

இப் பாடத்தைக் கற்ற பின்னர் நீங்கள்,

- இலத்திரனியலில் பயன்படுத்தப்படும் குறி மட்டங்களை அறிந்துகொள்ள
- அடிப்படை தருக்க வாயில்கள் கூட்டு தருக்க வாயில் குறியீடுகளை இனங்காண
- பூலியன் கோவைகளை மெய்நிலை அட்டவணை மூலம் காட்டவும்
- பூலியன் கோவைகளுக்குரிய இலக்கச் சுற்றுக்களை வரையவும்
- அடிப்படைத் தருக்க வாயில்களின் உதவியுடன் கூட்டுத் தருக்க வாயில்களை நிருமாணிக்கவும்
- இலக்கச் சுற்றுக்களுக்குரிய பூலியன் கோவைகளை எழுதி அவற்றுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணையை கட்டியெழுப்பவும்
- தொகையிடுஞ் சுற்று என்றால் என்ன என அறிந்து கொள்ளவும்
- தருக்க வாயில்களின் நடைமுறைப் பிரயோகங்களைக் குறிப்பிடவும்

என்பன பற்றிய விளக்கத்தைப் பெறுவீர்கள்

4.1 அறிமுகம்

பொதுவாக, தருக்கத்தைப் பயன்படுத்தி யாதேனும் ஒன்றை மேற்கொள்ளும் போது அதன் பெறுபேறு 'உண்மை' (True) அல்லது 'பொய்' (False) என அமைதல் வேண்டும்.

அன்றாட வாழ்வில் உயிரினங்களுக்கிடையில் தொடர்பாடல் பல்வேறு விதங்களில் நிகழ்கிறது. இதற்குச் சமிக்ஞைகள் பயன்படுத்தப்படும். பண்டைக் காலத்தில் முரசொலி மூலமாகச் செய்தி தெரிவிக்கப்படுவதற்கான சமிக்ஞை வழங்கப்படும். அவ்வாறே நிறுத்தி வைக்கப்பட்டுள்ள தொடருந்தின் பயண ஆரம்பத்தைக் குறிக்கும் முகமாக தொடருந்துப் பாதுகாவலரினால் ஊதுகுழலொலி எழுப்பப்பட்டு பச்சைநிறக் கொடியும் அசைக்கப்பட்டு சமிக்ஞை வழங்கப்படும். தொடருந்து பயணத் தொடக்கத் துக்கு கைகாட்டி மரத்தில் உள்ள பச்சைநிற ஒளிச் சமிக்ஞை வேண்டும். சிவப்பு நிற ஒளிச் சமிக்ஞை காணப்பட்டால் தொடருந்து நிறுத்தப்பட வேண்டும்.

பண்பெட்டகமொன்றைத் திறப்பதற்கு இரண்டு சாவிகள் பயன்படுத்தப்படு மாயின் அதன் கதவைத் திறப்பதற்கு அந்த சாவிகள் இரண்டும் அவசியமானவையாகும். அவ்வாறே, அன்றாட வாழ்வில் நாம் சைகைகளின் அடிப்படையில் தீர்மானங்களை மேற்கொள்வதற்கு ஒப்பாகவே கணினியும் சமிக்ஞைகளைப் பயன்படுத்துகிறது.

நீங்கள் மகிழுந்தொன்றில் (மோட்டார்க் கார்) பயணம்செய்ய முன்பதாக அதில் ஏறிக் கதவுகளை நன்கு இறுகப் பூட்டிக்கொள்வது அவசியமாகும். கதவுகளில் ஒன்றேனும் சரியாகப் பூட்டப்படவில்லையெனில் காட்டி (Indicator) மின்குமிழ் ஒளிர்வதன் மூலமோ ஒலியெழுப்புவதன் மூலமோ சாரதிக்கு சமிக்ஞை வழங்கப்படும். நான்கு கதவுகளும் இறுகப் பூட்டப்பட்டிருப்பின் மட்டுமே இவ்வாறு எழுப்பப்படும் சைகை நிறுத்தப்படும். இதன் பின்னரே பயணத்தை ஆரம்பிக்கமுடியும். மேலும், வாகனத்தின் முற்புற ஆசனத்தில் அமர்ந்திருப்பவர் பாதுகாப்பு ஆசனப்பட்டி அணிந்திருத்தல் வேண்டும். இல்லையெல் அது பற்றிய சமிக்ஞை எழுப்பப்படும்.

