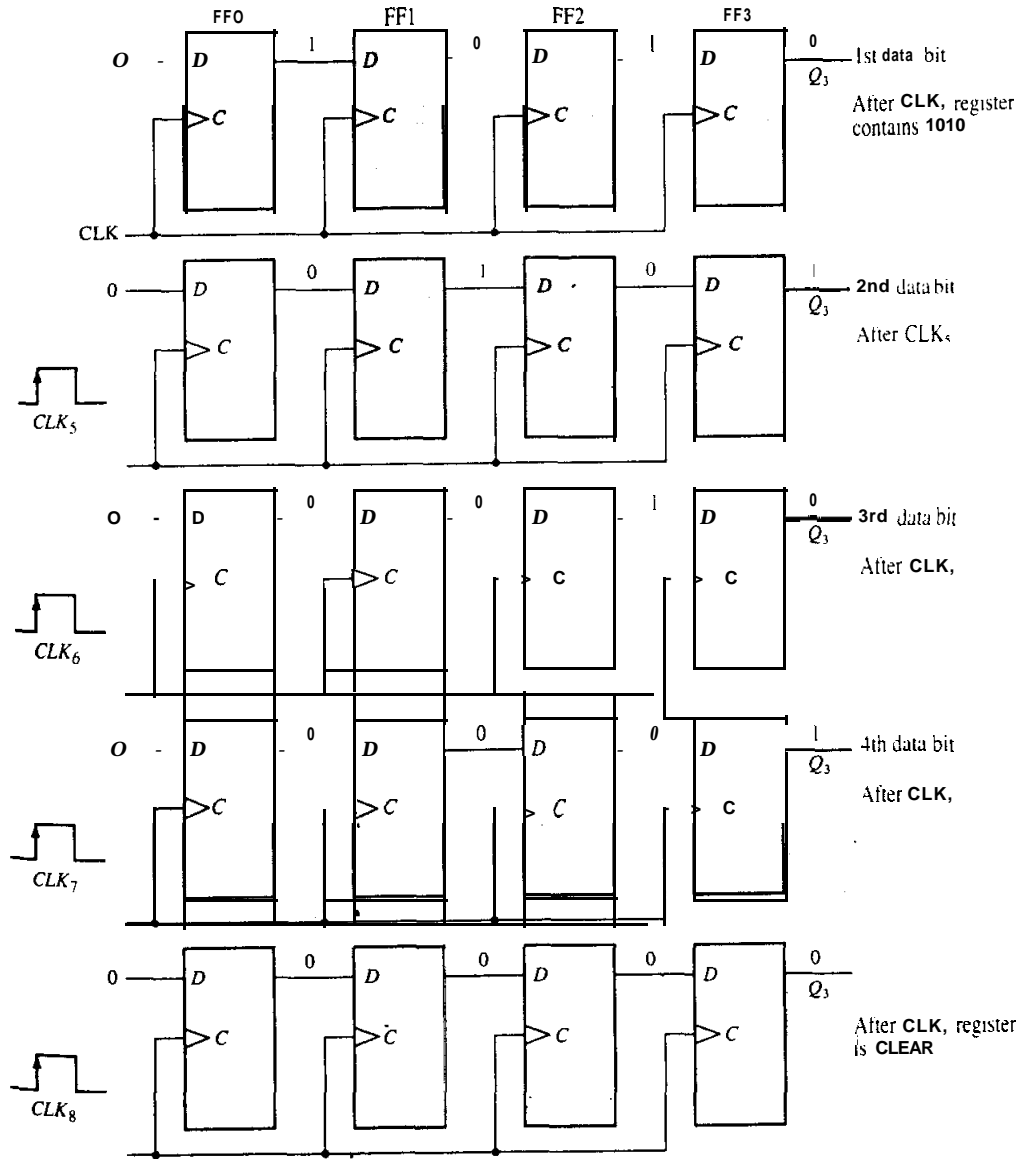


รูปที่ 8.7 Serial in Serial out shift register ใช้ D Flip Flop

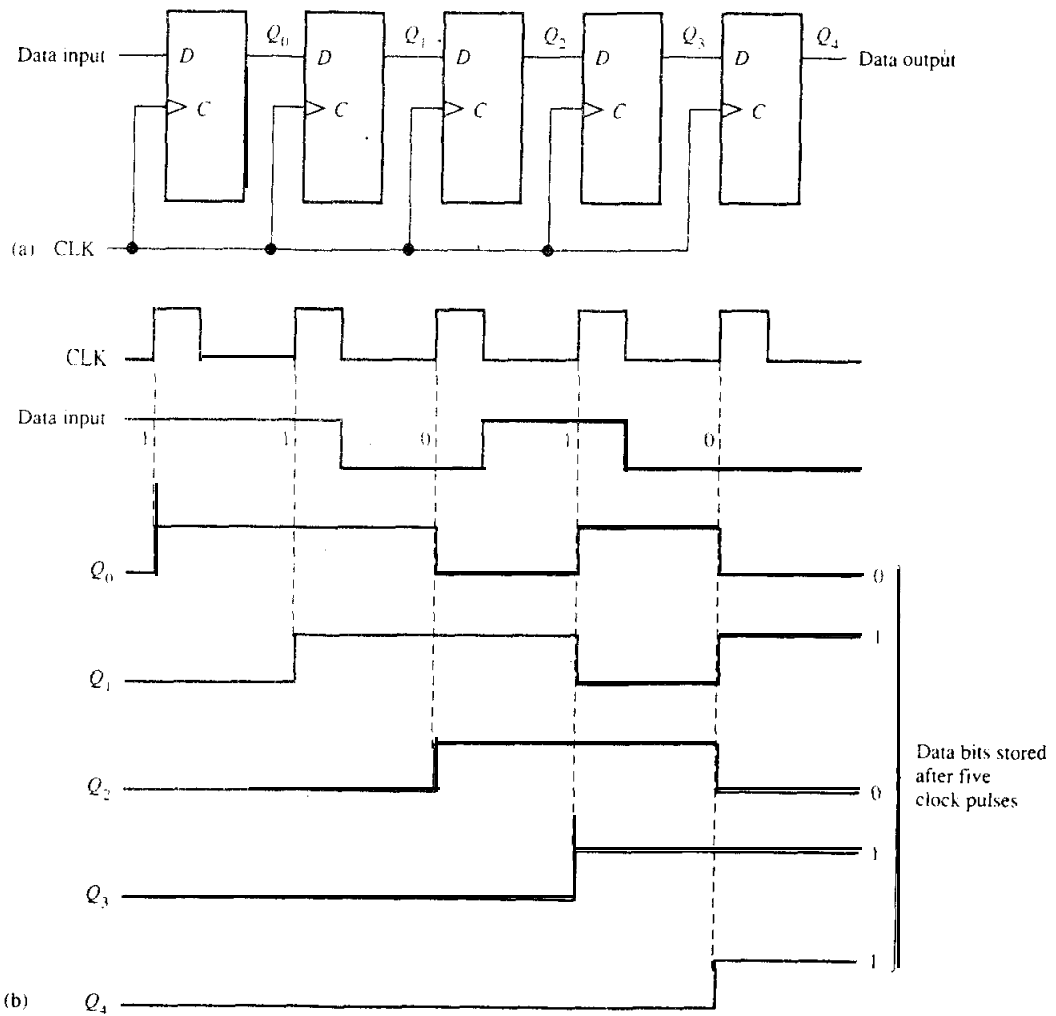
ตาราง 8.1 การทำงานของชิพรีจิสเตอร์



ตาราง 8.2 การทำงานของรีจิสเตอร์

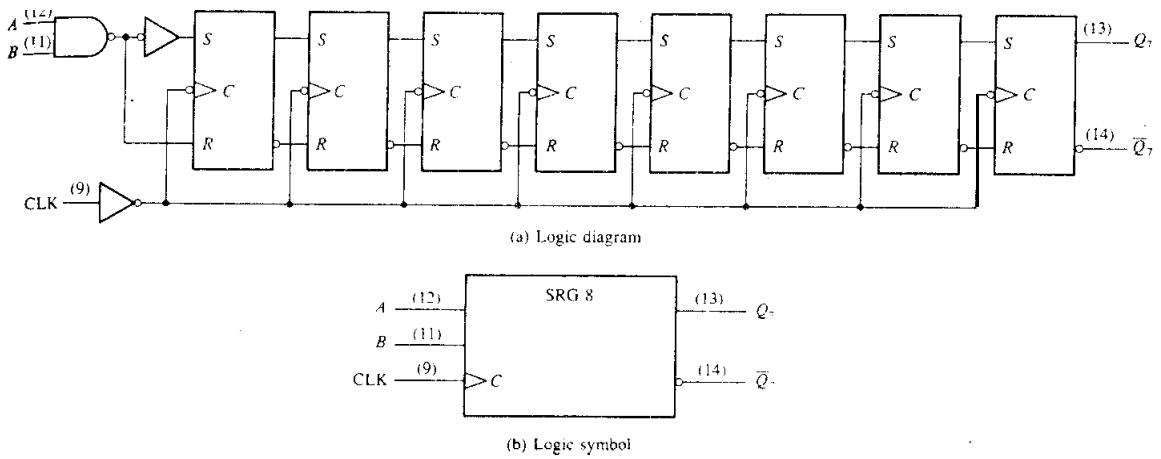


ตัวอย่าง 8.2 แสดงสภาวะการทำงานของ 5 บิตชิฟรีจิสเตอร์ ที่กำหนดค่าของอินพุตและสัญญาณนาฬิกา สมมุติค่าเริ่มแรกเป็น 0



