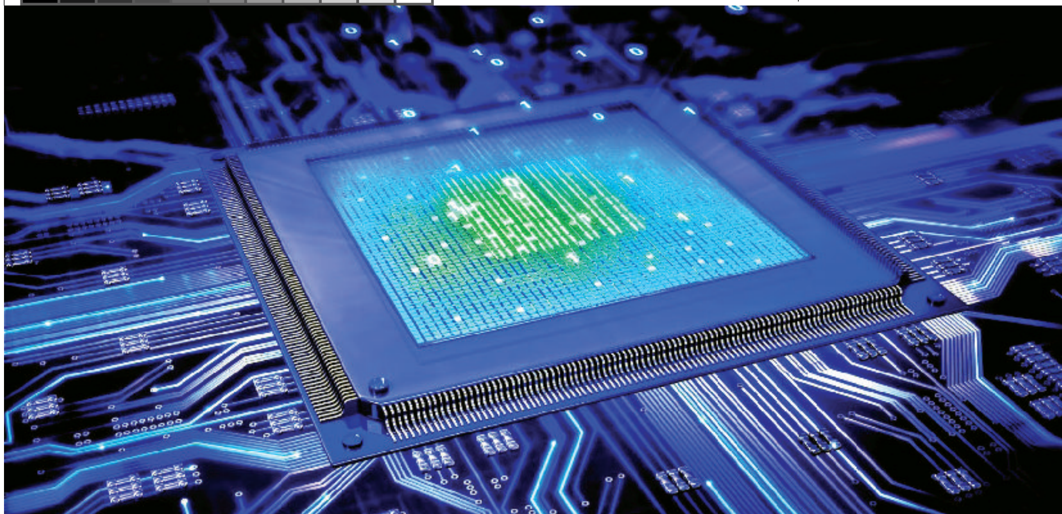


பாடம் 1

இயக்கச் சுற்று – பயன்பாடுகள்

810BQ

பொருளடக்கம்

1.1 அடிப்படை வாயில்களின் பயன்பாடுகள்

1.2 இணைந்த வாயில்கள் (Combinational gates)

1.3 பூலியன் தேற்றம் (Boolean Algebra)

1.4 தர்க்க வாயில்களின் வகைகள்

1.5 ஒப்பீட்டுமானிகள் (Comparators)

1.6 குறியாக்கிகள் (Encoders)

1.7 குறிவிலக்கிகள் (Decoders)

1.8 பன்மையாக்கி (Multiplexing)

1.9 எழு – விழு சுற்று (FLIP – FLOP)

1.10 எண்ணிகள் (Counters)

1.11 பெயர்வுப் பதிவேற்றிகள் (Shift Registers)

கற்றலின் நோக்கம்

இப்பாடப்பகுதியின் மூலம் கீழ்க்கண்டவற்றை மாணவர்கள் அறிந்து கொள்வார்கள்.

- இணைந்த வாயில்களின் கட்டமைப்பு மற்றும் பயன்பாடுகள்.
- தர்க்க வாயில்களின் வகைகள் – (கூட்டி மற்றும் கழிப்பான்), எண் கணித சுற்றுகள்.
- இலக்க வகை சமிக்ஞைகள் – குறியாக்கிகள் மற்றும் குறிவிலக்கிகள்.
- பன்மையாக்கல் மற்றும் எதிர்பன்மையாக்கல்.
- எழு – விழு சுற்று கட்டமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் விதம்.
- இரும எண் கூட்டிகள் மற்றும் பதிவேற்றிகளின் கட்டமைப்பு – பயன்பாடுகள்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 1 11-01-2022 14:23:30

அறிமுகம்

அடிப்படை வாயில்கள் குறித்து நீங்கள் ஏற்கனவே அறிந்துள்ள நிலையில், இப்பாடத்தில் அவற்றைப் பயன்படுத்தி சில எளிமையான மின்னணுக் கருவிகளில் பயன்படும் தனித்தியங்கும் சுற்றுகள் அமைக்கும் விதம் பற்றியும், இணைந்த வாயில்கள் உருவாக்கப்படும் விதம் பற்றியும் காண்போம்.

1.1 அடிப்படை வாயில்களின் பயன்பாடுகள்

இல்லை (NOT) – வாயில் பயன்பாடு

'இல்லை' வாயிலின் வெளியீடு உள்ளீட்டின் 'நிரப்புகை'யாக அமைந்துள்ளதால், இதனைப் பயன்படுத்தி கொடுக்கப்பட்ட இரும எண்ணின் 'ஒன்றன் நிரப்புகை'யைப் பெற முடியும்.

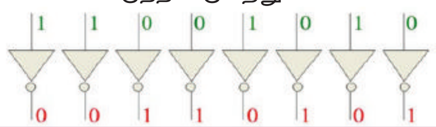
1' நிரப்புகையின் இலக்கச் சுற்று படம் 1.1 –ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

1' – ன் நிரப்பி

இரும எண்ணின் 1'–ன் நிரப்பி என்பது கொடுக்கப்பட்ட இலக்கத்தை தலைகீழாக்குவதாகும். 1–ன் நிரப்பியாக்க அனைத்து–0–வை –1ஆகவும், 1யை –0வாகவும் மாற்றுவதாகும்.

(எ.கா) 1 1 0 0 1 0 1 0 – இதன் 1'ன் நிரப்பி 0 0 1 1 0 1 0 1 – ஆகும்.

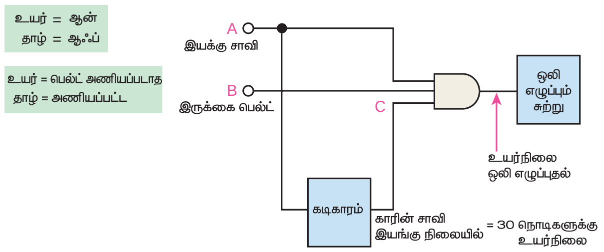
இலக்கவகைச் சுற்றுகளில், புரட்டிகளைப் பயன்படுத்தி –1ன் நிரப்புகை செயல்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 1.1 புரட்டிகளைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்ட 1–ன் நிரப்பி

"மற்றும்" வாயில் – பயன்பாடு

மற்றும் வாயில் (AND – gate) பயன்படுத்தி எளிமையான ஆனால் முக்கியமான பயன்பாடுகளை செயல்படுத்தலாம். 'மற்றும் வாயில்' ஆனது வாகனங்களில் ஓட்டுநர் பயன்படுத்தும் 'இருக்கை–பெல்ட்' அணிவதற்கான "எச்சரிக்கை ஒலி எழுப்பும் சுற்று" அமைப்பதற்குப் பயன்படுகிறது. வாகனத்தின், 'இயக்கும் சாவி' 'ON' நிலையிலிருந்து, ஓட்டுநரின் 'இருக்கை பெல்ட்' அணியப்படாத நிலையில், எச்சரிக்கை ஒலி எழுப்பும். அதாவது மற்றும் வாயிலின் உள்ளீடாக (A), வாகனத்தின் சாவி ON நிலையில் இருப்பது, உயர் நிலையிலும், இருக்கையின் பெல்ட் அடுத்த உள்ளீடாக (B) (அணியப்படாத நிலையில்) அதுவும் உயர்நிலையிலும், மூன்றாவது உள்ளீடாக (C) கடிகாரம் 3 நொடிகளுக்கு உயர் நிலையிலும் செயல்படுவதால், வெளியீடும் உயர்நிலை பெற்று எச்சரிக்கை ஒலி எழுப்பும். "மற்றும் வாயிலைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்டுள்ள வாகன இருக்கை பெல்ட் எச்சரிக்கை" மின்னணுச் சுற்றுப் படம் 1.2ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.2

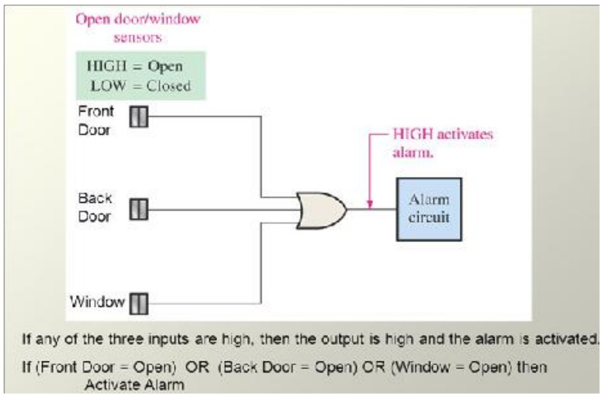
"அல்லது – வாயில்" பயன்பாடு

படம் –1.3ல் எளிமையான ஊடுருவல் கண்டுபிடிக்கும் சுற்றின் அமைப்பு காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்பு ஒரு வீட்டின், இரண்டு ஜன்னல்கள் மற்றும் ஒரு கதவு கொண்ட ஒரு அறையில் பயன்படுத்தப்படும் பாதுகாப்புச் சாதனமாகும்.

இந்த அமைப்பு மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்ட 'அல்லது சுற்றின்' செயல்புரட்டில் அமைந்துள்ளது. அறையின் இரு ஜன்னல்கள் மற்றும் கதவு ஆகிய மூன்றையும் சுற்றின் மூன்று உள்ளீடுகளாகக் கொள்வோம். மூன்றும் திறந்த நிலையில் இருக்கும் பொழுது உணரி உள்ளீடுகளுக்கு தாழ்நிலையை அளிக்கும். இந்நிலையில் ஏதேனும் ஒரு உள்ளீடு (கதவு (அ) இரு ஜன்னல்களில் ஒன்று) திறந்திருந்தாலும் உணரி செயல்பட்டு, வெளியீட்டில் உயர்நிலை கிடைக்க,

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 2 11-01-2022 14:23:30

எச்சரிக்கை ஒலி எழுப்பும். இதன்மூலம் சம்பந்தமில்லாத நபர்கள் மற்றும் திருடர்கள் குறிப்பிட்ட அறையினுள் ஊடுருவுவதைத் தடுக்கலாம்.



படம் 1.3 ஊடுருவல் கண்டறியும் எச்சரிக்கை – மணி

> இதன் மூலம், அடிப்படை வாயில்களைப் பயன்படுத்தி எளிமையான மற்றும் முக்கியமான செயல்பாடுகளை நமது அன்றாட வாழ்க்கையில் மேற்கொள்ளலாம்.

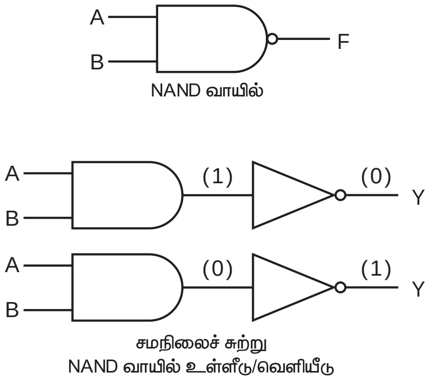
1.2 இணைந்த வாயில்கள்

தற்போது அடிப்படை வாயில்களைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்படும் வாயில்கள் சிலவற்றைக் காண்போம். இதற்கு 'இணைந்த வாயில்கள்' என்று பெயர்.

1. மற்றும் – இல்லை வாயில் (NAND)
2. அல்லது – இல்லை வாயில் (NOR)
3. EX–OR – வாயில்
4. EX–NOR – வாயில்

"மற்றும் – இல்லை" (NAND) வாயிலின் செயல்பாடு

"மற்றும் – இல்லை" வாயிலின் அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருக்கும் போது மட்டும் வெளியீடானது தாழ்நிலையில் இருக்கும். ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு தாழ் நிலையில் இருந்தாலே வெளியீடு உயர்நிலையைப் பெறும். படம் –1.4ல் வாயிலின் உள்ளீடுகள் 'A, B' எனவும், வெளியீடு 'Y' எனவும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் செயல்பாடு கீழ்கண்டவாறு விளக்கப்படுகிறது.



படம் 1.4

> இரண்டு உள்ளீடுகள் கொண்ட மற்றும்–இல்லை வாயில்களில் இரு உள்ளீடுகளும் உயர்நிலையில் இருக்கும் போது வெளியீடு தாழ் நிலையில் இருக்கும். உள்ளீடுகளில் ஏதேனும் ஒன்று தாழ்நிலையிலோ அல்லது இரண்டுமே தாழ்நிலையிலோ இருந்தால் வெளியீடு உயர் நிலையில் இருக்கும்.

"மற்றும் – இல்லை" வாயிலின் செயல்பாடு 'மற்றும்' வாயிலின் செயல்புரட்டியின் எதிர்மறையாகும். இரு உள்ளீடுகள் கொண்ட "மற்றும்–இல்லை" வாயிலின் தர்க்க செயல்பாடுகள் உண்மை அட்டவணை 1.1–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் தர்க்கச் செயல்பாடு $Y = \overline{A \cdot B}$

அட்டவணை 1.1 உண்மை அட்டவணை

A	B	$Y = \overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

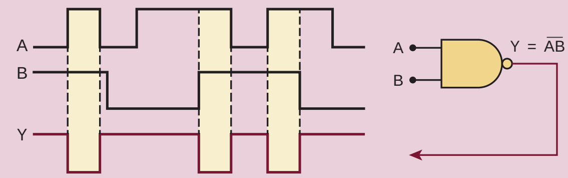
செயல்பாடுகள்

உள்ளீடு அலைவடிவம் 'B' ஐ – புரட்டியாக்கி வெளியீட்டைத் தருவி

எடுத்துக்காட்டு 1.1

வாயிலின் செயல்பாடு, அலைவடிவத்தின் மூலம் விவரிக்கப்பட்டுள்ளதை படம் 1.5 தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

படத்தில் அலைவடிவ உள்ளீடுகளான அலை 'A', அலை B ஆகியவை 'மற்றும்–இல்லை' வாயிலின் உள்ளீட்டில் தரப்பட்டால், வாயிலின் வெளியீட்டில் கிடைக்கும் அலைவடிவத்தை வரைக.



படம் 1.5

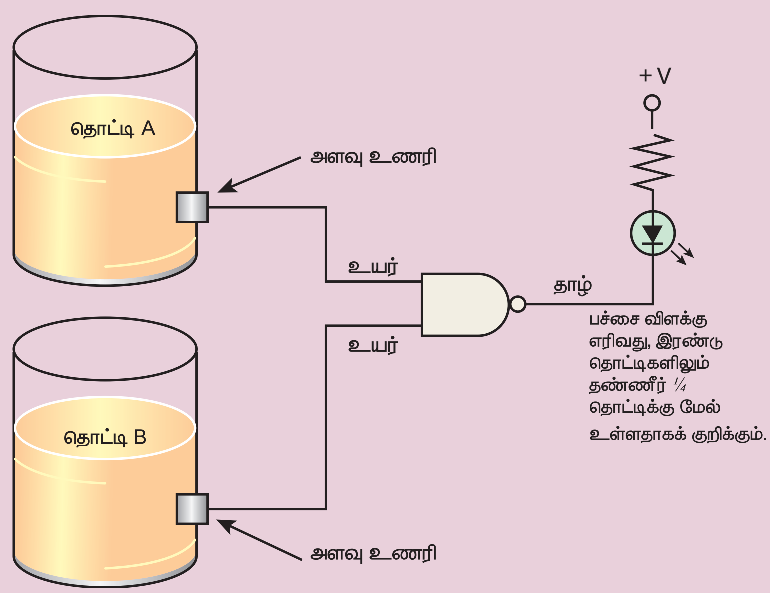
தீர்வு: வெளியீட்டு அலைவடிவம் 'Y' ஆனது உள்ளீடுகள் A மற்றும் B உயர் நிலையில் இருக்கும் நான்கு கால இடைவெளிகளில் மட்டுமே தாழ்நிலையில் இருக்கும். இதனை படம் 1.5 தெளிவாகக் காட்டுகிறது.

"மற்றும்–இல்லை" வாயில் பயன்பாட்டின் மாதிரி

(எ.கா) ஒரு வீட்டில் இரண்டு தண்ணீர் தொட்டிகள் உள்ளதாகவும், அதில் 'தண்ணீர் மட்டம்' உணரிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளதாகவும் கொள்வோம். தண்ணீர் மட்டம் தொட்டியில் 25% –க்குக் கீழ் குறையும் போது, உணரியானது செயல்பட்டு, எச்சரிக்கை விளக்கு அணையும் வண்ணம் சுற்று அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

தீர்வு

இரண்டு தொட்டிகளில் உள்ள நீர் 25% – சதவிகிதத்திற்கும் மேல் இருக்கும் போது LED ஒளிர்ந்து கொண்டிருக்கும். இதில் ஏதாவது ஒரு தொட்டியின் நீர் 25% க்கு கீழ் குறைந்தாலும் உணரி செயல்பட்டு வாயிலின் மூலமாக LED ஒளிர்வது நின்றுவிடும்.



படம் 1.6

இரண்டு தொட்டிகளிலும் தண்ணீர் கால் – பாகத்திற்கு மேல் இருக்கும்போது, இரண்டு உணரிகளின் வெளியீடும் உயர்நிலையில் (5 v) இருப்பது போல் சுற்று அமைக்கப்பட்டு, அதன் அடையாளமாக பச்சை LED விளக்கு எரிந்து கொண்டிருக்கும்.

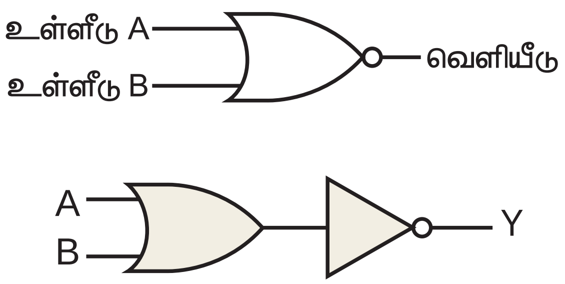
இரண்டு தொட்டிகளிலும் தண்ணீர் கால்–தொட்டி அளவிற்கு மேல் இருக்கும் நிலையில், இரண்டு உணரிகளின் வெளியீடும் உயர்நிலை (5v) பெற்றிருக்கும். இதனால் NAND – வாயிலின் வெளியீடு தாழ்நிலை (0–V) தரும். இந்நிலையில் சுற்றில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் LED–க்கு சப்ளை மின்னழுத்தம் கிடைக்க, பச்சை நிற 'LED' ஒளிர்ந்து கொண்டே இருக்கும். சுற்றில் உள்ள மின்தடை LED மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 4 11-01-2022 14:23:31

"அல்லது – இல்லை" வாயில்

'அல்லது' (OR) வாயில் மற்றும் இல்லை (NOT) வாயிலின் இணைப்பே 'அல்லது–இல்லை' வாயிலாகும். இது 'அல்லது' வாயிலின் நிரப்புகையாகும். உள்ளீடுகள் கொண்ட 'அல்லது–இல்லை' (NOR) வாயிலின் குறியீடு படம் 1.7–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

2 – உள்ளீடு NOR – வாயில்



NOR வாயிலின் சமநிலைச் சுற்று

படம் 1.7

"அல்லது–இல்லை" (NOR) – வாயிலின் செயல்பாடு

"அல்லது–இல்லை" – வாயிலின் ஏதேனும் ஒரு உள்ளீடு உயர்நிலையில் இருந்தால், அதன் வெளியீடு தாழ் நிலை பெறும். படம் –1.7ல் காட்டியுள்ள NOR – வாயிலில் A, B என்பது உள்ளீடாகவும் Y என்பது வெளியீடாகவும் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் செயல்பாடு வருமாறு.