உயிரினங்களுக்கிடையே சமிக்ஞைகள் மூலமாகத் தொடர்பாடல் மேற்கொள்ளப்படுவது போன்று கணினியுடனும் தொடர்பாடலை மேற்கொள்ள சமிக்ஞைகள் பயன்படுத்தப்பட வேண்டும். அதாவது 'ON', 'OFF' ஆகிய நிலைமைகளுள் ஒன்றின் மூலமாக இயக்கக்கூடியதாக கணினி தயாரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த நிலைமைகள் இரண்டையும் எடுத்துக்காட்ட இருமஎண் (Binary number) குறியீட்டு முறைமை பயன்படுத்தப்படும். இதற்கமைய கணினியில் இந்த இரண்டு நிலைமைகளையும் வகைகுறிக்க 0 மற்றும் 1 ஆகிய இலக்கம் பயன்படுத்தப்படும்.

இங்கு AND, OR, NOT ஆகிய அடிப்படை தருக்கச் செய்கைகள் பற்றியும் அவற்றை எடுத்துக் காட்டப் பயன்படுத்தப்படும் தருக்க வாயில்கள் மற்றும் அவை தொடர்பான பூலியன் கோவைகள், மெய்நிலை அட்டவணை ஆகியன பற்றி அறிந்துகொள்வோம்.

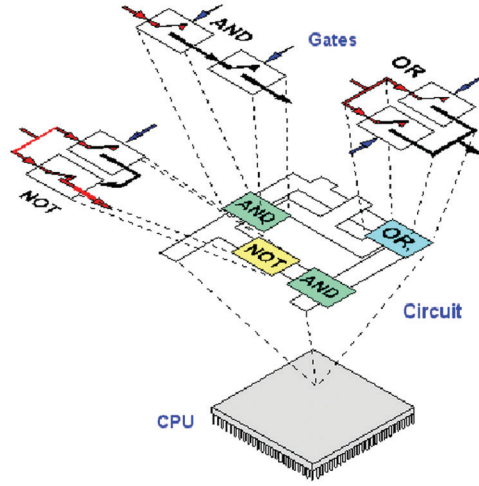
4.2 தருக்க வாயில்கள்

இரும எண்களின் உதவியுடன் குறிப்பிட்ட சில தருக்கச் செய்கைகளைக் கட்டியெழுப்பி அவற்றின் மூலம் பல்வேறு தீர்மானங்களை மேற்கொள்ளக்கூடிய சுற்றை தருக்கச் சுற்றுகள் (Logic circuits) எனப்படும். ஏராளமான சிக்கலான இலக்கச் சுற்றுக்களைப் பயன்படுத்தியே கணினி உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. தருக்க வாயில்கள் எனப்படும் அடிப்படைத் தருக்கச் சுற்றுக்கள் பல உரியவாறு இணைக்கப்பட்டே சிக்கலான இலக்கச் சுற்று (Digital circuit) வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. தருக்க வாயில்களுக்கு உள்ளிடப்படும் பெய்ப்பு அல்லது பெய்புகளை கருத்தில்கொண்டு அதற்கேற்றவாறான வருவிளைவுகளை வழங்குவதே தருக்க வாயில்களின் மூலமாக மேற்கொள்ளப்படுகின்றது.

தருக்க வாயில்கள் பல்வேறுபட்ட தொழினுட்ப முறைகளைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்படுகின்றன. அவற்றின் அகத்தேயுள்ள சுற்று திரான்சிஸ்டர், இருவாயி (Diode), தடையிகள் ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும் (உரு 4.1 இணைப் பார்க்க).

தருக்கவாயில் சுற்றுகள் பயன்படுத்தப்படும் விதத்துக்கமைய அவற்றை இரண்டு வகைகளாக வகைப்படுத்தலாம்.