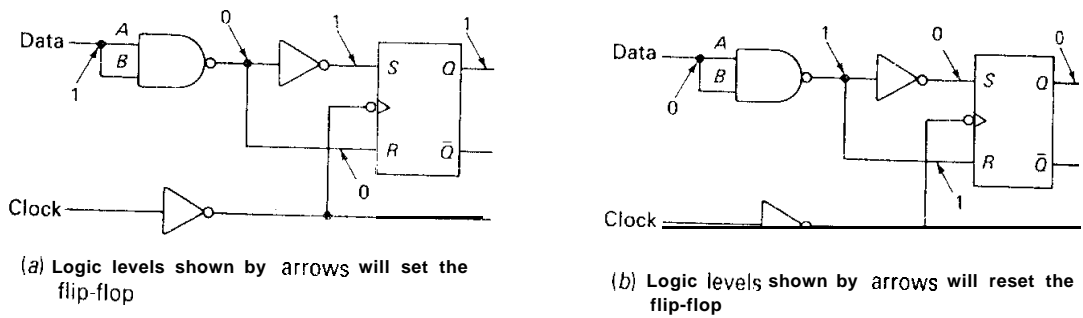
รูปที่ 8.10 วงจรลอจิกและไคอะแกรมเวลา

ตัวอย่าง 8.2 ไอซี 74 LS 91 เป็นไอซีที่มีการทำงานชนิด 8 bit shift register

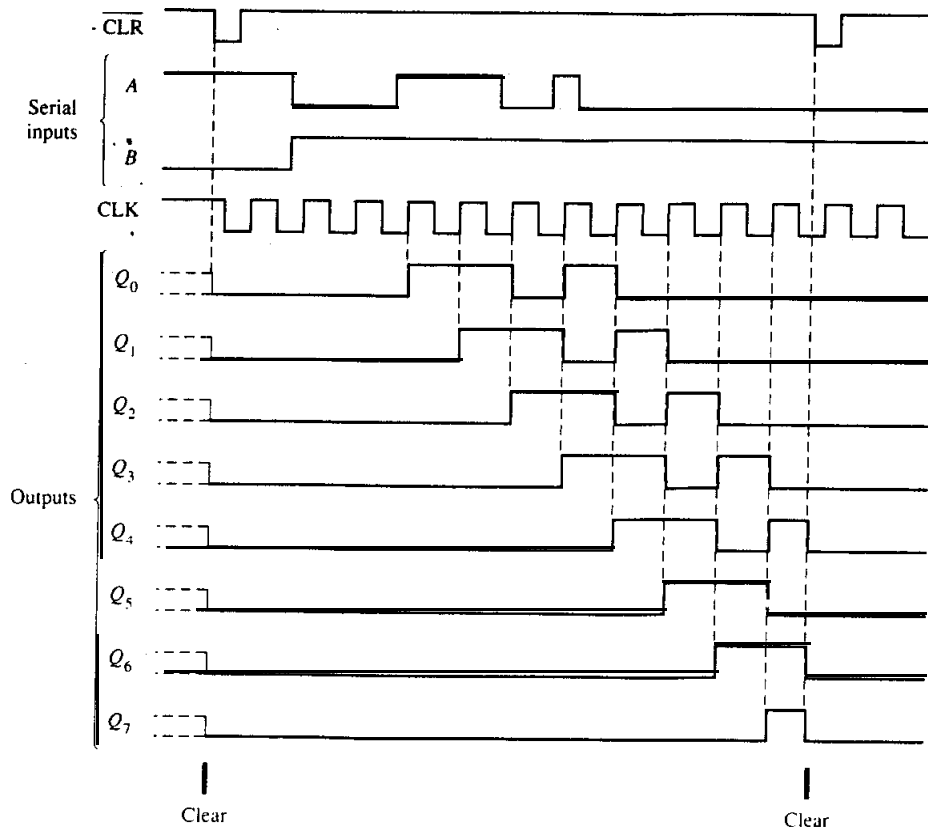


รูปที่ 8.11 74LS91 8 bit shift register

เราสามารถนำ R S Flip Flop มาต่อเป็นวงจรที่รู้จักชื่อแอสเตอร์ แทน J - K Flip Flop โดยการกำหนดค่าอินพุตของ R S Flip Flop เป็นดังนี้ $R = 0, S = 1$ หรือ $R = 1, S = 0$ ดังแสดงในรูป 8.8



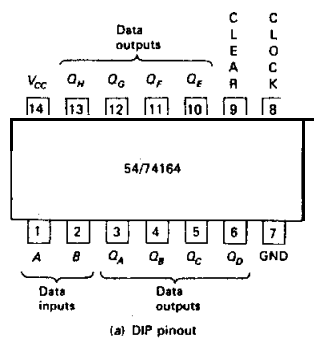
รูปที่ X.12 การใช้ R S Flip Flop นำมาเป็น D Flip Flop



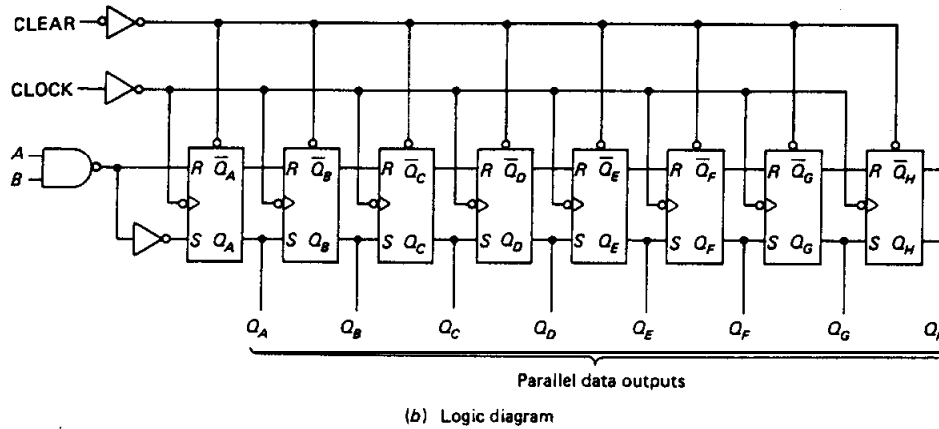
รูปที่ 8.13 ไคอะแกรมเวลาของ 4 bit shift register using D Flip Flop

8.3 SERIAL IN - PARALLEL OUT SHIFT REGISTERS

รีจิสเตอร์ชนิดที่ 2 คือการป้อนเข้าแบบอนุกรมและการส่งข้อมูลออกแบบขนาน การส่งข้อมูลออกแบบขนานนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลออกทุกบิตในเวลาเดียวกัน จากตัวอย่างชีพรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิตเป็นวงจรการป้อนข้อมูลเข้าแบบอนุกรมและส่งผลลัพธ์ออกแบบขนานแสดงในรูปที่ 8.10