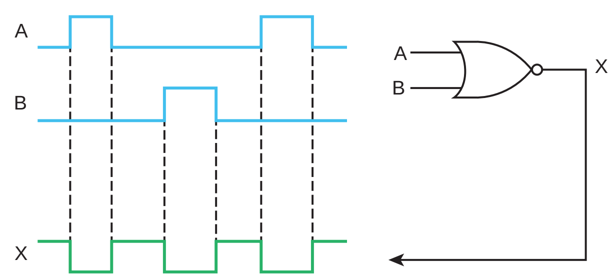
> இரு உள்ளீடுகள் கொண்ட 'அல்லது–இல்லை' (NOR) வாயிலின் இரண்டு உள்ளீடுகளுமோ அல்லது ஏதேனும் ஒன்றோ உயர்நிலையில் இருந்தால், வெளியீடு 'தாழ்நிலை' பெறும் (அல்லது) இரண்டு உள்ளீடுகளுமே 'தாழ்நிலையில்' இருந்தால் மட்டுமே வெளியீடு 'உயர்நிலை' பெறும்.

'அல்லது–இல்லை', (NOR) வாயிலின் செயல்பாடு 'அல்லது' (OR) வாயிலின் செயல்பாட்டிற்கு எதிர்மறையாகும். 'அல்லது–இல்லை' வாயிலின் வெளியீட்டில் உள்ள 'குமிழ்' எதிர்மறை செயல்பாட்டைக் குறிப்பதாகும். 'அல்லது–இல்லை' வாயிலின் தர்க்கச் செயல்பாடுகள் அட்டவணை 1.2–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. NOR – வாயிலின் தர்க்க வெளிப்பாடு $Y = \overline{A + B}$. ஆகும்.

அட்டவணை 1.2

A	B	$Y = \overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR – வாயிலின் செயல்பாடு அலைவடிவ வரை படத்தின் மூலமாக விளக்கப்படுகிறது. உண்மை அட்டவணையின் அடிப்படையில் அலைத் துடிப்பின் செயல்பாட்டை நோக்கினால், (படம் 1.8) NOR – வாயிலின் உள்ளீடுகள் இரண்டும் தாழ்நிலையில் இருக்கும் போது மட்டுமே வெளியீடு உயர்நிலையைப் பெறுவது நிரூபணமாகிறது.

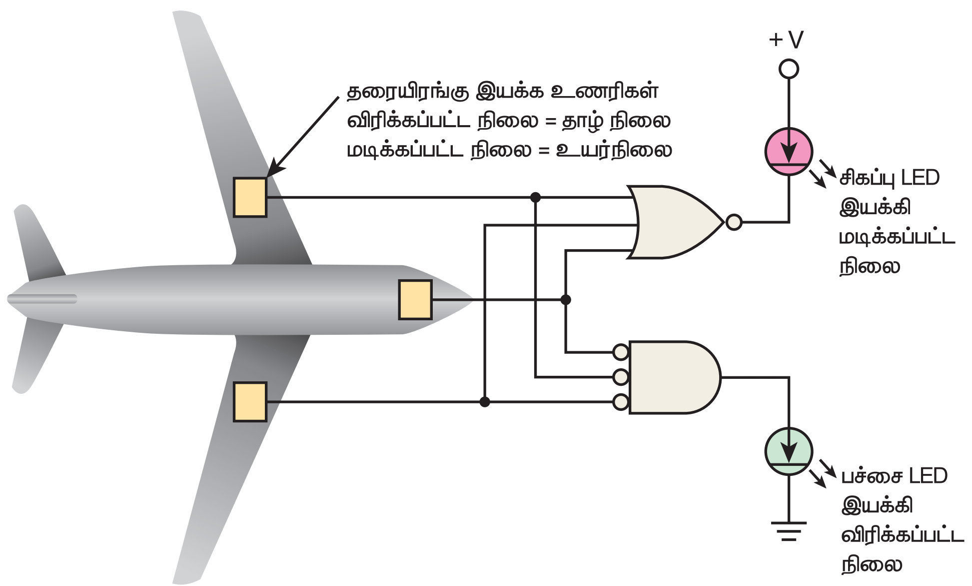


படம் 1.8 அல்லது–இல்லை வாயிலின் அலைவடிவம்

> படம் –1.8ல் காட்டியுள்ள இரண்டு அலைவடிவங்களும் அல்லது–இல்லை வாயிலின் உள்ளீட்டில் தரப்பட்டால் அதன் வெளியீட்டு அலைவடிவம் என்ன?
>
> **தீர்வு**
>
> இரு உள்ளீடுகளில் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு உயர்நிலையைப் பெறும் போதெல்லாம் 'அல்லது–இல்லை' வாயிலின் வெளியீடு தாழ்நிலை பெறுவது வெளியீட்டு அலைவடிவம் 'Y' மூலம் நிரூபணமாகிறது.

"அல்லது–இல்லை" வாயிலின் பயன்பாடு (எ.கா)

படம் 1.9 – வானூர்தியில் பல்வேறு விதமான செயல்பாடுகள் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டு எவ்வாறு தகவல் அறியப் பயன்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.



படம் 1.9 வானூர்தி செயல்பாட்டு கண்காணிப்பு அமைப்பு

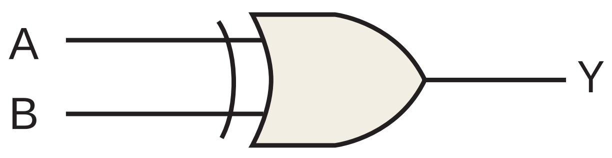
செயல்பாடுகள்

உள்ளீடு B–யினை தலைகீழாக்கி வெளியீட்டு அலைவடிவத்தை பெறவும்.

பொது – வாயில் (Universal gate)

மற்றும் – இல்லை (NAND) வாயிலும், அல்லது–இல்லை வாயிலும் பொது–வாயில்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஏனென்றால் இந்த இரண்டு வாயில்களைப் பயன்படுத்தி அனைத்து வாயில்களையும் கட்டமைக்கலாம்.

(எ.கா) தனித்த–அல்லது வாயில் (Exclusive – OR) தனித்த அல்லது–இல்லை வாயில் (Exclusive – NOR gate)



படம் 1.10 EX–OR வாயிலின் குறியீடு

இது சுருக்கமாக XOR – வாயில் என அழைக்கப்படுகிறது. படம் 1.10 –ல் இரண்டு உள்ளீடுகளைக் கொண்ட XOR வாயில் காட்டப்பட்டுள்ளது. XOR – வாயிலின் வெளியீடானது உள்ளீடுகள் இரண்டும் மாறுபட்ட நிலையில் இருக்கும் போது மட்டுமே உயர்நிலையைப் பெறும். உள்ளீடுகள் இரண்டும் தாழ்நிலையிலோ, அல்லது உயர்நிலையிலோ இருந்தால் வெளியீடு தாழ்நிலையாகத்தான் இருக்கும்.

XOR – வாயிலின் உள்ளீடுகள் A–தாழ்நிலையிலும் B–உயர்நிலையிலும் அல்லது A–உயர்நிலையிலும், B–தாழ்நிலையிலும் இருக்கும் போது மட்டுமே வெளியீடு உயர்நிலை பெறும். XOR – வாயிலின் ஓர் தனித்த குணம், இரண்டிற்கு மேற்பட்ட உள்ளீடுகளில், ஒற்றை எண்ணிக்கை உள்ளீடுகள் உயர்நிலை பெற்றிருந்தால் மட்டுமே வெளியீடு உயர் நிலை பெறும்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 6 11-01-2022 14:23:31

அட்டவணை 1.3 இரு உள்ளீடு XOR – வாயிலின் தரவு செயல்பாட்டை காட்டுகிறது.

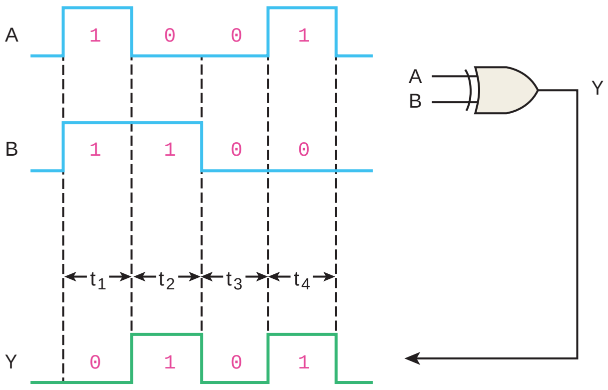
அட்டவணை 1.3 இரு உள்ளீடு XOR

A	B	$Y = (\overline{A} \cdot B) + (A \cdot \overline{B})$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR–வாயிலின் தர்க்க வெளிப்பாடு $Y = (\overline{A} \cdot B) + (A \cdot \overline{B})$. பெரும்பாலும் இந்த வெளிப்பாடு சுருக்கமாக $Y = A \oplus B$ என குறிக்கப்படும். இது 'சம இன்மை ஒப்பீட்டி' எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

அலைவடிவ செயல்பாடு

மற்ற சில வாயில்களின் செயல்பாட்டை அலைவடிவ வரைபடத்துடன் சரிபார்த்தது போல், XOR மற்றும் XNOR–வாயில்களின் செயல்பாடுகளையும் துடிப்பு அலை வடிவங்களை உள்ளீடாகக் கொடுத்து பரிசோதிக்கலாம். உண்மை அட்டவணையின் அடிப்படையில் XOR வாயிலின் அலைவடிவ செயல்பாடு படம் 1.11 (அ) – ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. உள்ளீடு அலைவடிவங்கள் A மற்றும் B ஆனது t_2 மற்றும் t_4 கால இடைவெளிகளில் எதிர்மறையாக இருப்பதைக் காணலாம். இந்நிலையில் அலைவடிவத்தின் வெளியீடு 'Y' – ஆனது உயர்நிலை பெறுவது நிரூபணமாகிறது. இரு உள்ளீடுகளும் ஒரே நிலையில் இருக்கும்போது கால இடைவெளிகளான t_1 மற்றும் t_3 –ன் போது வெளியீடு படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் தாழ்நிலையாக இருக்கும்.



படம் 1.11 (அ)

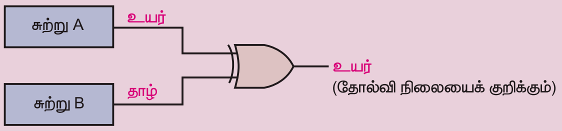
(EX–OR வாயில்) பயன்பாட்டு எடுத்துக்காட்டு

ஒரு குறிப்பிட்ட அமைப்பில் இரண்டு ஒத்த சுற்றுகள் இணையாக இயங்குகின்றன. இரண்டும் ஒழுங்காக இயங்குகின்ற வரை வெளியீடு அதே நிலையில் இருக்கும். ஏதேனும் ஒரு சுற்று தோல்வி அடையும் பட்சத்தில் அல்லது செயல்படாத நிலையில் வெளியீடு எதிர்மறையாக இருக்கும்.

ஏதேனும் ஒரு சுற்று தோல்வி அடையும் போது அதனை கண்டுபிடிக்கும் வழிமுறையை தருவிக்கவும்.

தீர்வு

படம் 1.11 (ஆ)–ல் காட்டியுள்ளது போல் இந்த சுற்றுகளின் வெளியீடு XOR – வாயிலிற்கு உள்ளீடாகத் தரப்படுகிறது. சுற்றுகளில் ஏற்படும் தோல்வி, வாயிலின் உள்ளீட்டிற்கு மாறுபட்ட நிலைகளைத் தரும். இதனால் XOR – வாயிலின் வெளியீடு உயர்நிலை பெறும். XOR – வாயில் வெளியீடு உயர்நிலையைப் பெற்றால், அது ஏதாவது ஒரு சுற்று தோல்வி அடைந்ததைக் குறிப்பதாகும்.



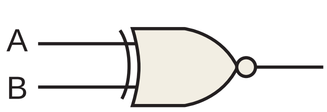
படம் 1.11 (ஆ)

ஓர் பயன்பாடு: ஓர் EX–OR வாயிலானது இரு–பிட் 'மட்டு2–' கூட்டியாக பயன்படுகிறது. இரும எண்களின் கூட்டல் விதிகள் நீங்கள் அறிந்ததே என்றாலும், மீண்டும் இங்கு நினைவுப்படுத்திக் கொள்வது நல்லது. 0 + 0 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1, and 1 + 1 = 10. EX–OR வாயிலின் உண்மை அட்டவணையின் மூலம் வாயிலின் வெளியீடு இரண்டு இரும எண் எண்களின் கூட்டுத் தொகையினைத் தரும் அமைப்பாகும். இதன்படி உள்ளீடுகள் இரண்டும் '1' ஆக இருந்தால், வெளியீட்டு கூட்டுத் தொகை '0' ஆகும். அதே சமயத்தில் கூட்டுத் தொகையின் மீதியான '1'–ஐ இழந்து விடுகிறோம். XOR – வாயில் ஓர் மட்டு2– கூட்டியாகச் செயல்படுவது அட்டவணை 1.5 மூலம் நிரூபணமாகிறது.

தனித்த–அல்லது–இல்லை வாயில் (EX–NOR gate)

படம் –1.12ல் "தனித்த அல்லது–இல்லை" வாயிலின் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. EX–NOR வாயிலின் வெளியீட்டில் உள்ள குமிழ், கிடைக்கும் வெளியீட்டை தலைகீழாக்கித் தருவதை உணர்த்துகிறது. அதாவது XNOR – வாயிலானது EX–OR வாயிலின் நிரப்புகையாகும்.

EX–NOR வாயிலைப் பொருத்தவரை உள்ளீடு A தாழ்நிலையிலும் B உயர்நிலையிலும் இருக்கும் போது, வெளியீடு – தாழ்நிலை பெறும். உள்ளீடுகள் இரண்டும் தாழ்நிலையிலோ அல்லது உயர்நிலையிலோ இருந்தால் வெளியீடு உயர்நிலை பெறும்.



படம் 1.12

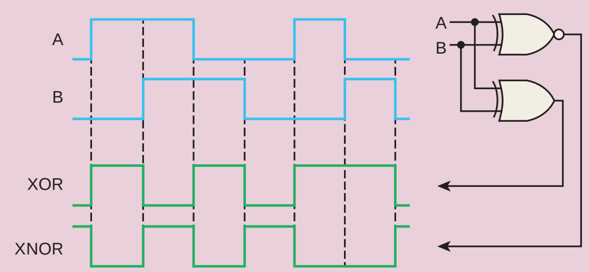
இரண்டு உள்ளீடுகள் கொண்ட X–NOR வாயிலின் தர்க்கச் செயல்பாடு அட்டவணை 1.4–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் தர்க்கச் செயல்பாடு $Y=(\overline{A}.B)+(A.\overline{B})$ இது பெரும்பாலும் சுருக்கமாக $Y=\overline{A\oplus B}$ என குறிக்கப்படும்.

அட்டவணை 1.4

A	B	$Y=\overline{A\oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

EX–NOR வாயிலின் பயன்பாட்டு எடுத்துக்காட்டு

படம் –1.13ன் அலைவடிவ உள்ளீடுகள் A மற்றும் B–யின் அடிப்படையில் XOR மற்றும் X–NOR வாயில்களின் வெளியீட்டு அலைவடிவங்களைக் கவனிக்கவும்.



படம் 1.13 EX–OR மற்றும் EX–NOR வாயிலின் வெளியீட்டு அலைவடிவம்

தீர்வு

EX–OR மற்றும் EX–NOR வாயில்களின் வெளியீட்டு அலைவடிவங்கள் படம் –1.13ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. XOR வாயிலின் இரண்டு உள்ளீடுகளும் மாறுபட்ட நிலையில் இருக்கும் போது மட்டும் வெளியீடு உயர்நிலையில் இருப்பதைக் கவனிக்கவும்.

EX–NOR வாயிலின் உள்ளீடுகள் இரண்டும் ஒரே நிலையில் இருக்கும் போது மட்டும் அதன் வெளியீடு உயர்நிலையில் இருப்பதையும் கவனிக்கவும்.

NAND மற்றும் NOR வாயில்கள் இரண்டுமே பொது – வாயில்கள் என்று கருதப்பட்டாலும், அதில் NAND வாயிலானது பயன்படும் விதத்தில் சற்றுக் கூடுதல்

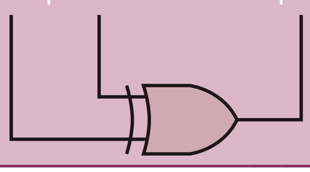
XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 8 11-01-2022 14:23:32

எளிமை வாய்ந்தது. நாம் இதுவரையில் கீழ்க்காணும் ஏழு வகையான தர்க்க வாயில்களான AND, OR, NOT, NAND, NOR, EX–OR மற்றும் EX–NOR வாயில்கள் பற்றி அறிந்து கொண்டோம். இந்த ஏழு வாயில்களின் செயல்பாடுகளைக் கொண்ட ஒருங்கிணைப்புச் சுற்றுகள் (Integrated Circuit – IC's) சந்தையில் கிடைத்தாலும், பெரும்பாலும் NAND – வாயில் IC–யே பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அட்டவணை 1.5

An XOR gate used to add two bits

A	B	Σ
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



செயல்பாடுகள்

மூன்று உள்ளீடுகள் கொண்ட NAND வாயிலின் வெளிப்பாடுகளை எழுது.

1.3 பூலியன் தேற்றம்

நீங்கள் பதினோராம் வகுப்பிலேயே மூன்று முக்கிய பூலியன் செயல்பாடுகளான கூட்டல் (OR), பெருக்கல் (AND) மற்றும் நிரப்பி (NOT) ஆகியவை குறித்து கற்றிருப்பீர்கள். இவை தவிர இயற்கணிதத்தில் உள்ளது போல் மூன்று முக்கிய அடிப்படை விதிகள் உள்ளன. அவை

1. பரிமாற்று விதி (Commutative laws)
2. துணை விதி (Associative laws)
3. பங்கீட்டு விதி (Distributive laws)

இந்த பூலியன் விதிகள் இலக்க வகைச் சுற்றுகளை எளிமையாக வடிவமைக்க உதவும்.

பூலியன் இயற்கணிதம் 1854 வருடம் ஜார்ஜ் பூல் என்பவரால் இயற்றப்பட்டது.

1. பரிமாற்று விதி (Commutative Law)

பூலியன் கூட்டல் மற்றும் பெருக்கல் செயல்பாடுகளில் பயன்படும் மாறிகளின் (Variables) நிலைகளை (Order) மாற்றினாலும், கிடைக்கும் வெளியீடுகளில் மாற்றம் இருக்காது. மாறிகள் கொண்ட கூட்டல் மற்றும் பெருக்கலின் இயற்கணித விதிகள் வருமாறு.