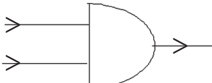
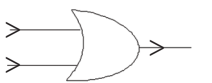
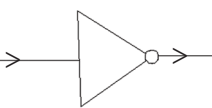
1. அடிப்படைத் தருக்க வாயில்கள் (Basic Logic gates)
2. சேர்மானத் தருக்க வாயில்கள் (Combinational Logic gates)



உரு 4.1 அடிப்படைத் தருக்க வாயில்கள் கொண்ட சுற்று

4.3 அடிப்படை தருக்க வாயில்கள்

பூலியன் செய்கைகளான OR, AND, NOT ஆகியவற்றைப் பெளதிக ரீதியாக எடுத்துரைக்க அடிப்படைத் தருக்க வாயில்கள் பயன்படுத்தப்படும். அடிப்படைத் தருக்க வாயில்கள் மூன்று வகைப்படும் அவை வருமாறு:

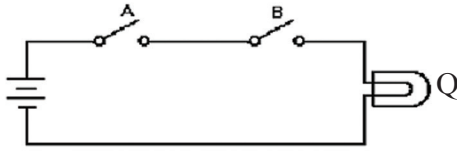
1. AND வாயில் (AND gate) 
2. OR வாயில் (OR gate) 
3. NOT வாயில் (NOT gate) 

4.3.1 AND வாயில் (AND gate)

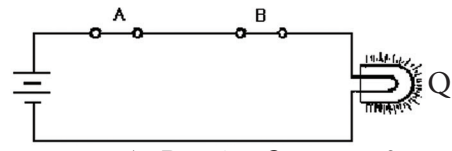
AND தருக்கத்தை விளங்கிக் கொள்ளவெனப் பின்வரும் உதாரணங்களைக் கருத்திற் கொள்வோம்.

உங்களது கணினி ஆய்வுகூடக் கதவிற்கு பூட்டு, ஆமைப்பூட்டு ஆகியன இடப்பட்டு பூட்டப்பட்டிருப்பின் கதவைத் திறப்பதற்கு கதவிலுள்ள பூட்டின் திறப்பு, ஆமைப்பூட்டின் திறப்பு ஆகியன அவசியமாகும். இந்த இரண்டு சாவிகளையும் பயன்படுத்தினால் மட்டுமே அந்தக் கதவைத் திறக்கமுடியும். கதவிலுள்ள பூட்டின் திறப்பு அல்லது ஆமைப்பூட்டின் திறப்பு ஆகியவற்றுள் ஒன்றை மட்டும் பயன்படுத்தி அந்தக் கதவை திறக்க முடியாது. மேலும், சாவிகள் இன்றியும் அந்த கதவைத் திறக்க முடியாது.

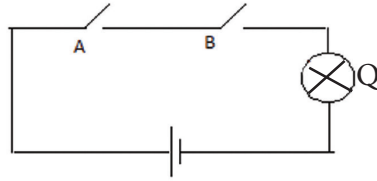
AND செய்கையை விளங்கிக்கொள்ள கீழே தரப்பட்டுள்ள தொடர்நிலையிலான மின் சுற்றினைக் கருதுவோம்.



உரு 4.2 A, B ஆகிய பெய்ப்புகளின் தருக்கச் சந்தர்ப்பம் 0 ஆகவுள்ளதான மின்சுற்று



உரு 4.3 A, B ஆகிய பெய்ப்புகளின் தருக்கச் சந்தர்ப்பம் 1 ஆகவுள்ளதான மின்சுற்று



உரு 4.4 AND தருக்க வாயிலினுள்ள மின்சுற்று

இங்கு A, B ஆகிய ஆளிகளும் Q எனும் மின்குமிழும் உலர்கலம் மூலம் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு ஆழிகளையும் பெய்ப்பாகவும் மின்குமிழை பயன்பு ஆகவும் கொள்வோம்.

இங்கு A, B ஆகிய ஆளிகள் இரண்டும் மூடிய நிலையில் உள்ளபோது மின்குமிழ்கள் ஒளிரும். A அல்லது B ஆகிய ஆளிகளுள் ஒன்று மட்டும் மூடிய நிலையில் உள்ள போது மின்குமிழ் ஒளிராது. மேலும், இரண்டு ஆளிகளும் திறந்த நிலையில் உள்ளபோதும் மின்குமிழ் ஒளிராது. இந்தச் செயன்முறையை பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தலாம்.