รูปที่ 8.14 แสดงขาของไอซี 54/74164 8 bit shift register

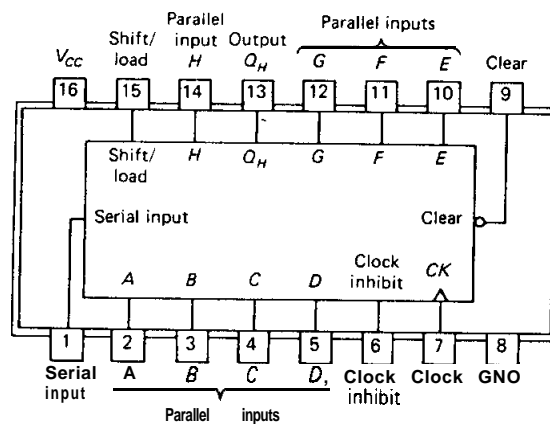


(b) Logic diagram

รูป 8.51 54/74164 8 bit shift register using R S Flip Flop

8.4 Parallel In Serial Out Shift Registers

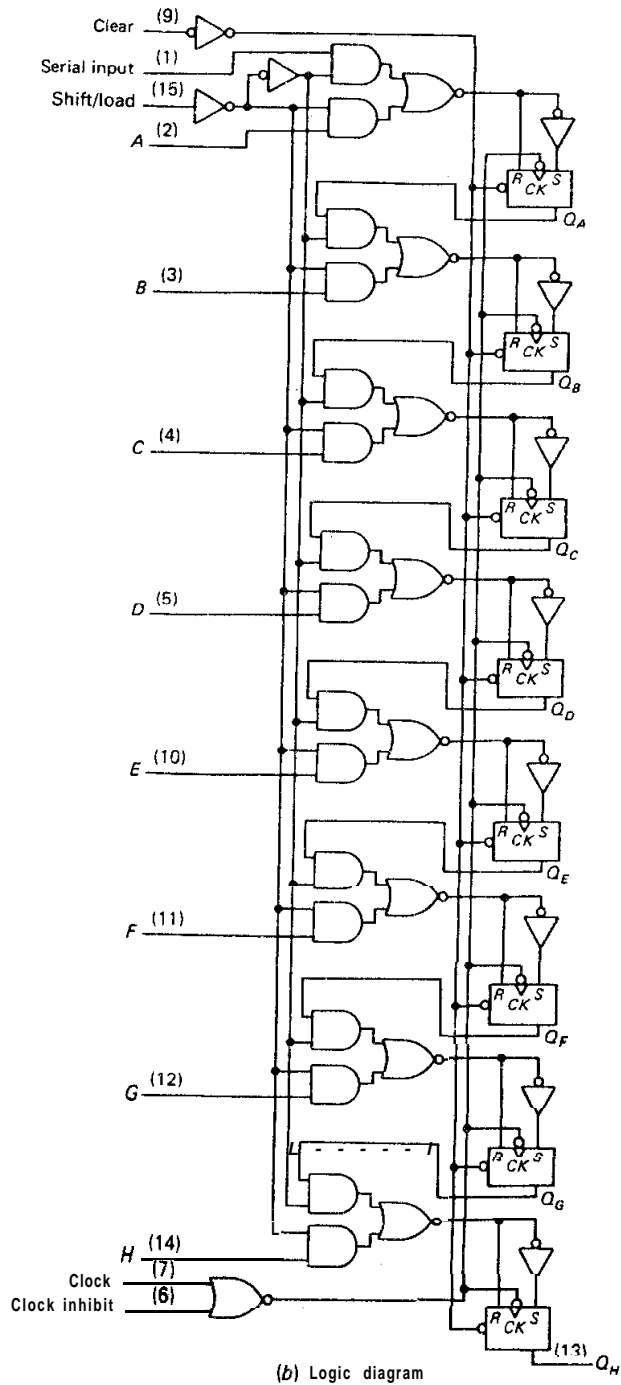
เป็นวงจรรีจิสเตอร์ที่มีการป้อนข้อมูลเข้าแบบขนานและมีการส่งข้อมูลออกแบบอนุกรม ตัวอย่างไอซี 54/74166 เป็นรีจิสเตอร์ที่ป้อนข้อมูลเข้าแบบขนานและส่งข้อมูลออกแบบอนุกรม โดยใช้ R S Flip Flop ทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูล หรือทำหน้าที่แทน D Flip Flop จากรูป Pinout ของ ไอซี 54/74166