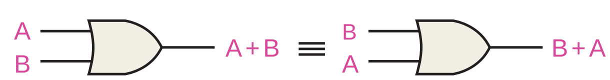
இரு மாறிகள் கொண்ட கூட்டலின் பரிமாற்று விதி

$$A + B = B + A$$

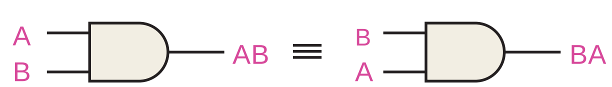
இரு மாறிகள் கொண்ட பெருக்கலின் பரிமாற்று விதி

$$A \bullet B = B \bullet A$$

OR மற்றும் AND வாயிலின் பரிமாற்று விதிகள் படம் 1.14 மற்றும் படம் 1.15ன் மூலம் எளிமையாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.14



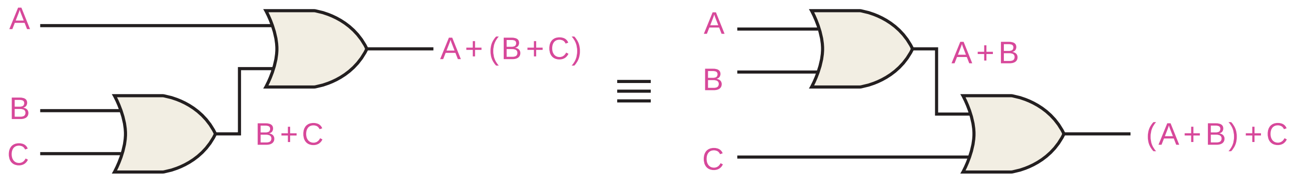
படம் 1.15

2. துணை விதி (Associative Law)

இரண்டிற்கு மேற்பட்ட மாறிகள் கொண்ட கூட்டல் மற்றும் பெருக்கல் செயல்பாடுகளை மேற்கொள்ளும் போது மாறிகள் இடம் மாற்றம் செய்யப்பட்டாலும், கூட்டல்

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 9 11-01-2022 14:23:32

தொகுப்பினை மாற்றி சேர்க்கப்பட்டாலும், கிடைக்கும் விளைவில் மாற்றம் இருக்காது. மூன்று மாறிகள் கொண்ட கூட்டல் மற்றும் பெருக்கலின் இயற்கணித விதிகள் படம் 1.16 மற்றும் படம் 1.17 மூலம் விளக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.16

மூன்று மாறிகள் கொண்ட கூட்டலில் துணை விதி: A + (B + C) = (A + B) + C

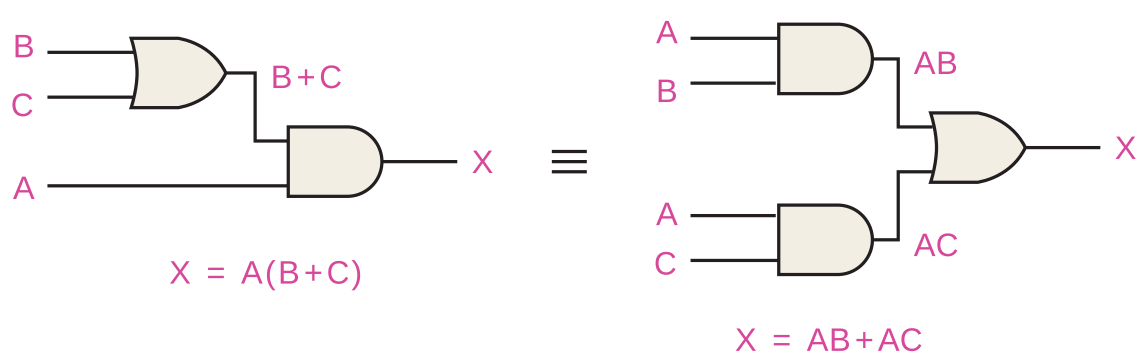
படம் 1.17

3. பங்கீட்டு விதி (Distributive laws)

இவ்விதி கூறுவது... பல மாறிகளின் கூட்டுத் தொகையினை ஒரு மாறியோடு பெருக்கினால் கிடைக்கும் விளைவு, அந்த மாறியைக் கொண்டு கூட்டல் தொகுப்பில் உள்ள தனித்தனி மற்ற மாறிகளைப் பெருக்கி அதன் பலனை கூட்டும் கூட்டுத்தொகைக்கு சமமாக இருக்கும். இயற்கணித முறையில் இவ்விதி கீழ்க்காணும் வகையில் தரப்படுகிறது.

$$A \bullet (B + C) = (A \bullet B) + (A \bullet C)$$

படம் 1.18 ஆனது பங்கீட்டு விதி எவ்வாறு நிர்மாணிக்கப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது.



படம் 1.18

பூலியன் இயற்கணிதத்தின் விதிகள்

இது குறித்து நீங்கள் –11ஆம் வகுப்பிலேயே கற்றிருந்தாலும், அதை மீண்டும் இங்கே நினைவுப் படுத்திக் கொள்வது நல்லது. இந்த அடிப்படை விதிகள் பூலியன் இயற்கணித வெளிப்பாடுகளை எளிமையாக்குவதற்கும், கணக்கிடுவதற்கும் பயன்படுகிறது. அட்டவணை 1.6–ல் இதன் அடிப்படை விதிகள் தரப்பட்டுள்ளது.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 10 11-01-2022 14:23:32

அட்டவணை 1.6

1. A + 0 = A	7. A · A = A
2. A + 1 = 1	8. $A \cdot \overline{A} = 0$
3. A · 0 = 0	9. $\overline{\overline{A}} = A$
4. A · 1 = A	10. A + AB = A
5. A + A = A	11. $A + \overline{A}B = A + B$
6. $A + \overline{A} = 0$	12. (A+B)(A + C)= A + AC

1.4 தர்க்கச் சுற்றுகள் இரு பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. இணைந்த தர்க்கச் சுற்றுகள் (Combinational Logic Circuits)
2. தொடர்ச்சியான தர்க்கச் சுற்றுகள் (Sequential Logic Circuits)

ஓர் இணைந்த தர்க்கச் சுற்றானது தர்க்க வாயில்களைக் கொண்டதாகவும், ஆனால் சேமிப்பகங்கள் இல்லாத அமைப்பாகவும் உள்ளது. தொடர்ச்சியான தர்க்கச் சுற்றுகள், தர்க்க வாயில்களோடு சேமிப்பகங்களையும் கொண்ட அமைப்பாகும்.

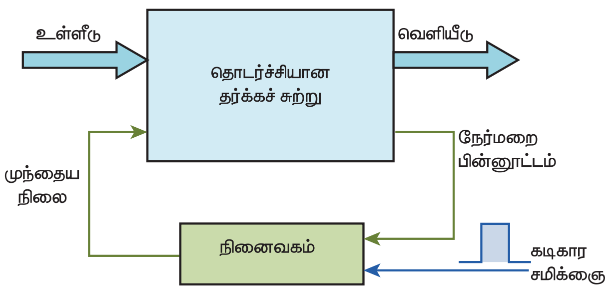
இணைந்த தர்க்கச் சுற்றுகள்

தர்க்கச் சுற்றுகள் சிலவற்றை இணைத்து, அதன் உள்ளீடு மாறிகளின் அடிப்படையில் அதற்குரிய வெளியீடு உருவாக்கப்படும். ஆனால் இவற்றை சேமித்து வைக்க இயலாத நிலையில் அச்சுற்று இணைந்த தர்க்கச் சுற்று எனப்படுகிறது. படம் –1.19ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 1.19 இணைந்த தர்க்கச் சுற்று

தொடர்ச்சியான தர்க்கச் சுற்று

இது உள்ளீட்டில் தரப்படுகின்ற இரும எண் மாறிகளைப் பெற்று, அதில் உள்ள இணைந்த தர்க்க வாயில்களின் அடிப்படையில் வெளியீட்டை உருவாக்கும். சேமிப்பகத்தோடு கொண்ட இணைந்த தர்க்கச் சுற்றுக்கு தொடர்ச்சியான தர்க்கச் சுற்று என்று பெயர்.



படம் 1.20 தொடர்ச்சியான தர்க்கச் சுற்றின் கட்டப்படம்

இணைந்த தர்க்கச் சுற்றோடு பின்னூட்டம் (Feedback) இணைக்கப்பட்டிருந்தால், அது சேமிப்பகமாக செயல்படும். இது இரும எண் (Binary) தகவல்களை சேமித்து வைக்கும் சாதனமாகும்.

எண்கணித சுற்றுகள்

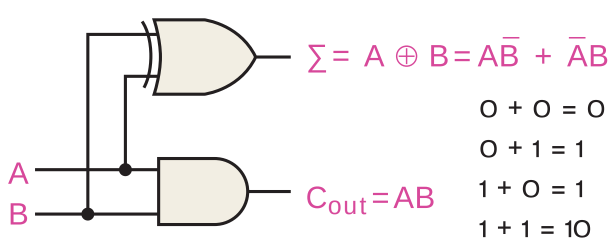
கணினி மற்றும் கணிப்பான்களின் முக்கிய செயல்பாடான கணக்கீடுகளை மேற்கொள்ள இந்த எண்கணித சுற்றுகள் மிகவும் அவசியமானதாகும். இதுவரையில் நாம் அறிந்து கொண்ட தர்க்க வாயில்கள் மூலம், கணிப்பான் மற்றும் இலக்கவகை சுற்றுகளில் மேற்கொள்ளப்படும் கூட்டல், கழித்தல், பெருக்கல் மற்றும் வகுத்தல் போன்ற எண்கணித செயல்பாடுகளை மேற்கொள்ளலாம். இந்தச் சுற்றுகள் மின்னணுச் சுற்றுகள் என்பதால் இவை வெகு வேகமாகச் செயல்படும். ஒரு கூட்டல் செயல்பாட்டை மேற்கொள்ள இது எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் 1 (μs) மைக்ரோ வினாடிக்கும் குறைவானதே.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 11 11-01-2022 14:23:33

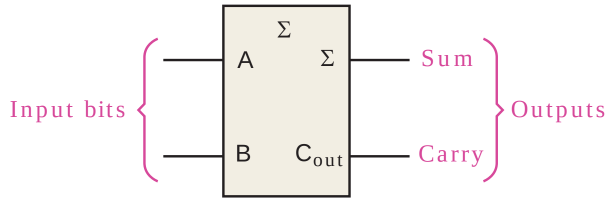
தற்போது எண்கணித சுற்றுகளான அரைக்கூட்டி, முழுக்கூட்டி, இரு நிலைக்கூட்டி, அரைக்கழிப்பான் மற்றும் முழுக்கழிப்பான் ஆகியவைகள் குறித்துப் பார்ப்போம். இவற்றில் பயன்படுத்தப்படும் பொதுவான தர்க்க வாயில்கள் OR, AND மற்றும் EX–OR வாயில்களாகும்.

அரைக்கூட்டி

தனித்த இரண்டு இரும எண்களைக் கூட்டும் வேலையைச் செய்யும் தர்க்கச் சுற்றுக்கு அரைக்கூட்டி என்று பெயர். இரண்டு இரும எண்களைக் கூட்ட ஆரம்பிக்கும் பொழுது, கொடுக்கப்பட்ட இரும எண்ணின் குறைந்த இட மதிப்பு நிலையிலிருந்து துவங்க வேண்டும். இரண்டு இரும எண்களைக் கூட்டும் பொழுது, கூட்டுத் தொகையில் மீதி வந்தால் அதைப் பயன்படுத்தும் வண்ணம் சுற்று அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். அரைக்கூட்டிச் சுற்றின் படமானது படம் 1.21 (அ) –ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. சுற்றின் வெளியீடான கூட்டுத் தொகை தரும் முனை, (Sum) கணிதக் குறியீடான 'Σ' ஆல் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.21 (அ) அரைக் கூட்டி



படம் 1.21 (ஆ) அரைக் கூட்டியின் தர்க்கக் குறியீடு

இது ஒரு EX–OR வாயிலையும், ஒரு AND – வாயிலையும் கொண்டு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. EX–OR வாயிலின் வெளியீடு, கூட்டுத் தொகையினைத் தருவதால் 'SUM' எனவும், AND – வாயிலின் வெளியீடு கூட்டுத் தொகையின் மீதியைத் தருவதால் 'CARRY' எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

இரும எண்களின் கூட்டல் விதியின் அடிப்படையில் நோக்கினால் உள்ளீடுகள் மாறுபட்ட நிலையில் அதன் கூட்டுத் தொகையினைத் தரும் சுற்றான EX–OR வாயிலின் வெளியீட்டில் அதாவது SUM–ல் '1' கிடைக்கும். மீதியைத் தருகின்ற AND – வாயிலின் வெளியீடானது, எப்போது இரண்டு உள்ளீடுகளும் உயர்நிலை பெறுகிறதோ அப்போது மட்டுமே உயர்நிலைப் பெறுவதாக, அதாவது '1' பெறுவதாக உள்ளது. இதன்மூலம் இரும எண் எண்ணின் கூட்டல் விதி நிரூபிக்கப்படுகிறது. படம் 1.21 (ஆ) –ல் அரைக் கூட்டிச் சுற்றின் குறியீடு காட்டப்பட்டுள்ளது. அரைக் கூட்டியின் உண்மை அட்டவணை அட்டவணை 1–7–ல் தரப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1–7 அரைக் கூட்டியின் உண்மை அட்டவணை

A	B	Σ	Cout
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Σ = sum
C_{out} = output carry
A and B = input variables (operands)

உண்மை அட்டவணையின்படி அரைக்கூட்டியின் இரண்டு தர்க்கச் சமன்பாடுகள் கீழ்க்கண்டவாறு தரப்படுகிறது.

மீதி (CARRY) C = A $\bullet$ B

(SUM) $S = \overline{A}\cdot B + A\cdot\overline{B} = A \oplus B$

இந்தச் சுற்று அரைக்கூட்டி என அழைக்கப்படுவதன் காரணம், இரும எண் எண்களில் வரும் கூட்டுத் தொகையின் மீதியை இதனால் ஏற்றுக் கொள்ள இயலாது.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 12 11-01-2022 14:23:33

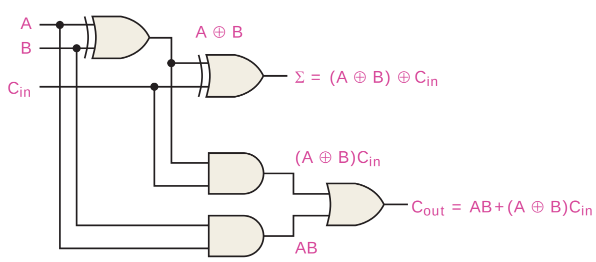
அதனை ஏற்று அடுத்த இயக்கத்தோடு கூட்ட 3 உள்ளீடுகள் கொண்ட முழுக் கூட்டிச் சுற்றுத் தேவை.

முழுக்கூட்டி

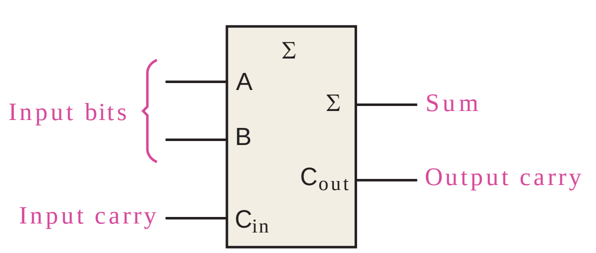
இரண்டு அரைக்கூட்டி சுற்றுகள் ஒரு OR– வாயிலின் மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளதே முழுக்கூட்டியாகும். அரைக் கூட்டிச் சுற்று இரண்டு உள்ளீடுகளை மட்டும் கொண்ட அமைப்பாகவும், அதன் கூட்டுத் தொகையில் கிடைக்கும் மீதியை (CARRY) அடுத்த நிலைக்கு எடுத்துச் சென்று கூட்ட வழி இல்லாத காரணத்தாலும் 3 இரும எண் பிட்டுகளை கூட்டும் வசதி பெற்ற முழுக்கூட்டி உருவாக்கப்பட்டது.

கூட்டலில் கிடைக்கும் மீதியைக் கணக்கில் (கூட்டுவதற்கு) எடுத்துக் கொள்ள வேண்டுமென்றால், அதனை மற்றுமொரு உள்ளீடாகக் கருதவேண்டும். எனவே மூன்று உள்ளீடுகளையும் (A, B மற்றும் C) இரண்டு வெளியீடுகளையும் கொண்ட சுற்று முழுக்கூட்டிச் சுற்றாகும். இது மூன்று இரும எண்களைக் கூட்டப் பயன்படுகிறது.

படம் 1.22(அ) மற்றும் (ஆ)–வில் முழுக்கூட்டியின் சுற்றுப்படமும் அதன் குறியீடும் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.22(a)



படம் 1.22(b)

படம் 1.22 முழுக்கூட்டியின் சுற்றுப்படம்.

முழுக்கூட்டியின் உண்மை அட்டவணை படம்1.8–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதில் இச்சுற்றில் தரப்பட சாத்தியமாகும் அனைத்து உள்ளீடுகளும், அதன் வெளியீடுகளும் தரப்பட்டுள்ளன. இந்த அட்டவணையைப் பயன்படுத்தி முழுக்கூட்டியின் செயல்பாட்டை அறியலாம். படம் 1.22(a)–ல் முழுக் கூட்டிச் சுற்றின் படமும் 1.22(b)–ல் அதன் குறியீடும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது A, B என இரண்டு உள்ளீடுகளையும், கூட்டலின் போது வருகின்ற மீதியைக் கூட்டப்படும் நோக்கில், மூன்றாவது உள்ளீடாக 'C_{in}' என்ற உள்ளீடும், SUM மற்றும் C_{OUT} என இரண்டு வெளியீடுகளும் காட்டப்பட்டுள்ளது. முழுக்கூட்டியின் மூன்று உள்ளீடுகளில் குறைந்தபட்சம் இரண்டு உள்ளீடுகள் உயர்நிலை பெறும்போது, வெளியீடு கூட்டுத்தொகை (SUM) தாழ்நிலைப் பெறுவதைக் காணலாம். எப்பொழுதெல்லாம் ஒற்றை இலக்க உள்ளீடுகள் உயர்நிலைப் பெறுகிறதோ, அப்போதெல்லாம் வெளியீடான 'மீதி' (carry) உயர்நிலைப் பெறுவதையும், 'கூட்டுத்தொகையும்' (Sum) உயர்நிலைப் பெறுவதையும் காணலாம். இது அட்டவணை 1.8 – மூலம் நிரூபணமாகிறது. முழுக்கூட்டிச் சுற்றானது ஒரு நொடி நேரத்தில் இலட்சக்கணக்கான கூட்டல் வேலைகளைச் செய்யும் ஆற்றல் கொண்டது.