ஒவ்வொரு ஆளியும் மூடியுள்ள சந்தர்ப்பம் அல்லது மின்குமிழ் ஒளிரும் சந்தர்ப்பத்தை '1' எனும் தருக்கம் மூலமாகவும் (உரு 4.3 இனைப் பார்க்க) ஒரு ஆளி மட்டும் திறந்துள்ள நிலை அல்லது மின்குமிழ் ஒளிராத நிலை '0' எனும் தருக்கம்

மூலமாகவும் (உரு 4.2 இனைப் பார்க்க) வகைகுறிக்கும்போது AND தருக்கப் வாயிலின் உள்ளீடு, வருவிளைவு ஆகியன பின்வரும் அட்டவணை 4.1 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

A	B	Q
திறந்த நிலை	திறந்த நிலை	அணைந்துள்ளது
திறந்த நிலை	மூடிய நிலை	அணைந்துள்ளது
மூடிய நிலை	திறந்த நிலை	அணைந்துள்ளது
மூடிய நிலை	மூடிய நிலை	ஒளிர்கின்றது

அட்டவணை 4.1 AND இனை ஒத்த மின்சுற்றில் மின்குமிழின் ஒளிர்வு

அட்டவணை 4.2 AND தருக்க வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

இங்கு A,B ஆகிய உள்ளீடுகைகள் இரண்டும் '1' எனும் தருக்கத்தில் உள்ளபோது மட்டுமே Q=1 ஆகும். இந்த இரண்டு உள்ளீடுகைகளும் 0 ஆகும்போதும் ஒரு உள்ளீடுகையின் தருக்கம் 1 ஆகவும் மறு உள்ளீடுகையின் தருக்கம் 0 ஆகவும் உள்ளபோது Q=0 ஆகும். இந்த அட்டவணை AND வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை (Truth table) எனப்படும்.

அவதானிப்பு

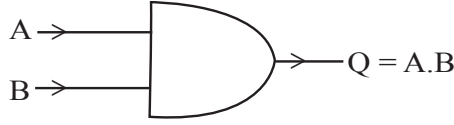


AND வாயிலின் வருவிளைவு 0 ஆவதற்கு குறைந்தது ஒரு உள்ளீடுகையேனும் 0 ஆக இருக்கவேண்டும்.

இந்த தருக்க வாயில், இரண்டு உள்ளீடுகைகளைக் கொண்டுள்ளதால் அட்டவணையில் நான்கு ($2^2 = 4$) சந்தர்ப்பங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

AND வாயிலின் தருக்கங்களாக A, B ஆகியன அமைந்திருக்கும். பூலியன் இலக்க மிடலிற்கமைய இது A, B எனத் தரப்படும்.

AND வாயிலுக்குரிய அடிப்படைப் பூலியன்கோவை மற்றும் AND வாயிலின் குறியீடு ஆகியன வருமாறு.



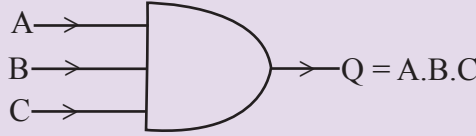
உரு 4.5 AND வாயிலுக்குரிய பூலியன் அட்சரகணித கோவையும் குறியீடுகளும்

இந்த AND வாயிலில் குறைந்தது இரண்டு உள்ளீடுகள் உள்ளன. இரண்டிலும் கூடிய எண்ணிக்கை கொண்ட உள்ளீடுகளுடான AND தருக்க வாயில்களும் உள்ளன. மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்ட AND தருக்க வாயில் கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

செயற்பாடு

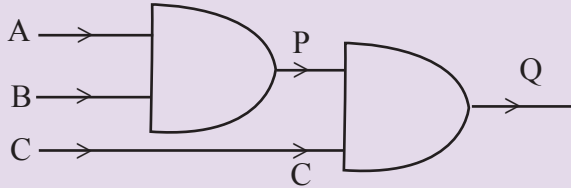


1. A, B, C என மூன்று உள்ளீடுகள் உள்ளபோது Q எனும் வருவிளைவைப் பெறுவதுடன் தொடர்பான AND தருக்க வாயில் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. (உரு 4.6)



உரு 4.6 - மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்ட AND தருக்க வாயில்

இந்த AND தருக்கவாயில் பின்வரும் சுற்றில் சமப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.7

- I. இங்கு A, B ஆகியவற்றினை உள்ளீடுகளாகக் கொண்ட AND தருக்க வாயிலின் வருவிளைவான P இனை எடுத்துக் காட்டுக.
- II. P, C ஆகியன உள்ளீடுகளாக அமைந்த AND தருக்க வாயிலின் வருவிளைவான Q இனை எழுதுக.
- III. இங்கு, Q இன் பெறுமானம் மேலே குறிப்பிட்ட A, B, C ஆகிய மூன்று உள்ளீடுகளுடனான AND தருக்க வாயிலின் வருவிளைவுக்குச் சமமாகும். ஆகவே, இந்த சுற்றுக்குரிய பூலியன்கோவை வருமாறு

$$Q = A.B.C$$

மேற்கூறப்பட்ட சுற்றுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணையில் எட்டு ($2^3 = 8$) சந்தர்ப்பங்கள் உள்ளன. கீழே உள்ள அட்டவணையின் இடைவெளிகளைப் பூரணப்படுத்துக.