Positive logic: see description

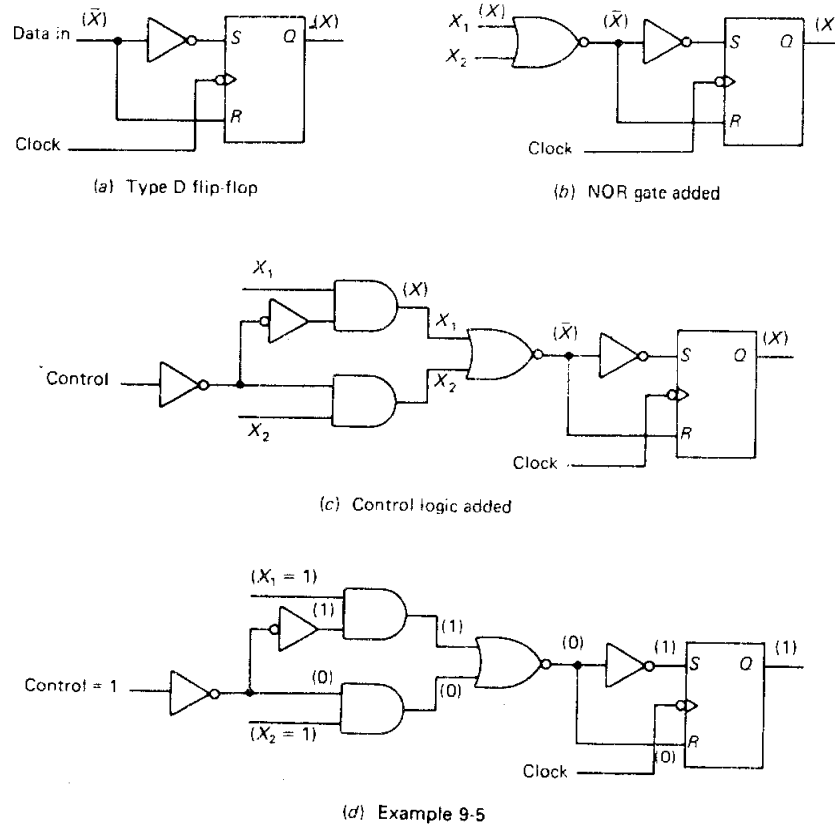
(a) Pinout

รูป 8.16 Pinou: ของไอซี 54-74166

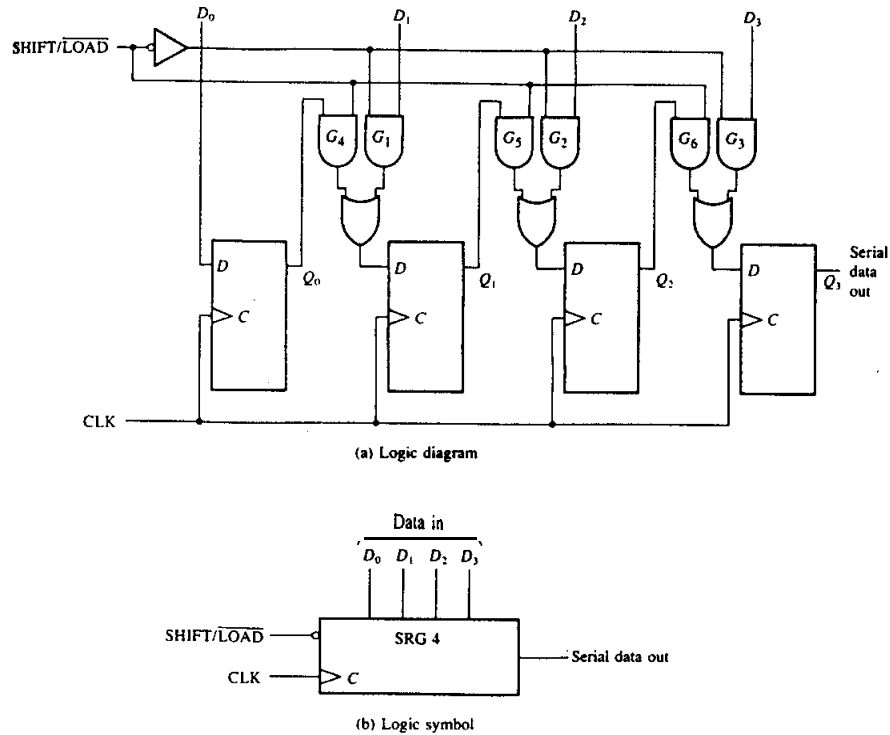


รูปที่ 8.17 วงจรจิกของ ไอซี 54/74166

การควบคุมของซีพรีจิสเตอร์โดยใช้ AND Gate 2 ตัวทำหน้าที่ควบคุมการป้อนข้อมูลเข้าแบบขนานและการส่งข้อมูลออกแบบอนุกรม มีการเลือกสัญญาณควบคุม X_1 หรือ X_2 ถ้าสายควบคุมเป็นค่า HIGH ตัว AND Gate ตัวบนจะทำงานตัวล่างไม่ทำงาน ทำให้ X_1 ส่งข้อมูลผ่านขาบนของ NOR Gate ขณะที่ขาล่างของ NOR Gate เป็นสายดิน ในกรณีถ้าสายควบคุมเป็นค่า LOW AND Gate ตัวบนจะไม่ทำงาน AND Gate จะทำงาน ทำให้ X_2 ส่งผ่านข้อมูลขาล่างของ NOR Gate ขาบนจะเป็นสายดิน ท่านจะเข้าใจชัดเจนก็ต่อเมื่อทดลองใส่ค่า 1 และค่า 0 ในวงจรแล้วตรวจสอบการทำงานของวงจร รูป 8.14



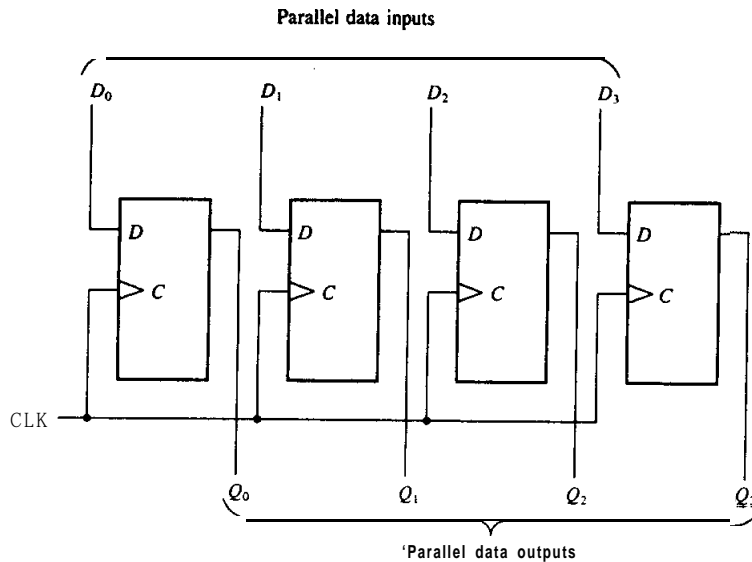
รูป 8.18 ระดับของวงจรรในแต่ละขาของ Control X_1 , X_2



รูปที่ 8.19 4 บิต Parallel in – Serial out shift regiater