அட்டவணை 1.8

A	B	C_{in}	Σ	C_{out}
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

C_{in} = input carry, sometimes designated as *CI*
C_{out} = output carruy, sometimes designated as *Co*
Σ = sum
A and *B* = input variables (operands)

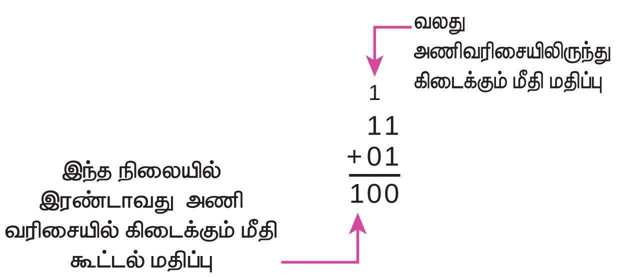
XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 13 11-01-2022 14:23:34

இணை இரும எண் கூட்டி (Parallel Binary Adder)

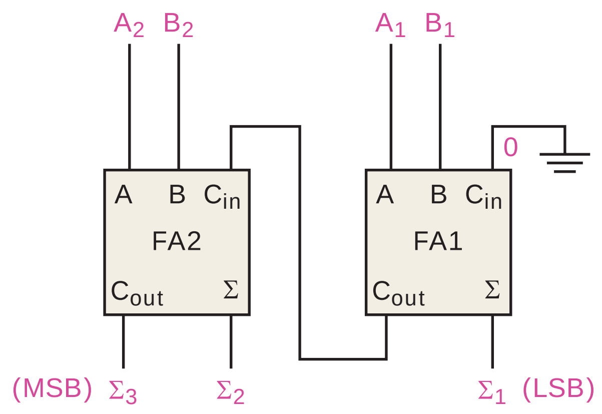
ஒன்றுக்கும் மேற்பட்ட முழுக்கூட்டிச் சுற்றுகளை இணை இணைப்பில் இணைத்து உருவாக்கப்பட்டச் சுற்றுக்கு இணை (அ) பக்க இரும எண் கூட்டி என்று பெயர். எங்கு ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணிவரிசை கொண்ட இரும எண்களைக் கூட்ட வேண்டுமோ, அங்கு ஒவ்வொரு அணிவரிசைக்கும் ஒரு முழுக்கூட்டி வீதம் பயன்படுத்த வேண்டும். இணை இரும எண் கூட்டியில் பயன்படுத்தப்படும் முழுக்கூட்டிகளின் எண்ணிக்கை, கூட்டப்படும் எண்களில் உள்ள பிட்டுகளில் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து அமையும். நான்கு பிட்டுகள் கொண்ட எண்ணைக் கூட்ட வேண்டுமென்றால் நான்கு முழுக்கூட்டிகள் கொண்ட இணை இருமஎண் கூட்டி தேவை. இந்த இணை இருமஎண் கூட்டிகளை அடிப்படைத் தர்க்க வாயில்களைக் கொண்டு வடிவமைக்கலாம். இணை இரும எண் கூட்டிகளின் செயல்பாட்டை கூட்டிகளின் செயல்பாடு குறித்துப் பார்ப்போம்.

2 – பிட் இணை இரும எண் கூட்டியின் தர்க்கச் சுற்று

2 – பிட் இணை இருமஎண் கூட்டியை Ex–OR வாயில் மற்றும் AND – வாயிலைப் பயன்படுத்தி கட்டமைக்கலாம். 2–பிட் இணை இரும எண் கூட்டியினை கவனமாக நோக்கினால், அதில் இரண்டு முழுக் கூட்டிச் சுற்றுகள் இணை இணைப்பில் இணைக்கப்பட்டிருப்பதைக் காணலாம். இப்போது இதன் செயல்பாடு குறித்து மிக எளிமையாகப் பார்க்கலாம்.



படம் 1.23 (a)

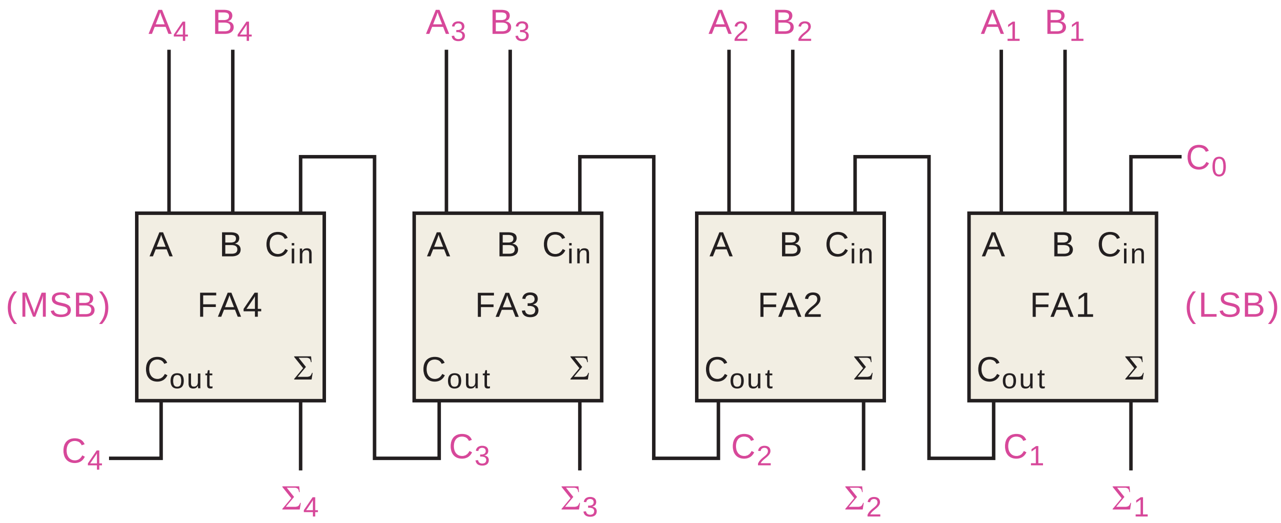


படம் 1.23 (b)

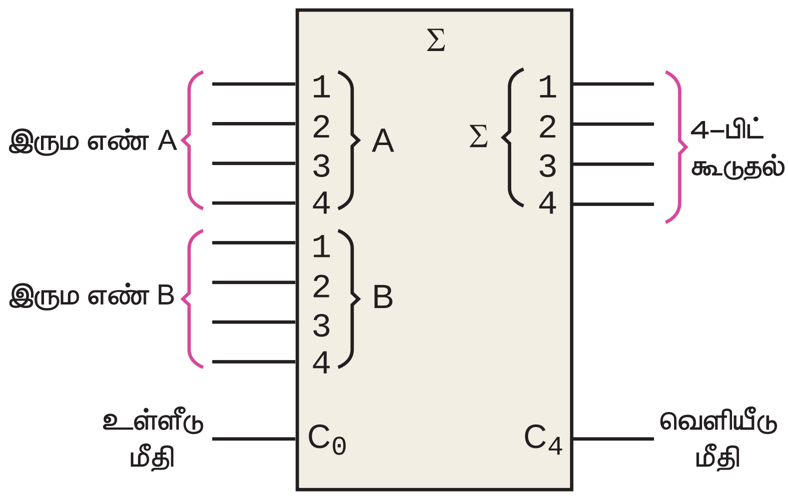
படம் 1.23 (a)–ல் –2பிட் இணை கூட்டி முறை குறித்தும், படம் 1.23(b)–ல் –2பிட் இணை கூட்டியின் கட்டப்படமும் காட்டப்பட்டுள்ளது. அரைக் கூட்டியானது இரண்டு இரும எண்களைக் கூட்டும், ஆனால் முன் கூட்டப்பட்ட எண்களின் 'மீதி'யை இதனால் கூட்ட இயலாது. எனவே இக்குறைபாட்டை தீர்க்க முழுக்கூட்டி பயன்படுத்தப்படுகிறது. முழுக் கூட்டியானது இரண்டு தனி–இரும எண்களுடன், முன்னர் செயல்படுத்தப்பட்ட கூட்டியின் மீதியையும் சேர்த்துக் கூட்டும் வசதி கொண்டது.

இணை இரும எண் கூட்டிகளிலும் இரண்டு முழுக் கூட்டிகள் உள்ளன. இரண்டு எண்களைக் கூட்டும் செயல்பாட்டில், முதலில் நாம் செய்வது கொடுக்கப்பட்ட இரண்டு எண்களின் குறைந்த இடமதிப்பு எண்களைக் (LSB) கூட்டுவோம். இதன் மூலம் ஏதேனும் மீதி கிடைத்தால், அதனை உயர்மதிப்பு கொண்ட அணிவரிசைக்குக் கொண்டு சென்று, மீண்டும் அதே கூட்டல் செயல்பாட்டினைத் தொடரும். கொடுக்கப்பட்ட இரண்டு எண்களின் குறைந்த குறிப்பிடத்தக்க எண்களைக் கூட்ட, அரைக்கூட்டி பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஏனென்றால் இதில் ஏற்கனவே கூட்டப்பட்டதன் மீதி ஏதும் இருக்காது. ஆனால் அதனை அடுத்துள்ள உயர்மதிப்பு எண்களைக் கூட்ட முழுக் கூட்டிச் சுற்றே பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனென்றால் இதில் முன்னர் செயல்படுத்தப்பட்ட கூட்டலில் இருந்து மீதி (carry) கிடைக்கலாம்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 14 11-01-2022 14:23:34



படம் 1.24 (அ)



படம் 1.24 (ஆ)

இத்தோடு 2 –பிட் இணை இணைப்பு கூட்டி குறித்த விளக்கத்தினை நிறைவு செய்து, இனி 4 –பிட்டுகள் கொண்ட இரும எண்களின் கூட்டும் செயல்பாடு குறித்துப் பார்ப்போம். 4 –பிட்டுகள் கொண்ட இரும எண்களின் கூட்டல் செயல்பாட்டை மேற்கொள்ள 4 –பிட் பக்க இரும எண் கூட்டித் தேவை.

4–பிட் இணை இரும எண் கூட்டியின் கட்டப்படம் படம் 1.24 (அ) – ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது –3உள்ளீடுகள் மற்றும் 2 – வெளியீட்டு முனைகளைக் கொண்ட 4 – முழுக்கூட்டியாகும். இதில் உள்ள இரண்டு உள்ளீடு முனைகள் கூட்டப்பட வேண்டிய இரு எண்களைப் பெறுவதற்கும், மூன்றாவது உள்ளீடு முனை முன் கூட்டப்பட்டதின் மீதி இருந்தால், அதனைக் கூட்டவும் பயன்படுகிறது.

கூட்டுத் தொகையின் மூலம் கிடைக்கும் 'மீதி'யானது 'c_{out}' முனையில் வெளியீடாகக் கிடைக்கும். கூட்டலில் கிடைக்கும் கூட்டுத் தொகை 'Sum' என்ற முனையில் கிடைக்கும். இதில் 'c_{out}' என்பது கூட்டலின் மீதி. இது அடுத்த நிலைக்குச் செல்வதாகவும், 'c_{in}' என்பது முந்தைய நிலையின் மீதி உள்வருவதாகவும்

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 15 11-01-2022 14:23:34

அமைக்கப்பட்டுள்ளது. சுற்றில் உள்ள 'C_{out}' முனையானது அடுத்த முழுக்கூட்டியின் 'C_{in}' ஆக செயல்படும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இரண்டு இரும எண்களைக் கூட்ட அரைக்கூட்டியையோ (அ) முழுக் கூட்டியையோ பயன்ப்படுத்தலாம். முழுக் கூட்டியைப் பயன்ப்படுத்தினால், கூட்டலில் 'மீதி' வராது என்ற நிலையில் மூன்றாவது முனையினை C_{in}–யை தரையிடல் செய்து விடலாம்.

இணை இரும எண் கூட்டியின் முக்கியத்துவங்கள்

முழுக்கூட்டியினைப் பயன்படுத்தி ஒரு அணிவரிசைக்கு மேற்பட்ட எண்களை கூட்ட முடியாது. கொடுக்கப்பட்ட எண் மதிப்பில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அணிவரிசைகள் இருந்தால், கூட்டலின் அணி வரிசையும் அதிகமாகும். ஒரு முழுக்கூட்டியின் மூலம் ஒரு அணி வரிசையை மட்டுமே கூட்ட முடியும். எனவே ஒவ்வொரு அணி வரிசைக்கும் ஒரு முழுக் கூட்டி வீதம் பயன்படுத்த வேண்டும். இப்படி இணைக்கப்பட்ட கூட்டுச் சுற்றுக்கு இணை இரும எண் கூட்டி என்று பெயர்.

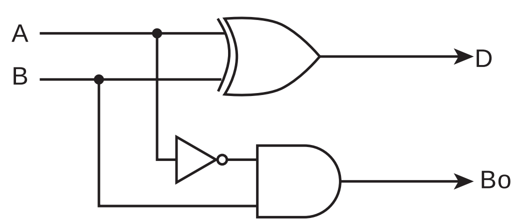
அரைக்கழிப்பான் (Half–Subtractor)

இரண்டு இரும நிலை எண்களை (0,1) மட்டும் கழிக்கும் செயல்பாட்டை மேற்கொள்ளும் சுற்றுக்கு அரைக்கழிப்பான் சுற்று என்று பெயர். இதில் பயன்படுத்தப்படும் இரண்டு எண்களில் ஒன்று கழிக்கும் எண் 'X' எனவும், மற்றொன்று கழிபடும் எண் 'Y' எனவும் அழைக்கப்படும். இவை இரண்டும் இந்த சுற்றின் உள்ளீடுகள் இரண்டு வெளியீடுகளில் ஒன்று 'வித்தியாச எண்' '(Difference), 'D' எனவும் மற்றொன்று கடன் எண் 'B' (Borrow) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதில் இரண்டு இரும நிலை எண்களை மட்டுமே பயன்படுத்த முடிவதால், முந்தைய நிலையிலிருந்து கடன் பெற முடியாது. படம் 1.25 ல் அரைக் கழிப்பான் விதிகளும், படம் 1.26 (அ)–ன் அரைக்கழிப்பான் தர்க்கச் சுற்றும் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதன் குறியீடு படம் 1.26 (ஆ)–வில் காட்டப்பட்டுள்ளது. அரைக் கழிப்பான் சுற்றின் செயல்பாடு, இரும எண்களின் கழித்தல் விதிகளின்படி, உண்மை அட்டவணை 1.9–ன் மூலம் நிரூபிக்கப்பட்டுள்ளது.

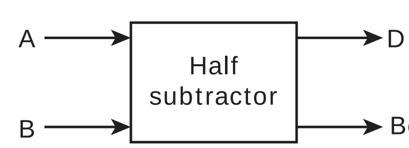
அரைக்கழிப்பான் – உண்மை அட்டவணை

	1			
0	0		1	1
−0	−1	கடன் 1	−0	−1
0	1		1	0

படம் 1.25 அரைக் கழிப்பான் விதிகள்



படம் 1.26 (அ) அரைக்கழிப்பான் சுற்று



படம் 1.26 (ஆ) அரைக்கழிப்பான் தர்க்கச் சுற்று குறியீடு படம்

இதில் இரண்டு உள்ளீடுகள் உள்ளன. எனவே இதில் நான்கு நிலை கலவை கொண்ட கழிப்பான் செயல்புரட்டியின் மூலம் வெளியீட்டினைப் பெறலாம். இதன் வெளியீடானது இரு நெடு வரிசைகளில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஒன்று 'வித்தியாச எண்' – 'D' எனவும், மற்றொன்று 'கடன் எண்' – 'B' எனவும் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இந்த சுற்றில் முதல் வெளியீடான 'வித்தியாச எண்', பெற Ex–OR வாயிலும், இரண்டாவது வெளியீடான 'கடன்–

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 16 11-01-2022 14:23:34

எண்', 'B' பெற புரட்டியாக்கப்பட்ட ஒரு உள்ளீட்டினைக் கொண்ட AND வாயிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

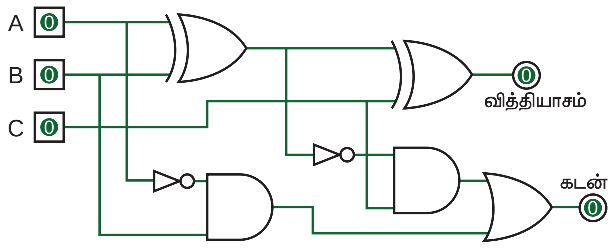
அட்டவணை 1.9

உள்ளீடு		வெளியீடு	
A	B	வித்தியாசம்	கடன்
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

முழுக் கழிப்பான்

அரைக் கழிப்பான் சுற்றின் மூலம் இரண்டு இரும (0,1) எண்களை மட்டும் கழிக்க இயலும். இரண்டிற்கு மேற்பட்ட இரும எண்களை கழிப்பதற்கு முழுக் கழிப்பான் சுற்றினைப் பயன்படுத்தலாம். ஏனெனில் இதன் மூலம் முந்தைய நிலையில் உள்ள எண்ணை கடனாகப் பெற முடியும். இது மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்டது 'X' என்பது கழிக்கும் எண்ணாகவும், 'Y' என்பது கழிபடும் எண்ணாகவும், 'Bin' என்பது முந்தைய எண்ணின் 'கடன்–எண்' என்ற மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்டது. மேலும் இது 'வித்தியாச எண்–'D', கடன்–எண் 'B_{out}' – என இரண்டு வெளியீடுகளைக் கொண்டது. இதன் குறியீடானது படம் 1.27–(அ)–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 1.27(அ),



படம் 1.27(ஆ)

முழுக் கழிப்பான் என்பது இரண்டு அரைக் கழிப்பான் சுற்றுகளையும், ஒரு OR–வாயிலையும் கொண்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது படம் 1.27(ஆ)–வில் காட்டப்பட்டுள்ளது. 'n' – எண்ணிக்கையிலான இரும எண்களை நேரடியாக கழிப்பதற்கு, 'n'–எண்ணிக்கைக் கொண்ட முழுக் கழிப்பான்களை அடுக்கையாக(cas cade) அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும். முழுக் கழிப்பானின் உண்மை அட்டவணை 1.10–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.10

A	B	C	வித்தியாசம்	கடன்
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

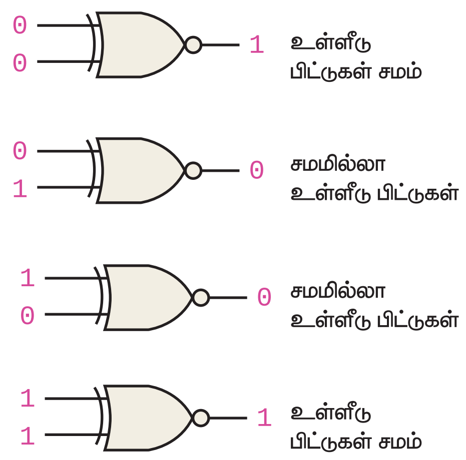
1.5 ஒப்பீட்டுமானிகள் (Comparators)

இரண்டு இரும எண்களின் அளவுகளை ஒப்பிட்டு, அவற்றுக்கிடையேயான உறவுகளை வரையறுப்பது ஒப்பீட்டு மானியின் வேலையாகும்.