2. நீங்கள் இதற்கு முன்னர் கற்ற 2 உள்ளீடுகளுடனான AND வாயிலின் மெய்நிலை அட்டவணையின் உதவியுடன் A,B நிரல்களைப் பூரணப் படுத்தலாம். பின்னர் A.B.C யினைப் பூரணப்படுத்துக.

A	B	C	A.B	Q=A.B.C
0	0	0	0	.....
0	0	1	.....	0
0	1	0	0	.....
0	1	1	.....	.....
1	0	0	0	0
1	0	1	.....	.....
1	1	0	.....	0
1	1	1	.....	.....

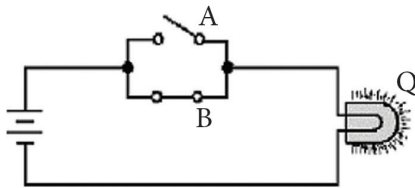
அட்டவணை 4.3 - மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்ட AND தருக்க வாயிலுக் குரிய மெய்நிலை அட்டவணை

4.3.2 OR வாயில் (OR gate)

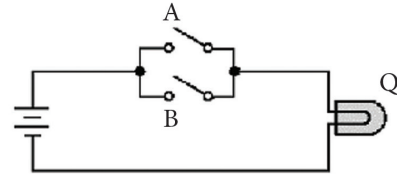
OR தருக்கத்தை விளங்கிக்கொள்ள பின்வரும் உதாரணத்தைக் கருத்திற்கொள்வோம்.

- இரண்டு வாசல்களையுடைய பேருந்தில் பயணிக்குமொருவர் முன் வாசலினாலோ பின் வாசலினாலோ இறங்கலாம்.
- P என்பவரின் வீட்டுக்குச் செல்வதற்கு பல்வேறு பாதைகள் காணப்படுமாயின் அந்த பாதைகளில் எதனூடாகவேனும் அவர் தனது வீட்டை அடைய முடியும்.
- பின்வரும் எளிய மின்சுற்றொன்றைக் கருத்திற் கொள்வோம்.

இங்கு A,B ஆகிய ஆளிகள், மின்குமிழ் Q ஆகிய இரண்டும் உலர்கலங்களுடன் சமாந்தரமாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு ஆளிகளையும் உள்ளீடாகவும் மின்குமிழை வருவிளைவாகவும் கருதுவோம்.



உரு 4.8 இரண்டு உள்ளீடுகளில் ஒன்று தருக்கச் சந்தர்ப்பம் 1 ஆகும் போதான மின்சுற்று



உரு 4.9 இரண்டு உள்ளீடுகளின் தருக்கச் சந்தர்ப்பம் 0 ஆகும் போதான மின்சுற்று

இந்தச் சுற்றில் ஆளி A யோ ஆளி B யோ ஆளிகள் A, B ஆகிய இரண்டுமோ மூடப்பட்டுள்ள சந்தர்ப்பத்தில் மட்டும் இந்தச் சுற்றில் மின்குமிழ் ஒளிரும். இதனைப் பின்வருமாறு (அட்டவணை 4.4) அட்டவணையில் காட்டலாம்.