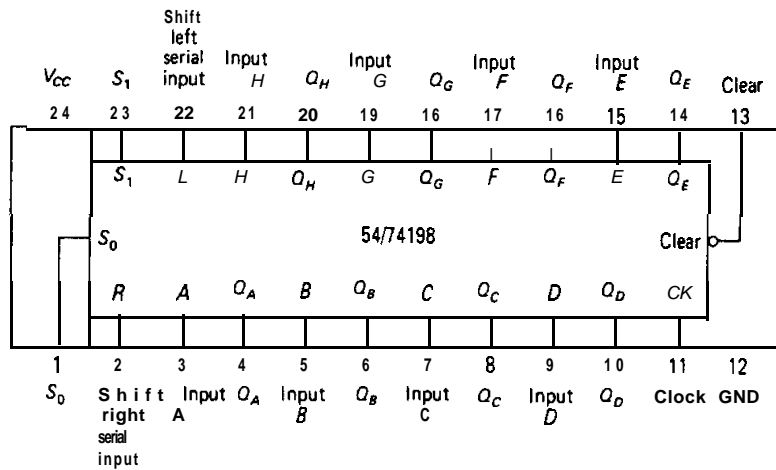
8.5 Parallel In Parallel Out Shift Register

การศึกษาชิพที่รีจิสเตอร์ทั้ง 4 ชนิด ข้อมูลสามารถเลื่อนเข้า หรือ ออกจากรีจิสเตอร์ในรูปแบบขนาน โดยใช้เซลข้อมูลเป็น D Flip Flop จากตัวอย่างเราใช้ D Flip Flop ทั้งหมด 6 ตัว ซึ่งการทำงานแต่ละตัวจะ Active ที่ Negative edge triggered และสัญญาณ PT เป็นตัวเลื่อนข้อมูลเข้าไปในรีจิสเตอร์ ข้อมูลทั้ง 6 บิต คือ D1 ถึง D6 จะเลื่อนเข้าไปเก็บแบบขนานของรีจิสเตอร์ทันที การทำงานแบบขนานข้อมูลส่งผ่านมายังเอาต์พุต Q1 ถึง Q6 รีจิสเตอร์ที่ทำงานแบบนี้บางครั้งเราเรียกว่า Data Register หรือ Data Latch การทำงานจะไม่มี การเลื่อนข้อมูลไปซ้ายหรือไปขวา การเคลียเอาต์พุตของฟลิปฟลอป จะทำงานที่ Active Low เมื่อมีสัญญาณเคลียมากระตุ้นการทำงานจะทำให้เอาต์พุตของฟลิปฟลอปมีค่าเป็น 0 ทุกตัว



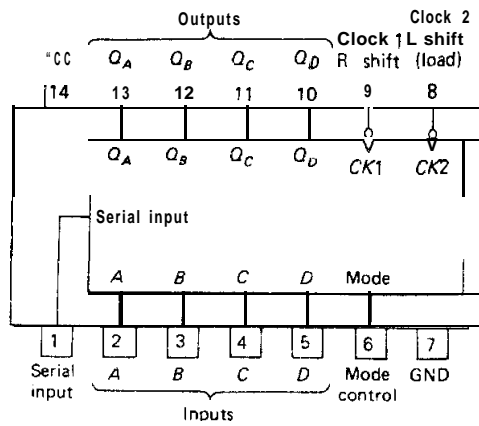
รูป 8.20 D Flip Flop 4 bit Parallel in Parallel out Register