சமநிலை (Equality)

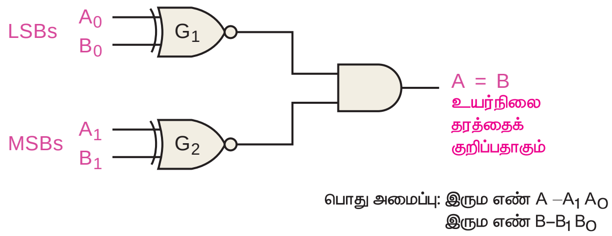
ஒரு 'Ex–NOR' வாயிலை ஒரு அடிப்படை ஒப்பீட்டு மானியாகப் பயன்படுத்தலாம். இதன் இரு உள்ளீடுகளும் சமமில்லாமல் இருக்கும் போது, வெளியீடு சுழி (0) ஆகவும், இரு உள்ளீடுகள் சமமாக இருக்கும் போது வெளியீடு (1) ஆகவும் இருக்கும். படம் 1.28 ஒரு 'Ex–NOR' வாயில் இரும எண் ஒப்பீட்டுமானியாக செயல்படுவதைக் காட்டுகிறது.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 17 11-01-2022 14:23:34



படம் 1.28

இரண்டு இரும எண்களை ஒப்புமைப்படுத்தி பார்ப்பதற்கு, இரண்டு 'Ex–NOR' வாயில்கள் தேவை. கொடுக்கப்பட்ட இரும எண்களின் இரண்டு குறைந்த இடமதிப்பு கொண்ட(LSB) எண்களை வாயில் 'G_1'–ம், உயர்ந்த இடமதிப்பு இரும எண்களை வாயில் 'G_2' – ம் ஒப்புமைப்படுத்துவதை படம் 1.29 காட்டுகிறது. இரண்டு ஒப்புமை உள்ளீடுகளும் சமமாக இருந்தால், வெளியீடு '1' – ஆகவும், ஒப்புமை உள்ளீடுகள் சமமில்லாமல் இருந்தால், வெளியீடு 'O' – ஆகவும் கிடைக்கும்.

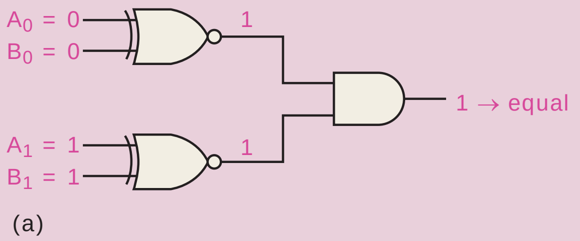


படம் 1.29

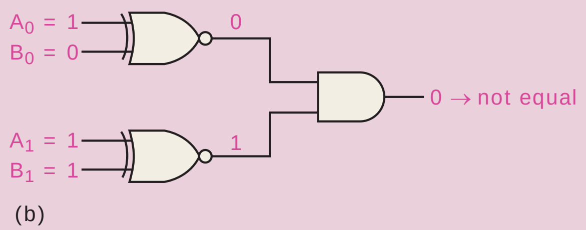
இரண்டு 'Ex–NOR' வாயில்களின் வெளியீடுகளும், 'AND' வாயிலுக்கு உள்ளீடுகளாகத் தரப்பட்டுள்ளதை படம் –1.29காட்டுகிறது. LSB–க்கள் மற்றும் MSB–க்கள் இரண்டும் 'O' ஆகவோ அல்லது இரண்டும் '1' ஆகவோ இருக்கும் போது மட்டும், AND–வாயிலின் உள்ளீடுகள் இரண்டிற்கும் '1'–கிடைக்கும். எனவே அதன் வெளியீட்டில் '1'–கிடைக்கும். இதன் மூலம் 'AND' – வாயிலின் வெளியீடு கொடுக்கப்பட்ட எண்களின் சம நிலையையும் (1), சமமற்ற நிலையையும் (O) குறிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 1.2

படம் 1.30 (அ) மற்றும் (ஆ) காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒப்பீட்டு மானிகளுக்கு இரும எண்களை உள்ளீடுகளாகக் கொடுத்து அதன் ஒப்புமை வெளியீட்டைக் கண்டுபிடி.



படம் 1.30 (அ)



படம் 1.30 (ஆ)

தீர்வு

(அ). படம் 1.30 (அ)ன் படி, இரண்டு உள்ளீடுகள் O O, 1 1 – எனக் கொடுக்கப்பட்டால், வெளியீடு '1' கிடைக்கும்.

(ஆ) படம் 1.30 (ஆ)–ன் படி, இரண்டு உள்ளீடுகள் 1 O, 1 1 – என கொடுக்கப்பட்டால், வெளியீடு 'O' கிடைக்கும்.

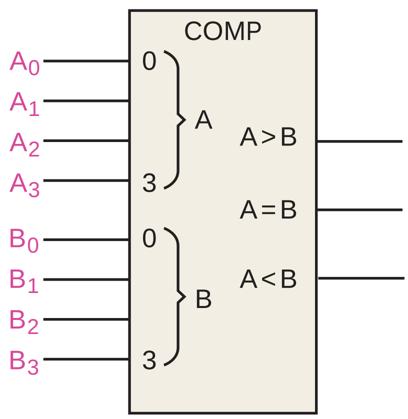
செயல்பாடு

மேற்கொடுக்கப்பட்டுள்ள இரும எண்களின் நிலையை மாற்றிக் கொடுத்துப் பார்.

குறிப்பு: அடிப்படை ஒப்பீட்டுமானியினை எத்தனை உள்ளீடுகளுக்கு ஏற்ற வகையிலும் விரிவு படுத்திக் கொள்ளலாம். ஒப்பீட்டுமானியின் இரு உள்ளீடுகளும் சமமாக இருக்கும் போது மட்டுமே, அதன் வெளியீடு '1'–ஐப் பெறுவதால், அதன் மூலம் 'AND' – வாயிலின் வெளியீடு '1' – நிலையை அடைகிறது.

சமமற்றநிலை (Inequality)

சமநிலை வெளியீட்டுச் சுற்றோடு, பல IC ஒப்பீட்டுமானிகள் பயன்படுத்தப்படுவதால், இரு இரும எண்களை ஒப்புமைப்படுத்தவதோடு, எந்த எண் பெரியது என்பதையும் காட்டுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக A, B என்ற எண்களை ஒப்புமைப்படுத்துவதால் கிடைக்கும் வெளியீடானது A, B–ஐ விடப் பெரியதாகவோ (A>B) அல்லது A,B–ஐ விடச் சிறியதாகவோ (A<B) இருப்பதை படம் 1.31 – மூலம் காட்டுகிறது.



படம் 1.31

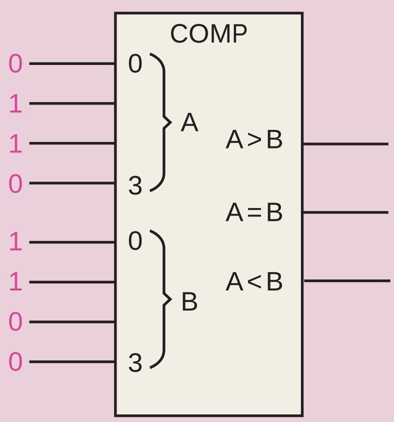
இரும எண்களான A மற்றும் B–ன் சமமற்ற நிலையைக் கண்டறிய, முதலில் ஒவ்வொரு எண்ணிலும் உள்ள உயர் மதிப்பு நிலை எண்ணைத் தேர்வு செய்ய வேண்டும். இதன் சாத்தியமான மூன்று நிலைகள்

1. $A_3 = 1$ மற்றும் $B_3 = 0$ எனில், எண் 'A' என்பது எண் 'B' –ஐ விடப் பெரியது.
2. $A_3 = 0$ மற்றும் $B_3 = 0$ எனில், எண் 'A' என்பது எண் 'B' –ஐ விடச் சிறியது.
3. $A_3 = B_3$ எனில், அடுத்த குறைந்த இடமதிப்பு கொண்ட எண்ணை ஆய்வு செய்ய வேண்டும்.

கொடுக்கப்பட்ட எண்களில் உள்ள ஒவ்வொரு எண் நிலைக்கும் இந்த மூன்று செயல்பாடுகளும் சரியானதாகும். ஒப்பீட்டு மானியில் பயன்படுத்தப்படும் பொதுவான வழிமுறைகள் என்னவெனில், இரும எண்களின் நிலை மதிப்புகளில் உள்ள சமமற்ற நிலையை, உயர் இடமதிப்பு நிலையிலிருந்து அறியும் வண்ணம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு செயல்படும்போது சமமற்ற நிலை காணப்பட்டால், அந்த இரு எண்களின் நிலையே நிறுவப்படுகிறது. ஆகையால் அடுத்த நிலையில் இருக்கும் குறைந்த இடமதிப்பு நிலை எண்களின் சமமற்ற நிலையை ஆய்வு செய்யத் தேவையில்லை. ஏனென்றால் இது முன்னர் பெறப்பட்ட நிலைக்கு எதிரானதாக அமைந்துவிடும். ஆகவே உயர் இடமதிப்பு குறியீட்டையே முன்னுதாரணமாகக் கொள்ள வேண்டும். இது கீழ்க்காணும் எடுத்துக்காட்டின் மூலம் விளக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 1.3

படம் –1.32ல் கொடுக்கப்பட்ட உள்ளீடுகள் A = B, A > B மற்றும் A < B ஆகியவற்றின் வெளியீடுகளைக் கண்டுபிடி.



படம் 1.32

தீர்வு

'A' உள்ளீடுகள் = 0110

'B' உள்ளீடுகள் = 0011 – எனில் A>B, என்ற நிலையில், வெளியீடு உயர்நிலையாகவும், மற்ற நிலை வெளியீடுகள் தாழ்நிலையாகவும் இருக்கும்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 19 11-01-2022 14:23:35

செயல்பாடு

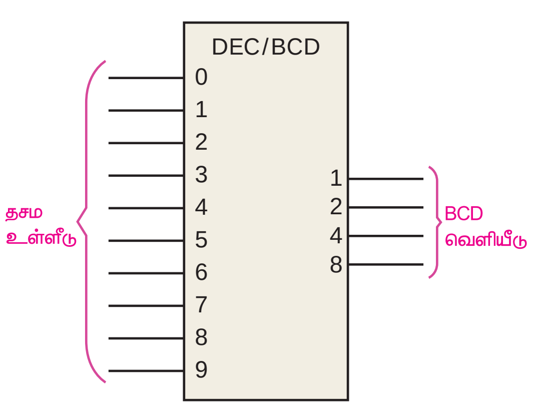
உள்ளீடுகள் A3 A2 A1 A0 = 1001 மற்றும் B3 B2 B1 B0 = 1010 இதன் வெளியீட்டைக் கண்டுபிடி.

1.6 குறியாக்கிகள் (Encoders)

ஒரு நிலையில் உள்ள தரவுகள் அல்லது தகவல்களை மறு நிலைக்கு (சமிக்ஞையிலிருந்து எண் குறியாக) மாற்றித் தருவது குறியாக்கியாகும். இதற்குப் பயன்படும் மோடம், நிலைமாற்றிகள் (ஒலிவாங்கி மற்றும் ஒலிப்பான்), மென் பொருள்கள் ஆகியவை குறியாக்கிகளாகும். குறியாக்கி என்பது குறிவிலக்கியின் எதிர்மறைச் செயலாகும். இதற்கு கொடுக்கப்படும் உள்ளீடுகளில் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு தசம எண்ணாகவோ, எண்ணிலை எண்ணாகவோ இருந்தால் மட்டுமே இது உள்ளீட்டை இரும எண்ணாக அல்லது BCD – ஆக மாற்றும். குறியாக்கிகள் பல்வேறு குறிகளையும், எழுத்துக்களையும் குறிமாற்றம் செய்ய வல்லது. குறியாக்கி பொதுவாக பயன்படுத்தப்படும் குறியீடுகளையும், எண்களையும் குறியீடு வடிவமாக மாற்றித் தரும் மின்னணுச் சாதனம் அல்லது சுற்றாகும்.

தசம எண் – BCD குறியாக்கி

இவ்வகைக் குறியாக்கியானது பத்து உள்ளீடுகளைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு உள்ளீட்டிற்கும் ஒரு தசம எண் கொடுக்கப்படும் போது, அதன் வெளியீடானது அந்த தசம எண்ணுக்குரிய 'BCD' யாக நான்கு வெளியீடுகளைக் கொண்டு அமையும். இது படம் 1.33 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.33

'BCD' குறி எண்கள் அட்டவணை 1.11 – ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த அட்டவணையின் மூலம் ஒவ்வொரு 'BCD' குறி எண்ணிற்கும் தசம எண்ணிற்கும் உரிய தொடர்பைத் தர்க்க விதிகளின் படி தீர்மானிக்கலாம்.

இந்நிகழ்வில் தசம எண் –8,9க்கு இணையான BCD – குறி எண்ணில் உள்ள உயர் இடமதிப்பு நிலை எண் (MSB) A_3 என்பது எப்பொழுதும் '1' ஆக இருக்கும். நிலை A_3 க்கு 'OR' வாயிலின் சமன்பாடாக தசம எண் மூலம் A_3 = 8+9 எனக் கூறலாம்.

அட்டவணை 1.11

	BCD Code			
தசம எண்	A_3	A_2	A_1	A_0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

நிலை எண் A_2–க்கு தசம எண் மதிப்புகள் 4,5,6 மற்றும் 7 ஆக இருக்கும் பொழுது, A_2 –ன் மதிப்பு '1' ஆக இருக்கும். இதன் 'OR' வாயில் சமன்பாடு.

$$A2 = 4+5+6+7$$

நிலை எண் 'A_1' க்கு தசம எண் மதிப்புகள் 2,3,6,7 ஆக இருக்கும் பொழுது, A_1 ன் மதிப்பு '1' ஆக இருக்கும் இதன் 'OR' வாயில் சமன்பாடு.

$$A_1 = 2+3+6+7$$

இறுதியாக 'A_0' தசம எண் மதிப்புகள் 1,3,5,7 மற்றும் 9 ஆக இருக்கும் பொழுது,

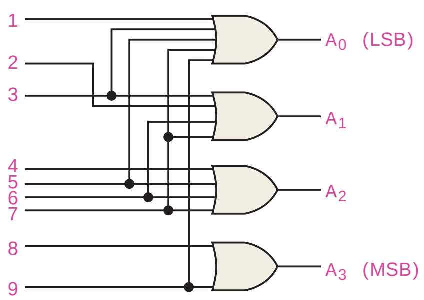
XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 20 11-01-2022 14:23:35

'A_o' ன் மதிப்பு '1' ஆக இருக்கும். இதன் 'OR' வாயில் சமன்பாடு.

$$'A_o' = 1+3+5+7+9$$

மேற்கண்ட சமன்பாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு ஒவ்வொரு தசம எண்ணையும் 'BCD' எண்ணாக மாற்றலாம். சுற்றில் உள்ள OR வாயில்களுக்கும், குறிப்பிட்ட தசம எண்ணிற்குரிய உள்ளீடுகளைக் கொடுப்பதன் மூலம் அதற்கு இணையான BCD வெளியீடுகளைப் பெறலாம்.

இது படம் 1.34 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 1.34

> **குறிப்பு:**
>
> உள்ளீடு தசம எண் '0' ஆக இருந்தால், வெளியீடு அனைத்துமே தாழ்நிலை பெறும். எனவே உள்ளீடு '0' தரப்பட வேண்டிய அவசியமில்லை.

படம் 1.34–ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றின் செயல்பாட்டினை சுருக்கமாகக் காண்போம். படத்தில் காட்டியுள்ள '9' தசம உள்ளீடுகளில் ஏதாவது ஒரு உள்ளீடு உயர்நிலையில் இருந்தாலும், வெளியீட்டில் நான்கு 'BCD' வெளியீடுகள் கிடைக்கும் உதாரணமாக உள்ளீடு '9' உயர்நிலையாகவும், மற்ற அனைத்து உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்கும் பொழுது வெளியீடு A_o மற்றும் A_3 ஆனது உயர்நிலையிலும், A_1 மற்றும் A_2 தாழ்நிலையிலும் இருக்கும். எனில் தசம எண் 9 இணையான BCD எண் 1001 ஆகும்.

1.7 குறிவிலக்கி (Decoder)

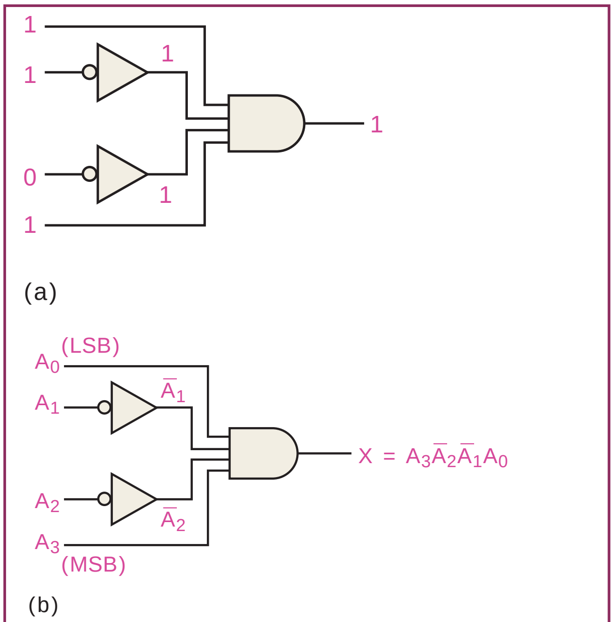
சமிக்ஞைகளை ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாற்ற, அதாவது எண்களை சமிக்ஞை தொகுப்புகளாக மாற்றப் பயன்படும் மின்னணு சாதனம் குறிவிலக்கி எனப்படும். குறி எண்களை சாதாரண எழுத்துக்களாக, சமிக்ஞைகளாக அடுத்த நிலை செயல்புரட்டிற்கு ஏற்றவகையிலும் மாற்றித் தருவதே குறிவிலக்கியாகும். இது ஒளிபரப்பிற்காக குறி மாற்றம் செய்யப்பட்ட தகவல்களை (செயற்கைக் கோளிலிருந்து பெறப்படும் தொலைக்காட்சி அலைகள், ஈமெயில்) மீண்டும் குறிவிலக்கம் செய்து அசல் நிலைக்கு மாற்றுகிறது.

இலக்க வகை மின்னணுவியலில் இரும எண் குறிவிலக்கி என்பது, ஒரு தர்க்க சுற்றுகளின் இணைப்பாகும். இது 'n' எண்களின் உள்ளீடு இரும எண் தரவுகளை அதிகபட்சமாக 2^n–அளவிற்கு தனித்துவ வெளியீடாக மாற்றித் தருகிறது. இது பல்வேறு வகையான ஒன்றிணைந்த தகவல்களைப் பிரிக்கவும், ஏழுதுண்டு காட்சித் திரை பயன்பாட்டிற்கும், நினைவக முகவரி குறிமாற்றத்திற்கும் பயன்படுகிறது.

அடிப்படை இரும எண் குறிவிலக்கி

இலக்கச் சுற்றின் உள்ளீடு 1001 – ஆக இருக்கும் நிலையில், இரும எண் குறிவிலக்கியின் வெளியீடாக '1' கிடைக்கும். ஒரு 'AND' வாயிலானது அடிப்படை குறிவிலக்கியாகச் செயல்படுகிறது. ஏனெனில் இதன் அனைத்து உள்ளீடுகளும் உயர் நிலையில் இருக்கும்போது மட்டுமே வெளியீடு உயர்நிலை கிடைக்கும். அவ்வாறெனில் தரப்பட்ட உள்ளீடான –1001என்ற இரும எண்ணின் அனைத்து உள்ளீடுகளுக்கும் வெளியீட்டில் உயர்நிலை கிடைக்க உள்ளீட்டின் இடையில் உள்ள இரு '00'–களை படம் –1.35ல் காட்டியுள்ளவாறு புரட்டியின் மூலம் '11' ஆக மாற்றப்பட வேண்டும்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 21 11-01-2022 14:23:35



படம் 1.35

எடுத்துக்காட்டு 1.4

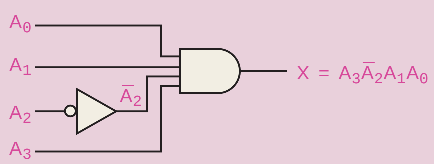
1011 என்ற இரும எண் எண்ணினை குறிவிலக்கம் செய்து, உயர்நிலை வெளியீடு கிடைக்கச் செய்யத் தேவையான தர்க்க அமைப்பினை வரையறு.