A	B	Q
திறந்த நிலை	திறந்த நிலை	ஒளிராது
திறந்த நிலை	மூடிய நிலை	ஒளிரும்
மூடிய நிலை	திறந்த நிலை	ஒளிரும்
மூடிய நிலை	மூடிய நிலை	ஒளிரும்

அட்டவணை 4.4. OR இலுள்ள சமநிலை மின்சுற்றில் மின்குமிழின் நடத்தை

ஒவ்வொரு ஆளியும் மூடியநிலையில் உள்ளபோது அல்லது மின்குமிழ் ஒளிரும் சந்தர்ப்பம் (உரு 4.7) 1 எனும் தருக்கம் மூலமாகவும் ஆளியொன்று திறந்துள்ள நிலை அல்லது மின்குமிழ் ஒளிராதநிலை உள்ள சந்தர்ப்பம் (உரு 4.8) 0 எனும் தருக்கம் மூலமாகவும் எடுத்துக் காட்டும்போது அதனைப் பின்வருமாறு அட்டவணைப்படுத்த முடியும். இந்த அட்டவணை OR தருக்க வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை (Truth table) எனப்படும். (அட்டவணை 4.5 இனைப் பார்க்க)

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

அட்டவணை 4.5 OR தருக்க வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை

அவதானிப்பு



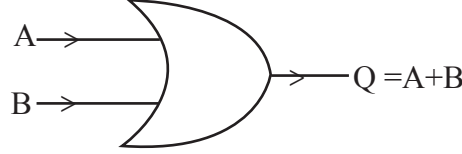
OR வாயிலின் வருவிளைவு 1 ஆக அமைவதற்குக் குறைந்தது ஒரு உள்ளீடேனும் 1 ஆக அமைந்திருக்க வேண்டும்

மேலே OR வாயிலின் உள்ளீடுகள் இரண்டும் 0 ஆக உள்ளபோது எப்போதும் வருவிளைவு 0 ஆக இருக்கும். மேலும், ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உள்ளீடுகளைக் கொண்ட OR வாயிலில் அந்த உள்ளீடுகள் அனைத்தும் 0 ஆக உள்ளபோது வருவிளைவு 0 ஆகும்.

மேலே அட்டவணை 4.5 இற்கமைய A=1 அல்லது B = 1 அல்லது C = 1 ஆகும்போது Q=1 ஆகும். இந்த அட்டவணை OR தருக்க வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை எனப்படும்.

இந்தச் செய்கை பூலியன் அட்சரகணிதத்தில் “A + B” எனக் குறியீட்டு வடிவில் காட்டப்படும். இது நீங்கள் கணித பாடத்தில் எண்களைக் கூட்டுவதற்கெனப் பயன்படுத்தப்படும் கூட்டல் கணிதச்செய்கை அன்று. மேலும், நேரெண்களைக் குறிப்பிட நேர் அடையாளம் பயன்படுத்தப்படாது. அது “A அல்லது B” அல்லது “A OR B” எனவே உச்சரிக்கப்படும்.

OR தருக்க வாயிலுக்குரிய பூலியன் கோவையும் சுற்று வரிப்படமும் உரு 4.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

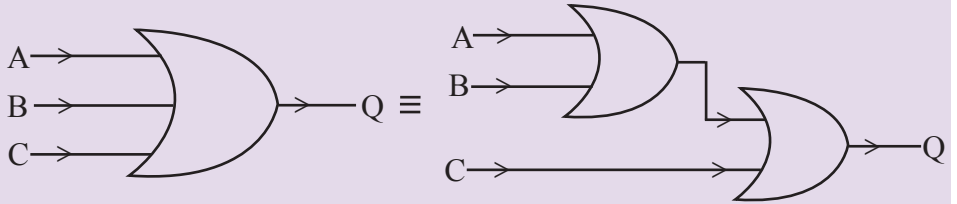


உரு 4.10 OR தருக்கப் படலைக்குரிய பூலியன் அட்சரகணிதக் கோவையும் குறியீடும்

செயற்பாடு



A, B, C என மூன்று உள்ளீடுகள் தரப்படும்படித்து Q எனும் வருவிளையைப் பெறுவதற்குரிய OR தருக்கச் சுற்று வருமாறு (உரு 4.11)



உரு 4.11 - மூன்று உள்ளீடுகளைக் கொண்ட OR தருக்க வாயில்

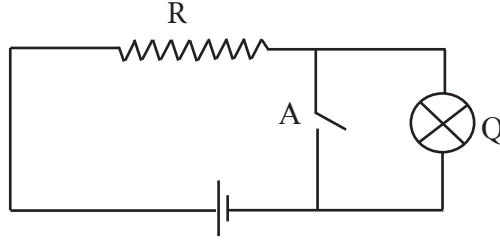
1. இதற்குரிய பூலியன் கோவையை எழுதுக.
2. மேலே பெறத்தக்க வருவிளைவுகளுக்கான மெய்நிலை அட்டவணையை எழுதுக.