ส่วนไอซี 54/74198 เป็นรีสเตอร์ขนาด 8 บิตตระกูล TTL MSI ทำงานแบบขนานคือ สามารถผ่านข้อมูลเข้าแบบขนานและส่งข้อมูลออกแบบขนาน จากรูป 8.16 แสดงขาของไอซีหรือ DIP pinout ของอุปกรณ์ไอซีมีทั้งหมด 24 ขา การทำงานโดยใช้ Positive edge triggered Flip Flop ขาจำนวน 16 บิต ใช้เป็นทางผ่านข้อมูลเข้าออกแบบขนาน แต่การทำงานของไอซีเบอร์นี้ยังสามารถใช้เลื่อนข้อมูลไปทางซ้ายหรือไปทางขวาคือ Shift right หรือ Shift left แสดงในรูป 8.16



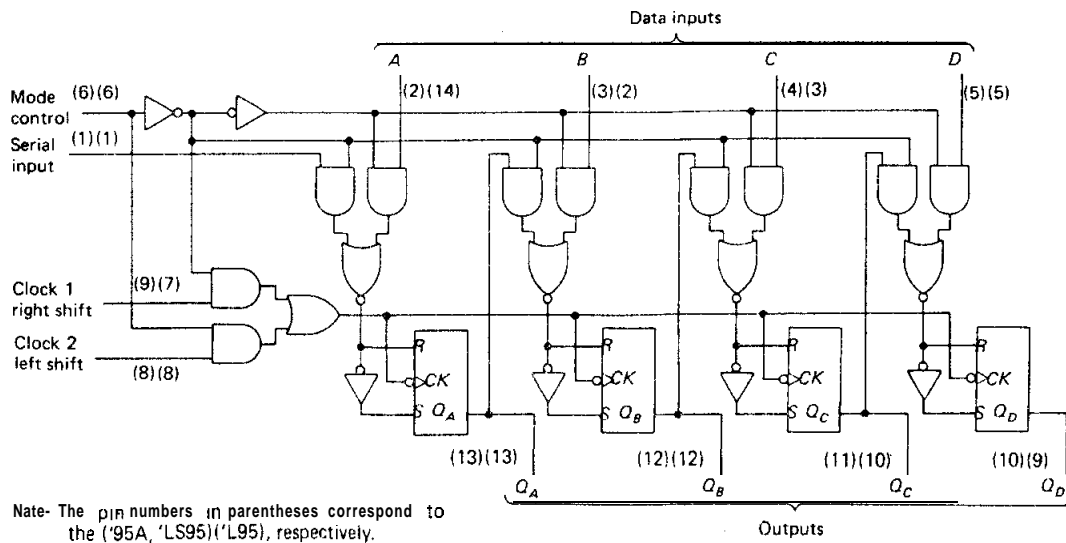
รูป 8.21 54/74198 8 bit shift register, Parallel input Parallel Output

ส่วนการทำงานของไอซีเบอร์ 54/7495A เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำงานแบบ Parallel in Parallel Out , Shift register ขนาด 4 บิต ฉะนั้นขาของเพกเกตไอซีจะมีเพียง 16 ขา ส่วนรีจิสเตอร์ชนิด 8 บิตเราสามารถนำมาใช้ 4 บิตรีจิสเตอร์ 2 ตัวมาต่ออนุกรมกันก็ได้ ตัวอย่างในรูป 8.17 เป็นวงจร 4 บิตรีจิสเตอร์



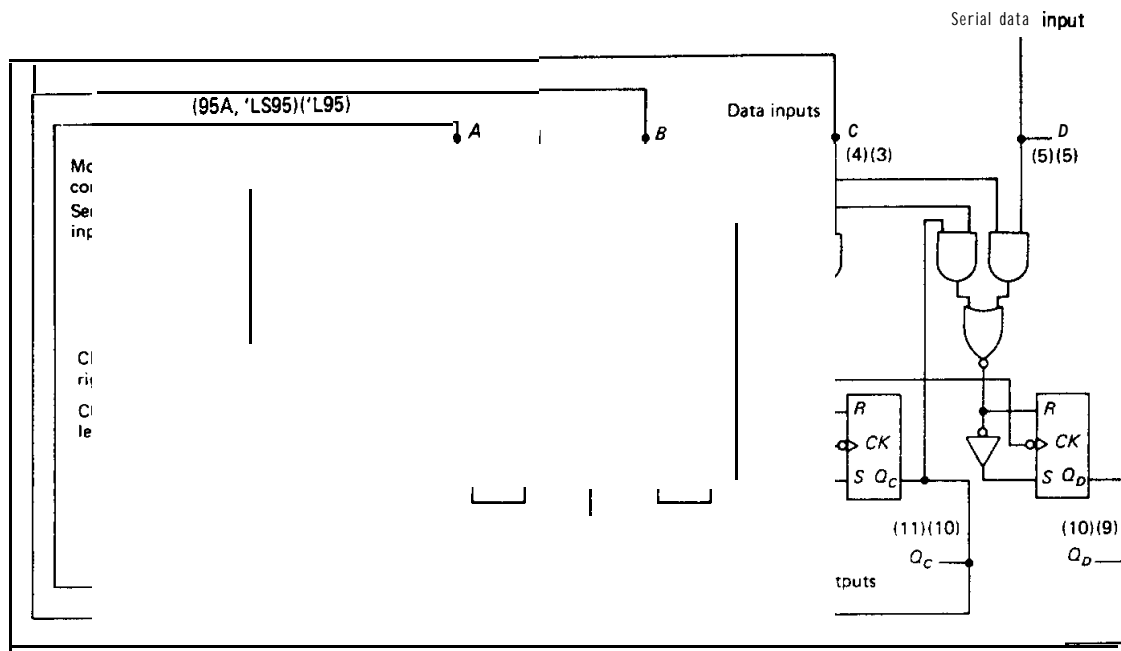
(a) Pinout

รูป 8.22 (A) Pinout ของไอซี 54/7495A



Note- The pin numbers in parentheses correspond to the ('95A, 'LS95)('L95), respectively.