தீர்வு

குறிவிலக்கச் செயல் நடைபெற கொடுக்கப்பட்ட இரும எண்களில் உள்ள '0'–க்களை '1'–ஆக மாற்ற வேண்டும்.

$$X = A_3\ A_2\ A_1\ A_0\ (1011)$$

கொடுக்கப்பட்ட உள்ளீடுகளான A_0, A_1 மற்றும் A_3 ஆகியவற்றை நேரடியாகவும், A_2–வினை மட்டும் புரட்டியின் மூலம் நிரப்புகையாகவும் மாற்றி 'AND' வாயிலிற்கு உள்ளீடாகத் தரப்படுகிறது. இது படம் –1.34 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



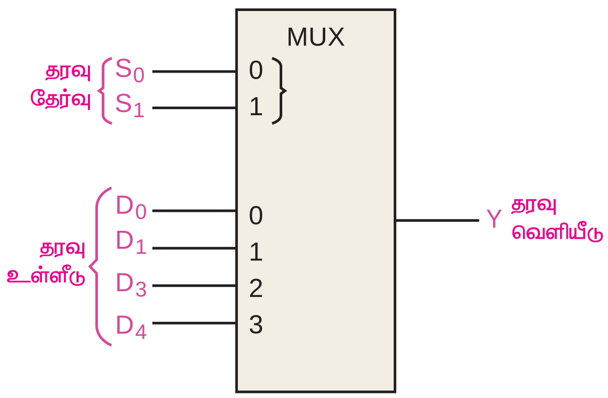
படம் 1.36

1.8 பன்மையாக்கி (Multiplier)

ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட குறைவான வேகம் கொண்ட ஒப்புமை (அ) இலக்க வகை சமிக்ஞைகளை தேர்வு செய்து, ஒன்றிணைத்து, ஒற்றை ஊடு பொருள் அல்லது சாதனத்தின் வழியாக அதிவேகத்தில் ஒலிபரப்பப்படுவதற்கு இந்த பன்மையாக்கி பயன்படுகிறது. இப்பன்மையாக்கி பல உள்ளீடுகளையும். ஒற்றை வெளியீட்டையும் கொண்ட சாவியாகும்.

பல சமிக்ஞைகள் ஒரு சாதனத்தின் வழியாகவோ அல்லது செம்பு அல்லது கண்ணாடி இழை கடத்தி வழியாகவோ பகிரப்படுகிறது. இந்தப் பன்மையாக்கி முறையைப் பயன்படுத்தி தொலைத் தொடர்புகளில் ஒப்புமை மற்றும் இலக்கவகை சமிக்ஞைகள் பல்வேறு தொடர்பு தடங்கள் வழியாக அனுப்பப்படுகிறது. இந்த சமிக்ஞைகள் ஒரு வெளியீடு கொண்ட அதிவேக சமிக்ஞைகளாகும். ஒரு 1 – 4 பன்மையாக்கியில் 4 உள்ளீடுகளும் ஒரு வெளியீடும், 2–1 பன்மையாக்கியில் 2 உள்ளீடுகளும் ஒரு வெளியீடும் கொண்டதாக இருக்கும். 4 – உள்ளீடு பன்மையாக்கியின் குறியீட்டு படம் 1.37 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

இதில் இரண்டு தரவு தேர்வு உள்ளீடுகளோடு நான்கு உள்ளீடுகளில் எதாவது ஒன்று தேர்வு செய்யப்படும்.



படம் 1.37

பன்மையாக்குதல் (MULTIPLEXING)

பல்வேறு சமிக்ஞைகளை ஒற்றை ஊடகம் வழியாக அனுப்பும் தொழில்நுட்பத்திற்கு பன்மையாக்குதல் என்று பெயர். இத்தொழில்நுட்பம் திறந்த முறைமை சேர்த்திணைப்பு (Open system Inter

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 22 11-01-2022 14:23:36

connection) மாதிரிகளில் பயன்படுகிறது. பல்வேறு வகையான பன்மையாக்கி தொழில் நுட்பங்களாவன:

- அலைநீள பங்கீட்டு பன்மையாக்கல் (Wave length Division Multiplexing – WDM)
- அதிர்வெண் பங்கீட்டு பன்மையாக்கல் (Frequency Division Multiplexing – FDM)
- அடர் அலைநீள பங்கீட்டு பன்மையாக்கல் (Dense Wavelength Division Multiplexing – DWDM)
- மரபு அலைநீள பங்கீட்டு பன்மையாக்கல் (Conventional Wavelength Division Multiplexing – (CWDM)
- மறுவடிவமைப்பு ஒளியியல் சேர்ப்பு தவிர்ப்பு பன்மையாக்கி.
- (Reconfigural optical Add – Drop multiplexer – ROADM)
- செங்கோண அதிர்வெண் பங்கீட்டு பன்மையாக்கல் (Orthogonal Frequency Division multiplexer – OFDM)
- சேர்ப்பு தவிர்ப்பு பன்மையாக்கல் (Add/ Drop Multiplexing – ADM)
- தலைகீழ் பன்மையாக்கல். (Inverse Multipluxing (IMPUX)

பன்மை அதிர்விகள் (Multivibrators)

பன்மை அதிர்விகள் குறித்து நீங்கள் பதினோராம் வகுப்பிலே படித்திருந்த போதும், இங்கு எழு – விழு (flip – flop) சுற்றுகள் குறித்து படிப்பதற்கு முன்பாக "இரு நிலை பல அதிர்விகள்" குறித்து நினைவு கூர்வது அவசியமாகிறது.

இரு நிலை (அ) எழு – விழு பன்மை அதிர்விகள் (Bi – stable or flip–flop multivibrator)

சாதாரண நிலையில் ஒரு இரு நிலை பன்மை அதிர்வியானது இரு நிலைகளில்(உயர், தாழ்)ஏதாவது ஒன்றில் நிலையானதாக இருக்கும். இருக்கும் ஒரு நிலையிலிருந்து, மற்றொரு நிலைக்கு மாற இந்தச் சுற்றுக்கு ஓர் புறத் தூண்டல் துடிப்பு (External Triggering pulse) தேவைப்படுகிறது. முதல் துடிப்பு சதுர அலையின் ஒரு பாதி அலையையையும், இரண்டாம் துடிப்பு மறு பாதி சதுர அலையினையும் உற்பத்தி செய்கிறது. இது ஒரு எழு – விழு பன்மை அதிர்வி என அழைக்கப்படுகிறது. ஏனெனில் இதில் இரண்டு நிலையான 'நிலைகள்' உறுதியாக்கப்படுகின்றன. ஆகையால் இதில் ஒரு நேரத்தில் ஒரு நிலைத் தகவல்களை நிலையாக சேமிக்க முடியும். ஆகவே இது பெரும்பான்மையான தர்க்கவகைச் சுற்றுகளிலும் கணினி நினைவகங்களிலும் பயன்படுகிறது. எனவே 'எழு – விழு' சுற்று என்பது ஓர் "நினைவகம்" (சேமிப்பகம்) என்றும், அதில் ஒரு நேரத்தில் 1 (அ) 0 சேமிக்க முடியும்.

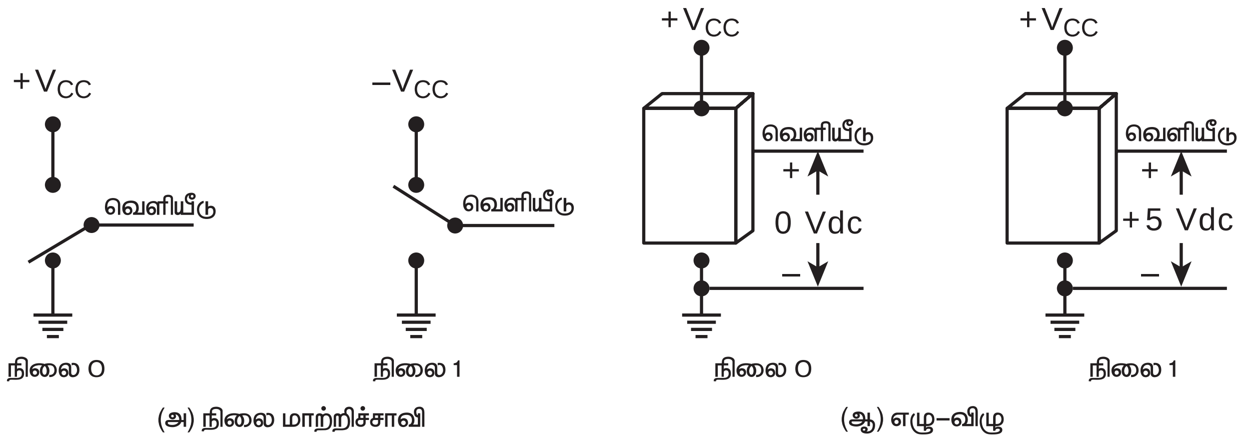
1.9 எழு – விழுச் (Flip – flop) சுற்றுகள்

இலக்கவகை சுற்றுகளின் வெளியீடுகள் உள்ளீடுகளைப் பொறுத்தே அமையும். உள்ளீடுகள் மாறும்போது வெளியீடும் மாற்றம் பெறும். சில இலக்கவகைச் சாதனங்களில், சுற்றுகளின் உள்ளீடுகள் மாற்றம் பெற்றாலும் வெளியீட்டில் மாற்றம் நிகழாமல் இருத்தல் அவசியமாகிறது. இவ்வகைச் சுற்றுகள் இரும எண்களை சேமிக்கப் பயன்படுகிறது. இந்த வகைச் சுற்றுகள் 'எழு விழு' (Flip – Flop) சுற்றுகள் என அழைக்கப்படுகிறது.

விளக்கம்

'எழு – விழு'ச் சுற்று என்பது தர்க்க வாயில்களைக் கொண்டு வடிவமைக்கப்பட்ட ஒரு இரும எண் சுற்றாகும். இந்த இரும எண் சுற்று ஏதாவது ஒரு நிலையில் (0 (அ) 1) நிலையாக இருக்கும் பொழுது, அதன் நிலையை மாற்ற ஒரு புறத் தூண்டல் துடிப்பு (External Triggering Pulse) தேவைப்படுகிறது. இதன் முக்கிய பயன், இவற்றின் மூலம் இரும எண்களை சேமிக்க முடியும். தர்க்க வாயில்களின் உள்ளீடு முனைகளில்

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 23 11-01-2022 14:23:36



படம் 1.38 (அ), (ஆ)

தரப்படும் உடனடி உள்ளீடு நிலைகளுக்கு ஏற்றவாறு சுற்று தர்க்க முடிவுகளை மேற்கொள்ளும்.

பொதுவாக தர்க்க வாயில்களில் உள்ளீட்டு தரவுகளை நிலைநிறுத்திக் கொள்ளும் தன்மை கிடையாது. ஆனால் 'எழு – விழு'ச் சுற்றுக்கு நினைவுபடுத்திக் கொள்ளும் திறன் உண்டு. ஏனெனில் இந்த 'எழு – விழு' சுற்று இரண்டு நிலைகளிலும் நிலையானதாக இருப்பதால் இது சாத்தியமாகிறது.

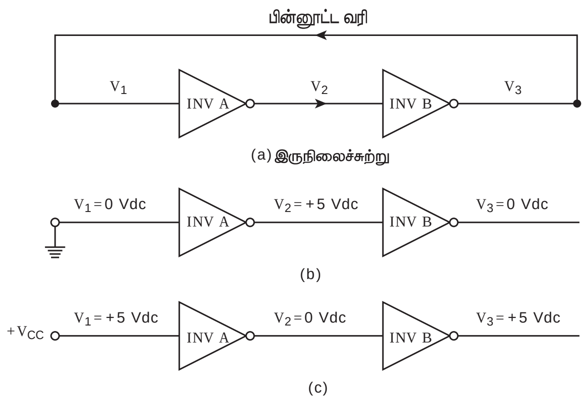
இந்த 'எழு–விழு'ச் சுற்றுகளில் மூன்று முக்கிய வகைகள் உள்ளன. அவற்றைப் பற்றி இனி பார்ப்போம்.

- RS எழு – விழு சுற்று
- JK எழு – விழு சுற்று
- D எழு – விழு சுற்று

'எழு – விழு'ச் சுற்றின் அடிப்படைக் கட்டமைப்பு

இரு புரட்டிகளை தொடர் இணைப்பாக இணைப்பதன் மூலம் ஒரு எளிமையான எழு – விழு சுற்றினை அமைக்கலாம். இது படம் 1.38 (அ)–ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. புரட்டி 'B' ன் வெளியீடானது புரட்டி Aக்கு மீண்டும் உள்ளீடாகத் தரப்படுவது பின்னூட்டு அமைப்பைக் காட்டுகிறது. படம் 1.38 (ஆ) ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் பின்னூட்டத்தை நீக்கி V1 உள்ளீடாகவும் V3-ஐ வெளியீடாகவும் கொள்ள வேண்டும். இலக்க வகை அமைப்பில் இரு சமிக்ஞைகளை மட்டுமே உள்ளதால் இதில் L = 0 என்பதை 0V–DC எனவும் H = 1 என்பதை +5v dc எனவும் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

V1 – 0V dc நிலையில் இருக்கும் போது V3 யும் 0V DC நிலையிலேயே இருக்கும். படம் 1.39 (அ) யில் காட்டியுள்ளவாறு மீண்டும் பின்னூட்ட இணைப்பு கொடுக்கப்படுவதால் V1 ன் தரையில் நீக்கப்பட்டு V3 ஆனது dc யிலேயே நீடிக்கும். புரட்டி 'A'–ன் உள்ளீடு தரையிடப்பட்டால், புரட்டி 'B' யின் வெளியீடு தாழ்நிலைக்குச் சென்றுவிடும். மேலும் இதற்கு பின்னூட்டம் தரப்படுவதால், புரட்டி 'A' ன் உள்ளீட்டை தாழ்நிலையிலேயே நீடிக்கச் செய்கிறது. இது ஒரு "நிலையான நிலை" ஆகும். V3 = 0Vdc இதைப் போல V1 ற்கு +5v dc தரப்பட்டால், V3 யும் + 5v dc யினை பெறும். இது பின்னூட்டமாக மீண்டும் V1 உடன் இணைக்கப்படுவதால், V1–ன் வெளியீட்டில் அதே + 5V dc கிடைக்கும். இது இரண்டாவது "நிலையான நிலை" ஆகும்.

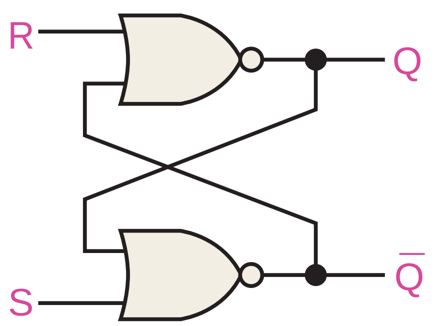


படம் 1.39

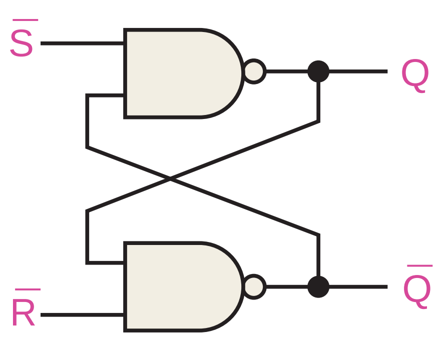
XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 24 11-01-2022 14:23:36

NOR வாயில் எழு – விழுச் சுற்று (NOR Gate flip – flop)

அடிப்படை எழு – விழு சுற்றுகளை மேம்படுத்த புரட்டிகளுக்குப் பதிலாக NAND (அ) NOR வாயில்களைப் பயன்படுத்தலாம். உள்ளீட்டு சமிக்ஞைகளை ஒரு நிலையிலிருந்து மற்றொரு நிலைக்கு மாற்றுவதற்கு இந்த வாயில்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் கூடுதல் உள்ளீடு பயன்படுகிறது. இரு உள்ளீடுகளைக் கொண்ட 'NOR' வாயில்களை படம் 1.40 (அ)ல் காட்டியுள்ளவாறு இணைக்கப்படுவதன் மூலம் ஒரு எழு – விழு சுற்று உருவாக்கப்படுகிறது. இச்சுற்றில் குறிக்கப்பட்டுள்ள R,S உள்ளீடுகளைத் தவிர்த்துப் பார்த்தால், இச்சுற்றானது படம் 1.39 (அ) – ல் காட்டியுள்ளது போல் செயல்படும்.



அ) செயல்படு – உயர் உள்ளீடு S–R லேட்ச்



ஆ) செயல்படு – தாழ் உள்ளீடு S–R லேட்ச்

படம் 1.40

இனி NOR எழு – விழுச் சுற்றின் செயல்பாட்டினைக் காண்போம். இந்த எழு – விழு சுற்று Q, $\overline{Q}$ என்ற இரு வெளியீடுகளைக் கொண்டுள்ளது. Q–ன் நிரப்புகை $\overline{Q}$ ஆகும். இதன் இரண்டு உள்ளீடுகள் R, S எனக் குறிக்கப்படுகின்றன. எழு–விழுச் சுற்றின் உள்ளீடு / வெளியீடு நிலைகள் உண்மை அட்டவணை 1.12 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.12

R	S	Q	Action
0	0	Last State	No Change
0	1	1	SET
1	0	0	RESET
1	1	?	Forbidden

1. உண்மை அட்டவணையின் முதல் உள்ளீட்டு நிலையின் படி R = 0, S= 0. NOR வாயிலின் உள்ளீடு '0' ஆக உள்ளதால் அதன் வெளியீட்டில் எந்த மாற்றமும் நிகழாது. எனவே இந்நிலையில் இந்த எழு – விழுச் சுற்று தான் இருக்கும் அதே நிலையிலேயே நீடிக்கும். அதாவது 'Q' – ல் எந்த மாற்றமும் ஏற்படாது.
2. உள்ளீட்டின் இரண்டாம் நிலை R= 0, S= 1 என இருக்கும் போது, NOR வாயிலில் 'B' – ன் வெளியீடு தாழ் நிலையாக இருக்கும். இரண்டு NOR வாயில்களின் உள்ளீடுகளுக்கும் தாழ்நிலை தரப்படும் பொழுது NOR – வாயில் A – ன் வெளியீடு Q– வானது உயர்நிலை பெறும். இந்த நிலை SET நிலை என அழைக்கப்படுகிறது.
3. உள்ளீட்டில் மூன்றாம் நிலை R = 1, S = 0 என இருக்கும் போது NOR வாயில் 'A' ன் வெளியீடு தாழ்நிலைக்கு தள்ளப்படுகிறது. எனவே NOR வாயில் 'B' ன் இரு உள்ளீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருப்பதால் வெளியீடு 'Q' தாழ்நிலைக்கு மாறியிருக்கும். இந்த நிலையைதான் 'RESET' நிலை என்கிறோம்.
4. உள்ளீட்டின் கடைசி நிலை R = 1, S=1 என தரப்படும் போது, இந்த நிலையை

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 25 11-01-2022 14:23:36

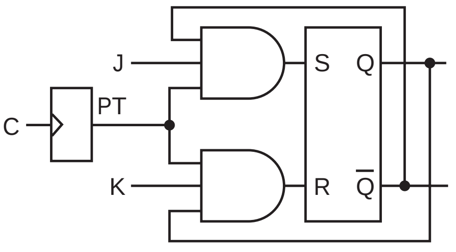
"கணிக்க இயலா நிலை" என அழைக்கப்படுகிறது. இந்நிலையில் NOR வாயிலின் இரு வெளியீடுகளும் தாழ்நிலையில் இருக்கும். அதாவது ஒரே சமயத்தில் Q= O, $\overline{Q}=0$ என இருக்கும். இந்த நிலை எழு – விழு சுற்றின் அடிப்படைத் தன்மைக்கு எதிராக இருப்பதால், இந்த நான்காம் உள்ளீட்டு நிலையைச் செயல்படுத்தக் கூடாது. இந்த வெளியீடு கணிக்க இயலா நிலையில் இருப்பதால் உண்மை அட்டவணையில் இது '?'– ஆக காட்டப்பட்டுள்ளது.