4.3.3 NOT வாயில் (NOT gate)

NOT தருக்கவாயில் பற்றிக் கவனத்திற் கொள்ளும்போது நிரப்பு சமிக்ஞை பற்றி அறிந்துகொள்வது அவசியமாகும். உள்ளீட்டின் மூலம் வழங்கப்படும் தருக்கச் சமிக்ஞையை இனங்கண்டு அதற்குரிய நிரப்பு சமிக்ஞையை வருவிளைவாக

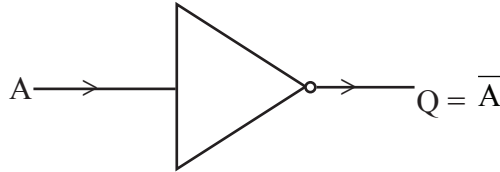
வழங்குவதே NOT வாயிலின் தொழிற்பாடாகும். இங்கு இரண்டு சமிக்ஞைகளில் ஏதேனுமொன்று மற்றையதன் நிரப்பி (Complement) எனப்படும். அதாவது “0” இன் நிரப்பி “1” ஆகும். “1” இன் நிரப்பி “0” ஆகும்.

உள்ளடக்கப்படும் தருக்கப் பெறுமானத்தை நிரப்பி வருவிளைவாகப் பெறுவதற்கு பயன்படுத்தப்படும். இலத்திரனியல் துணைக்கூறே NOT வாயிலாகும். பின்வரும் சுற்றைக் கருத்திற் கொள்வோம். (உரு 4.12 இனைப் பார்க்க)



உரு 4.12 NOT தருக்க வாயிலுள்ளான இலத்திரனியற் சுற்று

இங்கு ஆளி A மூடிய நிலையில் உள்ளபோது மின்குமிழினூடாக மின்னோட்டம் பாயாத காரணத்தினால் அது ஒளிராது. எனினும், ஆளி திறந்த நிலையில் உள்ளபோது மின்குமிழ் ஒளிரும். இங்கு உள்ளீடு A ஆக அமையும்போது A இன் நிரப்பி வருவிளைவாகும். NOT செய்கைக்குரிய பூலியன் கோவை சுற்று வரிப்படம் ஆகியன உரு 4.13 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.13 NOT தருக்க வாயிலுக்குரிய பூலியன் அட்சரகணிதக் கோவையும் குறியீடும்

NOT வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை (அட்டவணை 4.6 இனைப் போன்றமையும்)

அட்டவணை 4.6 NOT தருக்க வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை

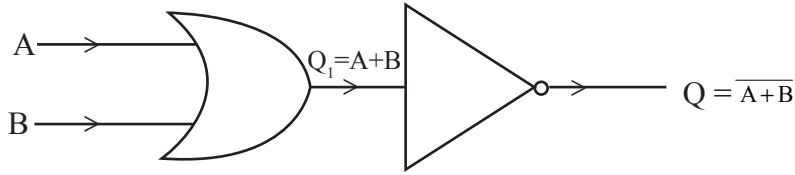
A	Q
0	1
1	0

4.4 கூட்டுத் தருக்கவாயில்கள்

இலக்கமுறைக் கணினி, கணிப்பான், சலவை இயந்திரம், நுண்ணலை அடுப்பு, கையடக்கத் தொலைபேசி, நவீன தொலைக்காட்சிகள், இலக்கமுறைக் கடிகாரங்கள், வழிபதனமாக்கிகள் ஆகியனவற்றின் தொழிற்பாடு தருக்க வாயில்களின் தொழிற்பாட்டில் தங்கியுள்ளது. தேவையான சிக்கல் நிலைத்த தருக்கம் உருவாகும் வகையில் பல்வேறு வகைப்பட்ட தருக்க வாயில்களை இணைத்துத் தயாரிக்கப்பட்ட இலத்திரனியல் சுற்றுகள் அவற்றில் உள்ளன. அடிப்படைத் தருக்க வாயில்களைப் பயன்படுத்தியே இவ்வாறான கூட்டுத் தருக்கவாயில்கள் அமைக்கப்படும்.