รูป 8.22 (B) วงจรลอจิกของไอซี 54/7495A

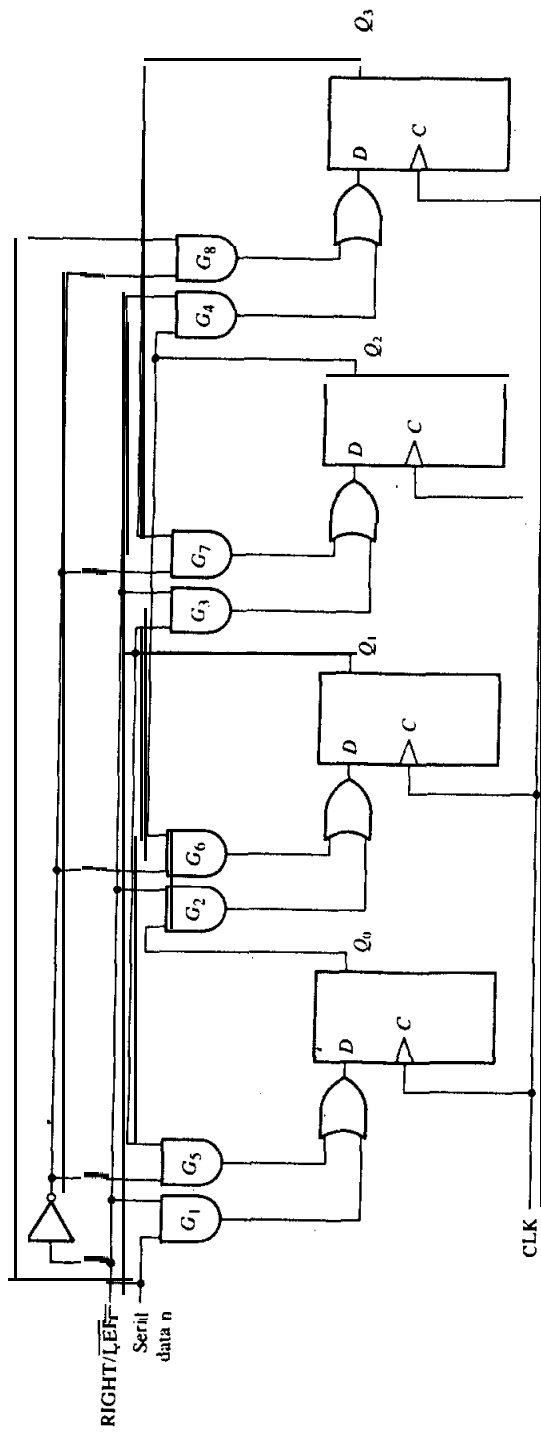


รูป 8.23 วงจรลอจิกของไอซี 54/7495A Wired for shift left.

8.6 ชิฟท์รีจิสเตอร์ชนิด 2 ทาง (BIDIRECTIONAL SHIFT REGISTERS)

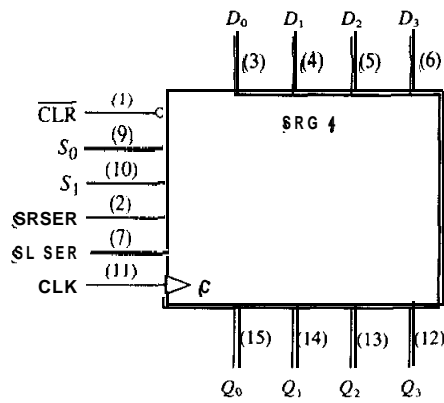
ชิฟท์รีจิสเตอร์ 2 ทาง คือการเลื่อนข้อมูลสามารถเลื่อนซ้ายหรือขวาได้ โดยมีวงจรลอจิกชนิดคอมไบเนชันทำหน้าที่ควบคุมการเลื่อนข้อมูลจากสภาวะหนึ่งไปยังอีกสภาวะหนึ่งขึ้นอยู่กับควบคุม

รูปที่ 8. วงจรชิฟท์รีจิสเตอร์ 2 ทางชนิด 4 บิต

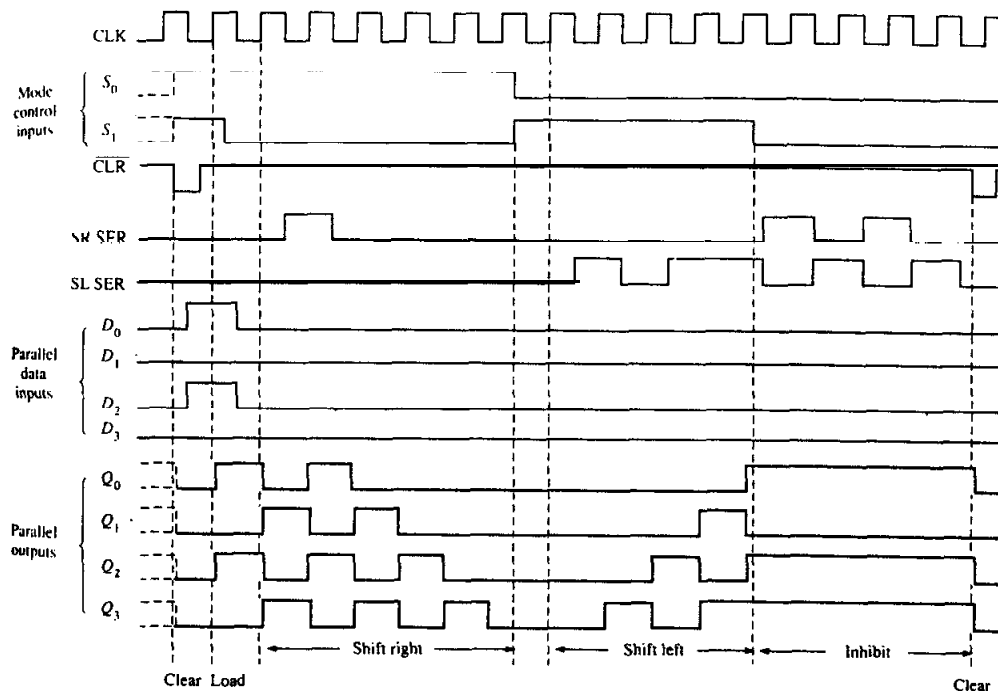


รูปที่ 8324 วงจรนับแบบสองทิศทาง

ตัวอย่างที่ 8.3 การเลื่อนข้อมูลของชิพรีจิสเตอร์ในรูปที่ 8.25 การเลื่อนแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับสัญญาณนาฬิกาที่ได้จากการควบคุมของ Right/Left