1.9 JK எழு – விழுச் சுற்று

முன்பு பார்த்த RS எழு–விழுச் சுற்றில் நான்காவது நிலையான R = 1, S=1 என்ற உள்ளீடு நிலை தரப்படும் பொழுது, எழு–விழுச் சுற்றின் வெளியீடு Q மற்றும் $\overline{Q}$ ஒரே நிலையைப் பெறுவதால், வெளியீட்டினைக் கணிக்க இயலாமல் போகிறது. இந்த நிலையை மாற்றுவதற்காக கடிகாரத் துடிப்பு (Clock Pulse) ஒன்று மூன்றாவது உள்ளீடாகத் தரப்படுகிறது. இதனால் கணிக்கக்கூடிய வெளியீடு கிடைக்கிறது. இவ்வகைச் சுற்று முனைதூண்டு JK எழு–விழுச் சுற்று என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வகைச் சுற்றுகள், "எண்ணி", (Counters) சுற்றுகள் அமைக்கப் பயன்படுகிறது. எண்ணிகள் துடிப்பு அலையின் நேர்மறை மற்றும் எதிர்மறை துடிப்புகளைக் கணக்கிடுவதற்காகப் பயன்படுகிறது.

நேர்மறை முனைத்தூண்டு JK எழு–விழுச் சுற்று

கடிகாரத் துடிப்பு அலையை ஏற்படுத்தும் பெட்டி படம் 1.41–ல் காட்டியுள்ளது போல், கடிகாரத் துடிப்புகளை நேர்மறைத் துடிப்புகளாக மாற்றி உள்ளீடாகத் தருகிறது. எனவே இந்தச் சுற்று கடிகாரத் துடிப்பின் நேர்மறைத் துடிப்பிற்கு மட்டுமே செயல்படும். இதில் இரண்டு முக்கிய நிலைகள் உள்ளன.



JK எழு–விழுச் சுற்று அமைத்தல்

படம் 1.41

அட்டவணை 1.13

C	J	K	$Q_n + 1$	Action
↑	O	O	Q_n Last State	No Change
↑	O	1	O	RESET
↑	1	O	1	SET
↑	1	1	$\overline{Q}_n$(toggle)	Toggle

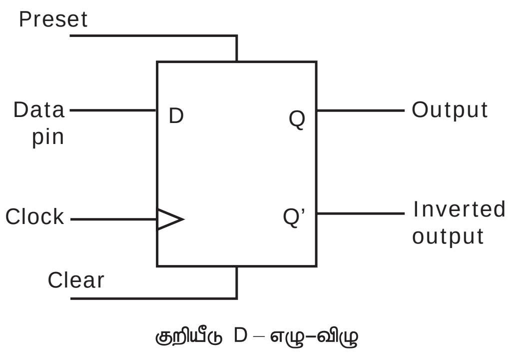
1. வெளியீடு Q ஆனது கீழுள்ள AND வாயிலிற்கு பின்னூட்டத்தின் மூலம் மீண்டும் உள்ளீடாகத் தரப்படுகிறது.
2. வெளியீடு பின்னூட்டத்தின் மேலுள்ள AND வாயிலிற்கு பின்னூட்டத்தின் மூலம் மீண்டும் உள்ளீடாகத் தரப்படுகிறது.

குறுக்கு இணைப்பு முறையில், வெளியீடுகள் உள்ளீடுகளுடன் இணைக்கப்படுவதால் RS எழு–விழுச் சுற்று JK எழு–விழுச் சுற்றாக மாற்றப்படுகிறது.

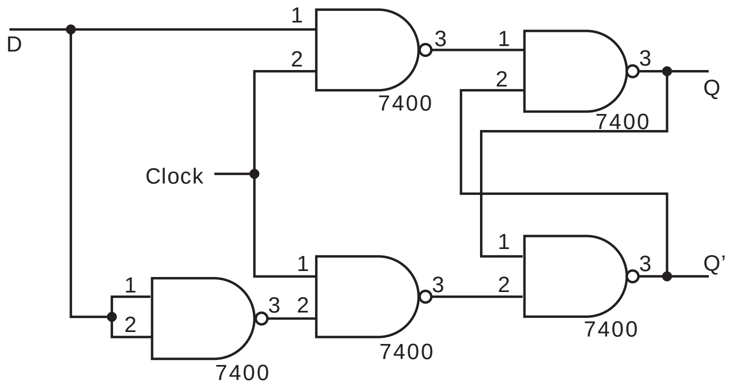
D எழு – விழுச் சுற்று

'D' எழு–விழுச்சுற்றுகள் நினைவகச் சேமிப்பின் அங்கமாகவும் மற்றும் தரவு செயலாக்கிகளாகவும் பயன்படுகிறது. NAND வாயிலுடன் NOR வாயிலை இணைத்து 'D' எழு–விழுச் சுற்றினை உருவாக்கலாம். இது பயன்பாட்டில் மிக எளிமையாக இருப்பதால் 'IC' உருவாக்கத்திற்குப் பயன்படுகிறது. இதன் முக்கியப் பயன்பாடு நேரச்சுற்றில் இடையகமாக (Buffer) செயல்பட்டு கால தாமதத்தை (Delay) ஏற்படுத்தப் பயன்படுகிறது. இந்த காலதாமதத்தை குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் நிகழ்த்தும். JK எழு–விழுச் சுற்றைக் காட்டிலும் 'D' எழு–விழுச் சுற்றினை சுற்று இணைப்புகளில் மிக எளிமையாக இணைக்கலாம்.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 26 11-01-2022 14:23:36



படம் 1.42 (அ)



படம் 1.42 (ஆ)

படம் 1.42(அ) 'D' எழு–விழுச் சுற்றின் குறியீட்டையும் 1.42 (ஆ) NAND வாயில் பயன்படுத்தி எழு–விழுச் சுற்று அமைக்கப்பட்டிருப்பதையும் காட்டுகிறது. கடிகாரத் துடிப்பு தாழ்நிலையில் இருந்தால், உள்ளீடு வெளியீட்டில் எவ்வித மாற்றத்தையும் ஏற்படுத்தாது. கடிகாரத் துடிப்பு உயர்நிலையில் இருந்தால், உள்ளீடு வெளியீட்டில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும். கடிகாரத் துடிப்பின் அடிப்படையில் இச்சுற்று தன் இரு நிலையினையும் மாற்றி அமைத்துக் கொள்வதால், இது 'இருநிலை' எழு–விழுச்சுற்று என்றழைக்கப்படுகிறது.

இந்த எழு–விழுச்சுற்று நேர்மறை முனைத்தூண்டு 'D' எழு–விழுச்சுற்று எனவும் மற்றும் எதிர்மறை முனைத்தூண்டு 'D' எழு–விழுச்சுற்று எனவும் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. எனவே உள்ளீடுகளைப் பொறுத்து, இது இரண்டு நிலையான வெளியீட்டு நிலைகளைப் பெறுகிறது. இது அட்டவணை 1.14ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.14

Clock	INPUT	OUTPUT	
	D	Q	$\overline{Q}'$
LOW	X	0	1
HIGH	0	0	1
HIGH	1	1	0

1.10 எண்ணிகள்(Counters)

மேற்கண்ட பகுதியில் நீங்கள் அறிந்து கொண்ட 'எழு – விழுச் சுற்றுகளை ஒன்றிணைப்பதன் மூலம் 'எண்ணுதல்' செயல்பாடுகளை மேற்கொள்ளலாம். இவ்வாறு ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட எழு–விழுச்சுற்றுகளைக் கொண்ட அமைப்பு 'எண்ணிகள்' எனப்படும். எழு–விழுச்சுற்றுகள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் முறையைப் பொருத்து அதனுடைய நிலைகள் (State) தீர்மானிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட நிலையும் ஓர் எண்ணி முழு சுழற்சி அடைவதை குறிக்கிறது. கடிகாரத் துடிப்பு தரப்படும் அடிப்படையில் எண்ணிகள் இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவை 1. ஒத்தியங்கு சுற்று (Synchronous) 2. ஒத்தியங்கா சுற்று (Asynchronous) எனப்படும். ஒத்தியங்கா சுற்றில் (பொதுவாக இது சிற்றலை எண்ணிகள்) முதல் எழு–விழுச்சுற்றுக்கு வெளியிலிருந்து ஒரு கடிகாரத் துடிப்பு தரப்படும் போது, அதனுடைய வெளியீடானது அடுத்த எழு–விழுச் சுற்றுக்கு உள்ளீடாகச் செல்கிறது. ஒரு எண்ணியில் எத்தனை எழு–விழுச்சுற்றுகள் உள்ளனவோ, அத்தனையிலும் இதே நிகழ்வு நடைபெறும். ஒத்தியங்கு எண்ணிகளில் உள்ளீடு கடிகாரத் துடிப்பானது அனைத்து 'எழு–விழுச் சுற்றுகளுக்கும் ஒரே நேரத்தில் தரப்பட வேண்டும். இவ்விரு முறைகளைப் பொருத்தும் எண்ணிகளானது, தொடர்ச்சி முறையைப் பொருத்தும் நிலைகளின்

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 27 11-01-2022 14:23:37

எண்ணிக்கையைப் பொருத்தும் அல்லது எண்ணியில் உள்ள எழு–விழுச்சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொருத்தும் வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

ஒத்தியங்கா எண்ணிகள் (Asynchronous Counters) (அல்லது) சிற்றலை எண்ணிகள் (Ripple counters)

இந்த வகை எண்ணியிலுள்ள எழு – விழுச் சுற்றுகள் அனைத்தும் நிலைமாற்றம் பெறுவதற்கு நிலையான கால ஒற்றுமை கிடையாது. இதனால் எண்ணியில் உள்ள எழு – விழுச் சுற்றுகள், ஒரே நேரத்தில் நிலைமாற்றம் பெற இயலாது. ஏனென்றால் பொதுவான கடிகாரத் துடிப்பு இதற்குத் தரப்படுவது இல்லை.

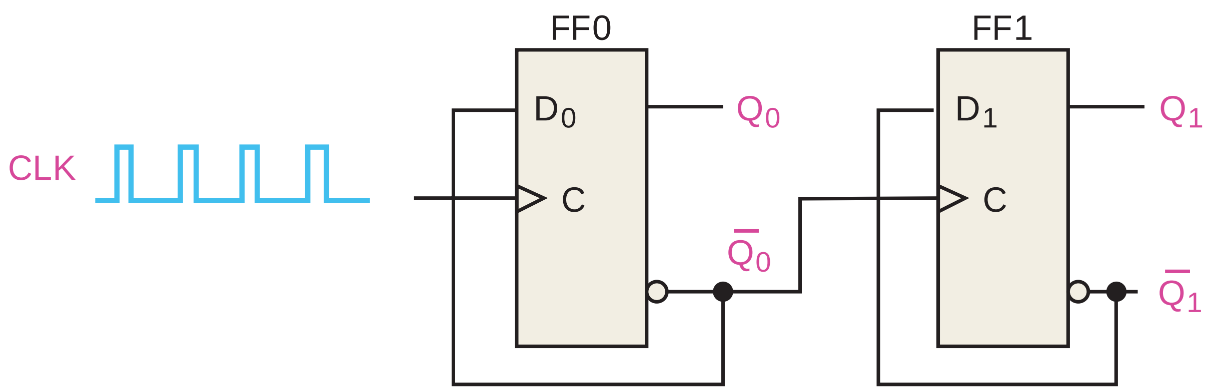
இரு – நிலை ஒத்தியாங்கா இரும எண்ணி (2 Bit Asynchronous Binary counters)

ஒத்தியங்கா செயல்பாட்டிற்காக இருநிலை எண்ணி இணைக்கப்பட்டிருக்கும் விதத்தை படம் 1.43 காட்டுகிறது. படத்தில் முதல் எழு–விழுச்சுற்று 'FFO'–ற்கு CLK என்ற கடிகாரத் துடிப்பு C என்ற உள்ளீட்டின் மூலம் தரப்படுகிறது. இது குறைந்த இடமதிப்பு நிலை எனப்படுகிறது. இரண்டாவது எழு–விழுச்சுற்று FF1 என்பது FFO–ன் வெளியீடான $\overline{Q}_0$ –ஆல் தூண்டப்படுகிறது. நேர்மறை கடிகாரத் துடிப்பின் போது FFO–ன் நிலை மாறும். இவ்வாறு நிலைமாற்றம் பெற்ற FFO–ன் வெளியீடான $\overline{Q}_0$ –னை உள்ளீடாகப் பெறுவதால், FF1 தனது நிலையினை மாற்றிக் கொள்கிறது. இந்த எழு–விழுச்சுற்றில் 'CLK' உள்ளீட்டின் நிலைபெயர்ச்சியும், (transition) FFO –ன் வெளியீடான $\overline{Q}_0$ நிலைப் பெயர்ச்சியும் ஒரு போதும் ஒரே நேரத்தில் நிகழாது. எனவே இரு எழு–விழுச் சுற்றுகளும் எப்போதும் ஒரே நேரத்தில் தூண்டப்படாத காரணத்தால், இந்த எண்ணியின் செயல்பாடு ஒத்தியங்கா செயல்பாடாக உள்ளது. இது இரண்டு எழு–விழுச் சுற்றுகளைக் கொண்டதாக இருப்பதால், இந்த இருநிலை எண்ணி நான்கு வெவ்வேறு நிலைகளைக் கொண்டுள்ளது. மேலும் இதில் 'Q_0', குறைந்த இட மதிப்பு கொண்டதாகவும் 'Q_1' அதிக இடமதிப்பு கொண்டதாகவும் இருக்கும் போது, எண்ணிகளின் நிலை தொடர்ச்சியாக மாறுபடுவதால் இது தொடர்ச்சியான இரும எண்களைக் காட்டுகிறது. இது அட்டவணை 1.15 ல் குறிப்பிடபட்டுள்ளது.

அட்டவணை 1.15

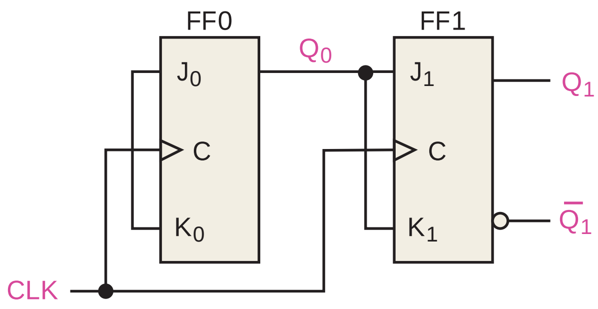
Clock Pulse	Q_1	Q_0
Initially	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4 (recycle)	0	0

இது இரும எண்களின் தொடர்ச்சியைக் காட்டுவதால், இதை இரும எண்ணிகள் என்றழைக்கிறோம். மேலும் இதில் மூன்று கடிகாரத் துடிப்புகள் எண்ணிய பின்பு, நான்காவது

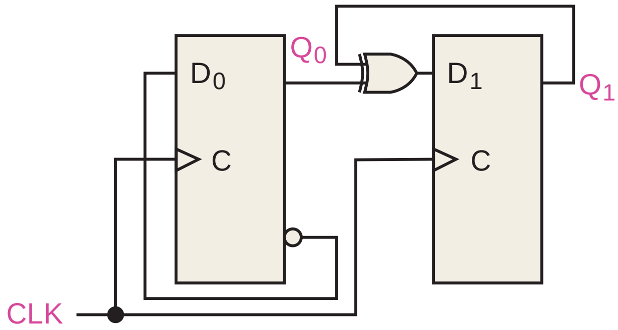


படம் 1.43

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 28 11-01-2022 14:23:37



அ) J–K – எழு–விழு



ஆ) D – எழு–விழு

படம் 1.44 (அ) & (ஆ)

துடிப்பு மீண்டும் அதனுடைய முந்தைய அசல் நிலைக்குச் சென்றுவிடுகிறது. எண்ணிகளின் செயல்பாட்டில் மறு சுழற்சி என்பது கடைசி நிலையிலிருந்து மீண்டும் முதல் நிலைக்கு நிலைமாற்றம் (Transition) பெறுவதைக் குறிக்கும்.

இதைப் போலவே 3 – நிலை ஒத்தியங்கா இரும எண்ணிகளுக்கு, 3 எழு–விழுச் சுற்றுகளை இணைப்பதன் மூலம் 8 நிலைகளைப் பெறலாம். இதைப் போலவே எத்தனை எழு – விழுச் சுற்றுகள் இணைக்கப்படுகின்றனவோ, அதற்கேற்றார் போல் இரும நிலைகளைப் பெறலாம்.

செயல்பாடுகள்

மூன்று எழு – விழுச் சுற்றுகளை இணைத்து மூன்று நிலை ஒத்தியங்கா இரும எண்ணியை உருவாக்கு....

ஒத்தியங்கு எண்ணிகள்: (Synchronous counters)

எண்ணியில் உள்ள எழு–விழுச் சுற்றுகள் அனைத்தும் நிலையான காலத் தொடர்பைப் பெற்றுள்ளதால், இதற்கு ஒத்தியங்கு எண்ணிகள் என்று பெயர். எண்ணியில் உள்ள எழு – விழுச் சுற்றுகள் அனைத்திற்கும் ஒரே நேரத்தில் பொதுவான கடிகாரத் துடிப்பு கொடுக்கப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான ஒத்தியங்கு எண்ணிகளில் JK எழு–விழுச்சுற்று பயன்படுகிறது. 'D' எழு–விழுச்சுற்றும் ஒத்தியங்கு எண்ணியில் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் பொதுவாக இதில் நேரடியான நிலைமாற்றம் (Change of state) இல்லாத காரணத்தினால், இதைப் பயன்படுத்த அதிக தர்க்க செயல்பாடுகள் தேவைப்படுகிறது.

படம் 1.44(அ) இருநிலை ஒத்தியங்கு இரும எண்ணியைக் குறிக்கிறது. எழு–விழுச்சுற்று FF1–ற்கு J1 மற்றும் K1 என்ற இரு உள்ளீடுகள் கொடுப்பதன் மூலம் தொடர்ச்சியான இரும நிலையைப் பெற முடியும். இதனடிப்படையில் இது ஒத்தியங்கா எண்ணியிலிருந்து வேறுபடுத்திக் காட்டப்படுகிறது.

படம் 1.44 (ஆ) – 'D' எழு–விழுச்சுற்று இணைப்பைக் காட்டுகிறது.

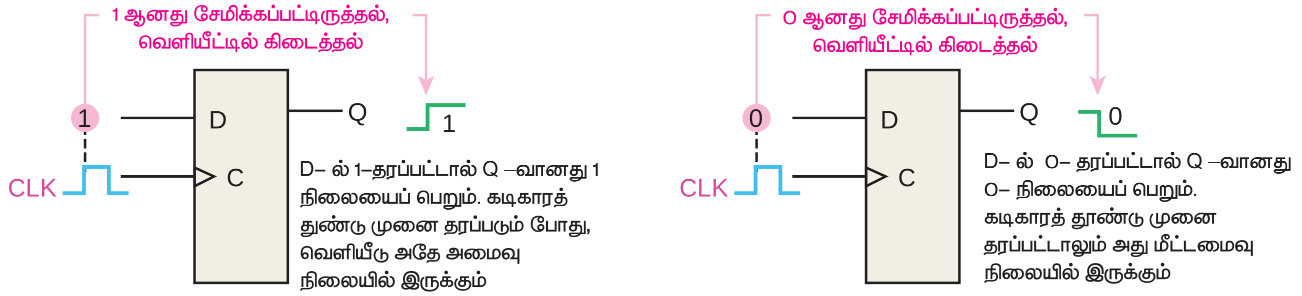
1.11 பெயர்வு பதிவேற்றிகள்: (Shift Registers)

பெயர்வு பதிவேற்றிகள் என்பது ஓர் தொடர் தர்க்கச் சுற்றாகும். இது பெரும்பாலும் இலக்கத் தரவுகளை சேமித்துவைக்கப் பயன்படுகிறது. ஆனால் இதில் உள்ளார்ந்த நிலைமாற்றம் ஏற்படுத்தும் குணம் இல்லை.

செயல்பாடு: (Operation)

பெயர்வு பதிவேற்றிகள் என்பது எழு – விழுச் சுற்றுகளைக் கொண்டு உருவாக்கப்பட்ட ஒரு அமைப்பாகும். இது பெரும்பாலும் இலக்கச் சுற்றுகளின் தரவுகளைச் சேமிக்கவும், தரவுகளை இடமாற்றம், செய்யவும் பயன்படுகிறது. ஒரு சில சிறப்பான பயன்படும் இடங்களைத் தவிர, பதிவேற்றிகளுக்கு தானாக நிலை மாற்றம் செய்து கொள்ள இயலாது.

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 29 11-01-2022 14:23:37



படம் 1.45

> பதிவேற்றிகள் இலக்கச் சுற்றுகளின் தரவுகளை (1,0) சேமிக்கவும், தரவுகளை இடமாற்றம் செய்யவும் பயன்படுகிறது. ஆனால் இதில் உள்ளார்ந்த நிலைமாற்றம் ஏற்படுத்தும் குணம் இல்லை.

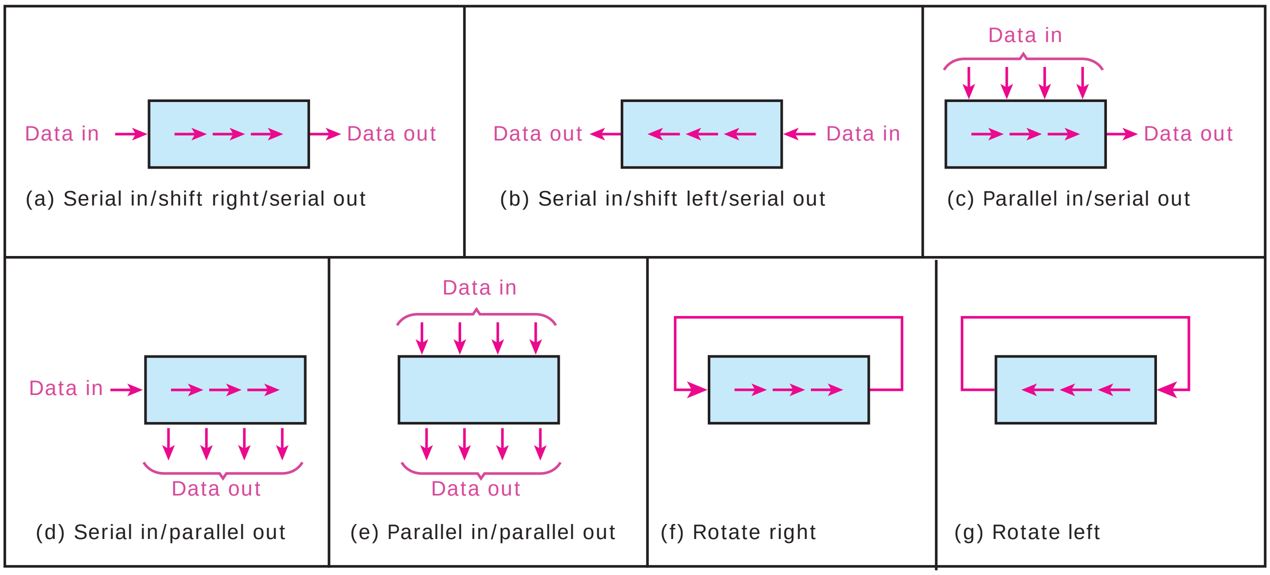
ஒரு பதிவேற்றி என்பது இரண்டு அடிப்படை செயல்பாடுகளைக் கொண்ட ஒரு இலக்கச் சுற்றாகும்

தரவு சேமிப்பு (Data storage)

தரவு இடமாற்றம் (Data movement)

பதிவேற்றியின் சேமிப்புக் குணம், இதனை முக்கிய நினைவகங்களாக பயன்படுத்த ஏதுவானது. 'D' எழு–விழுச்சுற்றில், 1 அல்லது 0–னை சேமிக்கும் வழிமுறையினை படம் 1.45 விளக்குகிறது. தரவு உள்ளீடாக '1' கொடுக்கப்படும் போது, அதனை சேமிக்க எழு–விழுச் சுற்றுக்கு கடிகாரத் துடிப்பு கொடுக்கப்படுகிறது. தற்போது உள்ளீடு '1' நீக்கப்பட்டாலும் எழு–விழுச்சுற்று அதே 'அமைவு' நிலையிலேயே நீடிப்பதால் '1' அந்த எழு–விழுச்சுற்றில் சேமிக்கப்படுகிறது. இது போலவே எழு–விழுச்சுற்றை மீட்டமைப்பதன் மூலம் '0' –யும் சேமிக்கலாம்.

இலக்கத் தரவுகளில் உள்ள இலக்க நிலைகளின் (0,1) எண்ணிக்கையைச் சேமிக்கும் அளவினைக் கொண்டு பதிவேற்றியின் சேமிப்புத் திறன் கணக்கிடப்படுகிறது. பதிவேற்றியின் ஒவ்வொரு நிலை(எழு–விழுச்சுற்று)யும், ஒரு இலக்க நிலையின் சேமிப்பைக் குறிக்கிறது. பதிவேற்றியின் இடமாற்றம் செய்யும் திறன், பதிவேற்றிக்குத் தரப்படும் கடிகாரத் துடிப்பின் அடிப்படையில் பதிவேற்றிக்குள்ளாக ஒரு நிலையிலிருந்து அடுத்த நிலைக்கோ அல்லது ஒரு பதிவேற்றியிலிருந்து அடுத்த பதிவேற்றிக்கோ இடமாற்றம் செய்கிறது. படம் 1.46 பதிவேற்றிக்குள்ளாக, தரவு பெயர்வு எவ்வாறு நிகழ்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு கட்டமும் 4 – நிலை பதிவேற்றிகளையும், அதனுள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அம்புக்குறிகள் தரவு நகர்வையும் காட்டுகின்றது.



படம் 1.46

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 30 11-01-2022 14:23:37

கற்றலின் விளைவுகள்

இப்பாடப்பகுதியில் இறுதியில் கீழ்கண்ட கருத்துக்களை மாணவர்கள் அறிந்து கொண்டார்கள்.

- இணைந்த வாயில்களின் கட்டமைப்பு மற்றும் பயன்பாடுகள்.
- தர்க்க வாயில்களின் வகைகள் – (கூட்டி மற்றும் கழிப்பான்) எண் கணித சுற்றுகள்.
- இலக்க வகை சமிக்ஞைகளின் – குறியாக்கிகள் மற்றும் குறிவிலக்கிகள்.
- பன்மையாக்கல் மற்றும் எதிர்பன்மையாக்கல்.
- எழு – விழுச் சுற்று கட்டமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் விதம்.
- இரும எண் கூட்டிகள் மற்றும் பதிவேற்றிகளின் கட்டமைப்பு – பயன்பாடுகள்.

அருஞ்சொற்பொருள்:

NAND – வாயில்	இதன் உள்ளீடுகளில் ஏதாவது ஒன்று தாழ்நிலையில் இருக்கும் போது மட்டுமே வெளியீடு உயர்நிலைப் பெறும்.
NOR – வாயில்	இதன் உள்ளீடுகளில் ஏதாவது ஒன்று உயர்நிலையில் இருந்தாலே வெளியீடு தாழ்நிலைப் பெறும்.
OR – வாயில்	இதன் உள்ளீடுகளில் எதாவது ஒன்று உயர்நிலையில் இருந்தாலே வெளியீடு உயர்நிலைப் பெறும்.
தொடர்ச்சிச் சுற்று	இலக்கச் சுற்றுகளிலுள்ள தர்க்க நிலையானது குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் தொடர்வது.
பரப்பல் சுணக்கம்	தர்க்கச் சுற்றுகளில் உள்ளீட்டு நிலையிலிருந்து வெளியீட்டு நிலைக்கு மாற எடுத்துக் கொள்ளும் கால அளவு.
உண்மை அட்டவணை	தர்க்கச் சுற்றின் உள்ளீட்டு வெளியீட்டு நிலைகளைக் குறிப்பது.
கூட்டி	இரும எண்களை கூட்ட உதவும் இலக்கச் சுற்று.
கழிப்பான்	இரும எண்களைக் கழிக்க உதவும் இலக்கச் சுற்று
குறியாக்கி	தகவல்களை குறியீடுகளாக மாற்றுவது
குறிவிலக்கி	குறியீடுகளை தகவல்களாக மாற்றுவது
பன்மையாக்கி	பல உள்ளீடுகளையும் ஒரு வெளியீட்டையும் கொண்ட சாவிச் சுற்று.
எழு–விழுச்சுற்று	ஒரு நேரத்தில் ஒரு இரும எண்ணை சேமிக்கும் இரு நிலை இலக்க வகைச் சுற்று.
எண்ணிகள்	எழு–விழுச்சுற்றுகளை ஒன்றிணைத்து எண்ணுதல் வேலையைச் செய்யும் சுற்று.
பதிவேற்றிகள்	இது இலக்கவகைத் தகவல்களைச் சேமிக்கும் முதன்மையான சாதனம்.

வினாக்கள்

பகுதி – அ

சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக. (1 மதிப்பெண்)

1. NAND வாயிலில் இரு உள்ளீடுகளும் '1' நிலையில் இருந்தால் வெளியீடு என்ன?
   அ. 1
   ஆ. 0
   இ. 10
   ஈ. 01

2. ஒரு மாறியின் நிரப்புகை
   அ. 0
   ஆ. 1
   இ. மாறிக்குச் சமமான
   ஈ. மாறியின் தலைகீழி

3. பரிமாற்றுக் கூட்டலின் விதியின் படி
   அ. AB = BA
   ஆ. A = A+A
   இ. A + (B+C) = (A+B)+C
   ஈ. A+B = B+A

4. பங்கீட்டு விதியின் படி
   அ. A(B+C) = AB + AC
   ஆ. A(BC) = ABC
   இ. A (A1+) = A
   ஈ. A + AB = A

5. கீழ்க்கண்ட விதிகளில் எது பூலியன் தேற்றத்திற்குப் பொருந்தாது?
   அ. A+1 = 1
   ஆ. A= A
   இ. AA = A
   ஈ. A + 0 = 0

6. EX – OR வாயிலின் செயல்பாடு
   அ. A.B + A.B
   ஆ. (A.B) + (A.B)
   இ. (A+B) + (A+B)
   ஈ. $(\overline{A}+B)(A+\overline{B})$

7. AND வாயிலின் செயல்பாட்டினை கீழ்க்கண்டவற்றுள் எதைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கலாம்.
   அ. இரு NAND வாயில்கள்
   ஆ. மூன்று NAND வாயில்கள்
   இ. ஒரு NOR வாயில்
   ஈ. மூன்று NOR வாயில்கள்

8. அரைக் கூட்டியின் அமைப்பு _____________ கொண்டது
   அ. இரு உள்ளீடுகள் – இரு வெளியீடுகள்
   ஆ. மூன்று உள்ளீடுகள் – இருவெளியீடுகள்
   இ. இரு உள்ளீடுகள் – மூன்று வெளியீடுகள்
   ஈ. இரு உள்ளீடுகள் –ஒரு வெளியீடு

9. நிலை இணைக் கூட்டியால் ____________ கூட்ட முடியும்
   அ. இரு நான்கு நிலை இரும எண்கள்
   ஆ. இரு இரண்டு நிலை இரும எண்கள்
   இ. ஒரே நேரத்தில் நான்கு நிலைகளையும்
   ஈ. நான்கு நிலைகளையும் தொடர்ச்சியாக

10. பொதுவாக பன்மையாக்கியில் உள்ளவை ___
   அ. ஒரு தரவு உள்ளீடு, பல தரவு உள்ளீடுகள் மற்றும் தேர்வு உள்ளீடுகள்
   ஆ. ஒரு தரவு உள்ளீடு , ஒரு தரவு வெளியீடு மற்றும் ஒரு தேர்வு உள்ளீடு
   இ. பல தரவு உள்ளீடுகள், பல தரவு வெளியீடுகள் மற்றும் தேர்வு உள்ளீடுகள்
   ஈ. பல தரவு உள்ளீடுகள், ஒரு வெளியீடு, மற்றும் தேர்வு உள்ளீடுகள்

11. எழு–விழுச்சுற்று தர்க்கச் சுற்றின் எவ்வகைகைகளைச் சார்ந்தது
   அ. நிலையற்ற பன்மை அதிர்வி
   ஆ. இருநிலை பன்மை அதிர்வி
   இ. ஒரு நிலை பன்மை அதிர்வி
   ஈ. ஒரு எண்ணி

12. ஒத்தியங்கா எண்ணிகள் _________ என்று அழைக்கப்படுகிறது.
   அ. சிற்றலை எண்ணிகள்
   ஆ. பல கடிகார எண்ணிகள்
   இ. பதின்ம எண்ணிகள்
   ஈ. மட்டு எண்ணிகள்

13. ஒத்தியங்கா எண்ணிகள் எவ்வாறு ஒத்தியங்கு எண்ணிகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது
   அ. தொடர்ச்சியில் உள்ள நிலைகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து
   ஆ. கடிகாரத் துடிப்பு கொடுக்கும் முறையைப் பொறுத்து.
   இ. எழு–விழுச்சுற்றின் வகையைப் பொறுத்து
   ஈ. மட்டுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 32 11-01-2022 14:23:37

14. பெயர்வு பதிவேற்றிகளில் தரவுகளை தொடர்ச்சியாக நகர்த்த _____ தேவை
அ. ஒரு கடிகாரத் துடிப்பு
ஆ. ஒரு பளு துடிப்பு
இ. எட்டு கடிகாரத் துடிப்புகள்
ஈ. ஒரு தரவிற்கு ஒரு கடிகாரத் துடிப்பு வீதம்

பகுதி – ஆ
கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு சில வரிகளில் விடையளிக்கவும்.

3 மதிப்பெண்கள்

1. எவையேனும் மூன்று இணைந்த வாயில்களைக் கூறு.
2. NAND வாயிலின் அமைப்பினை வரைந்து உண்மை அட்டவணையை எழுதுக.
3. NAND வாயிலைப் பயன்படுத்தி OR வாயிலைக் கட்டமைக்க .
4. குறியாக்கி வரையறு.
5. பன்மையாக்கி – சுருக்கமாக விவரி.
6. அரைக் கூட்டியின் சுற்றுப்படம் வரைக.
7. முழுக்கூட்டியின் உண்மை அட்டவணையை எழுதுக.
8. இரும எண்களின் ஒரு எண்ணை எவ்வாறு சேமிக்கலாம்?
9. ஒத்தியங்கா எண்ணியைச் சுருக்கமாக விவரி.
10. குறிவிலக்கியைப் பற்றி விவரி.

பகுதி – இ
கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு ஒரு பக்க அளவில் விடையளிக்கவும்

(5 மதிப்பெண்)

1. EX–OR, EX–NOR வாயில்களின் அமைப்பினையும் செயல்பாட்டினையும் உண்மை அட்டவணையின் மூலம் விவரி.
2. NAND மற்றும் NOR வாயில்கள் ஏன் பொதுவான வாயில்கள் என்றழைக்கப்படுகிறது? எடுத்துக்காட்டுடன் விவரி.
3. இரும எண்களில் உள்ள இரண்டு எண்களை தர்க்க வாயிலின் மூலம் கூட்ட வேண்டுமென்றால், எதனைப் பயன்படுத்திக் கூட்டலாம் என்பதைப் படத்துடன் விவரி.
4. தர்க்க வாயில்களில் கழித்தல் முறையைச் செயல்படுத்த முடியுமா? சுற்றுப்படம் மற்றும் உண்மை அட்டவணை மூலம் நிருபி?
5. பன்மையாக்கியின் செயல்பாட்டை விவரி?

பகுதி – ஈ
கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு இருபக்க அளவில் விரிவான விடையளிக்கவும்.

10 மதிப்பெண்கள்

1. மூன்று அடிப்படை பூலியன் தேற்றங்களைப் படத்துடன் விவரி
2. முழுக்கூட்டி மற்றும் அரைக்கழித்தல் சுற்றுகளின் படம் வரைந்து உண்மை அட்டவணை முலம் விவரி.
3. JK எழு–விழுச் சுற்றின் செயல்பாட்டினை விவரி.
4. பெயர்வு – பதிவேற்றியின் செயல்பாட்டினைப் படத்துடன் விவரி.

விடைகள்

1. (ஆ)	2. (ஈ)	3. (ஈ)	4. (அ)	5. (ஆ)
6. (ஆ)	7. (அ)	8. (அ)	9. (ஆ)	10. (ஈ)
11. (ஆ)	12. (அ)	13. (ஆ)	14. (அ)	

XII EE_Tamil Version CHAPTER 01.indd 33 11-01-2022 14:23:37