รูปที่ 8.25 บล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 8.26 ไดอะแกรมเวลาการควบคุมการเลื่อน

สรุป

รีจิสเตอร์เป็นวงจรดิจิทัลชนิดหนึ่งสามารถจำข้อมูลได้ เป็นวงจรชนิดซีเคิร์นเช็ล รีจิสเตอร์ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลในรูปของไบนารีมีประเภทต่างๆของรีจิสเตอร์ดังต่อไปนี้

รีจิสเตอร์เข้าแบบอนุกรมออกแบบขนาน

รีจิสเตอร์เข้าแบบอนุกรมออกแบบอนุกรม

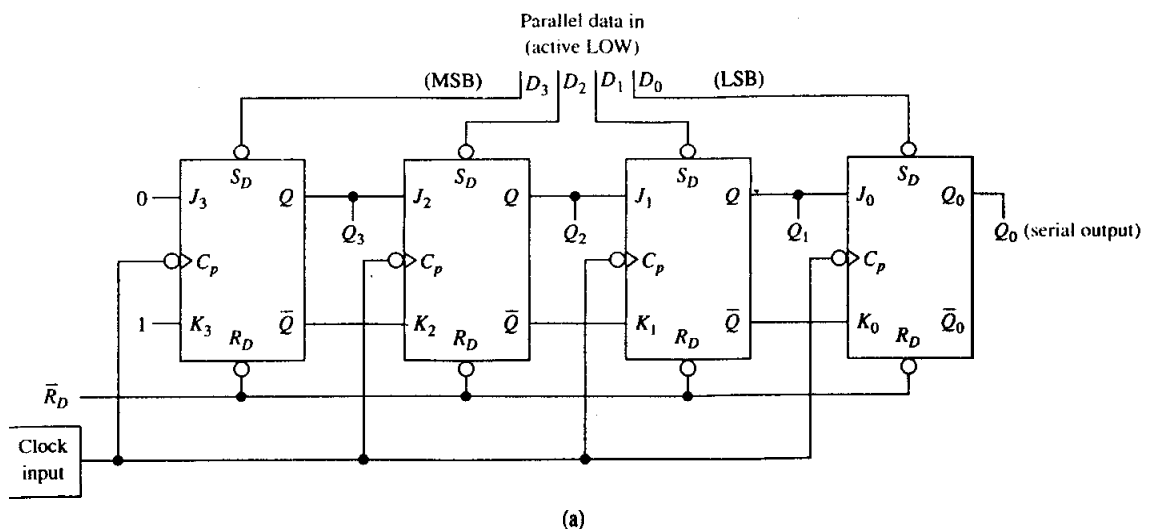
รีจิสเตอร์เข้าแบบขนานออกแบบอนุกรม

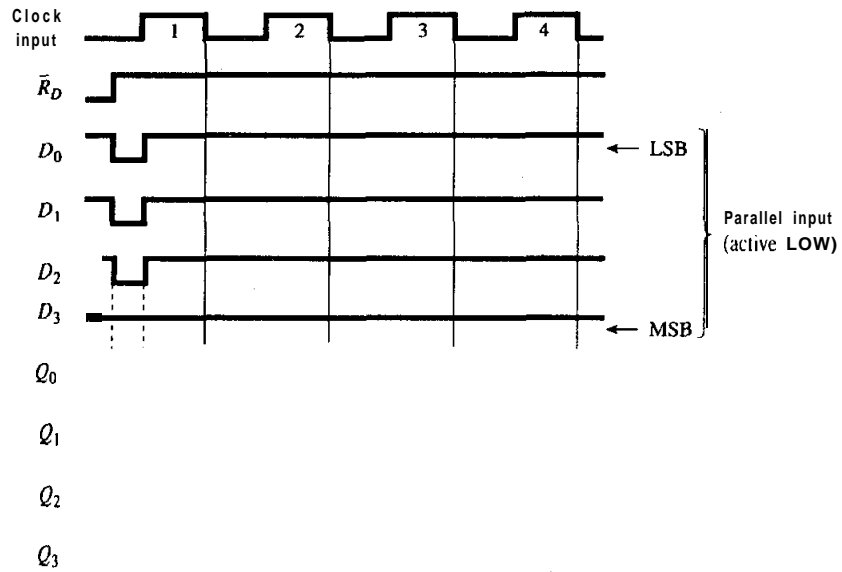
รีจิสเตอร์เข้าแบบขนานออกแบบขนาน

รีจิสเตอร์นับไปประยุกต์เป็นวงจรมนับของระบบไบนารี หรือประยุกต์ใช้ในการจัดเก็บข้อมูล

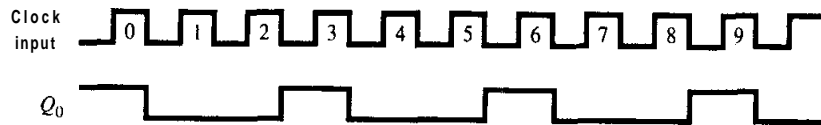
แบบฝึกหัด

1. จงอธิบายความหมายของรีจิสเตอร์มีความสำคัญกับระบบคอมพิวเตอร์อย่างไร
2. รีจิสเตอร์ที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์มีกี่ประเภท แต่ละประเภทมีหลักการทำงานอย่างไร
3. จงเขียนรูปคลื่นเข้าพุต Q_0, Q_1, Q_2, Q_3 จากวงจรลอจิกรีจิสเตอร์ต่อไปนี้

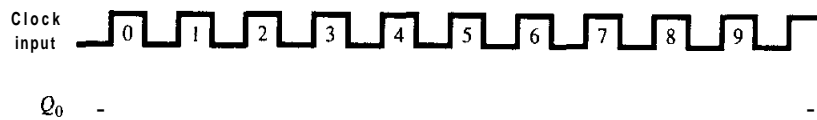




4. อยากทราบถึงจำนวนฟลิปฟลอปที่ใช้ในการสร้างรูปคลื่นต่อไปนีของเอาพุต Q_0 ของ Ring shift counter



5. อยากทราบถึงจำนวนฟลิปฟลอปที่ใช้ในการสร้างรูปคลื่นต่อไปนีของเอาพุต Q_0 ของ Ring shift counter



6. อยากทราบถึงจำนวนฟลิปฟลอปที่ใช้ในการสร้างรูปคลื่นต่อไปนี้ของเอาต์พุต Q_0 ของ Ring shift counter