4.4.1 NOR வாயில் (NOR gate)

OR செய்கையின் நிரப்பிச் செய்கை அதாவது NOT OR செய்கையின் தருக்க வாயில் NOR வாயிலெனப்படும். இதன்போது OR வாயிலின் வருவிளைவை NOT வாயிலுக்கு அனுப்பி NOT வாயிலின் மூலம் வருவிளைவைப் பெறத்தக்க வகையில் NOT OR ஆகியன இரண்டை இணைக்கும்போது கிடைக்கும் தருக்கம் NOR வாயிலின் தருக்கமாகும். இதனை பின்வருமாறு காட்டலாம். (உரு 4.14)



உரு 4.14 - NOR தருக்க வாயிலின் சமனிலைத் தருக்கச் சுற்று

அடிப்படை மெய்நிலை அட்டவணையின் உதவியுடன் இதற்குரிய மெய்நிலை அட்டவணையை பின்வருமாறு கட்டியெழுப்பலாம். (அட்டவணை 4.7 இனைப் பார்க்க)

அட்டவணை 4.7 அடிப்படை மெய்நிலை அட்டவணையின் அடிப்படையில் NOR தருக்க வாயிலிற்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை

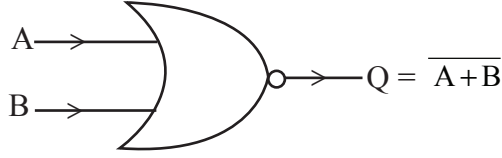
A	B	$Q_1 = A+B$	$Q = \overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

அவதானிப்பு



மேலே NOR தருக்க வாயில்களின் உள்ளீடுகள் இரண்டும் 0 ஆகும்போது பெரும்பாலும் வருவிளைவு 1 ஆகும். அவ்வாறே இரண்டுக்கு மேம்பட்ட உள்ளீடுகளைக் கொண்ட OR தருக்க வாயில்களில் உள்ளீடுகள் அனைத்தும் 0 ஆகும்போது வருவிளைவு 1 ஆக அமைந்திருக்கும்.

இதற்கமைய NOR வாயில்கள் இரண்டு ஒன்றோடொன்று தொடர்நிலையில் இணைந்துள்ள OR, NOT வாயில்கள் இரண்டிற்கு சமவலுவானது. NOR வாயிலிற்குரிய பூலியன் கோவை மற்றும் தருக்கக் குறியீடு உரு 4.15 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.15 NOR தருக்க தரவுக்குரிய பூலியன் கோவையும் குறியீடும்.

இதற்குரிய தருக்கச் சுற்று, மெய்நிலை அட்டவணை ஆகியன அட்டவணை 4.8 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

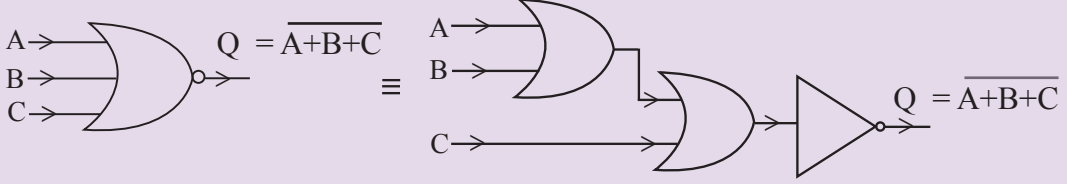
அட்டவணை 4.8 NOR தருக்க வாயிலுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணை

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

செயற்பாடு



A, B, C என மூன்று உள்ளீடுகள் குறிப்பிட்ட Q எனும் பெறுமதியினைப் பெறுவதற்குரிய தருக்கச் சுற்று உரு 4.16 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

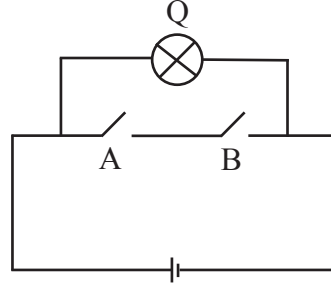


உரு 4.16 மூன்று உள்ளீடுகள் கொண்ட NOR தருக்க வாயில்

1. இதற்குரிய பூலியன் கோவையை எழுதுக.
2. மேற்படி வருவிளைவைப் பெறுவதற்கான மெய்நிலை அட்டவணையை எழுதுக.

4.4.2 NAND வாயில் (NAND gate)

NAND செய்கையை விளங்கிக்கொள்ள உரு 4.17 இல் காட்டப்பட்ட எளிய மின்சுற்றைக் கருதுவோம்.

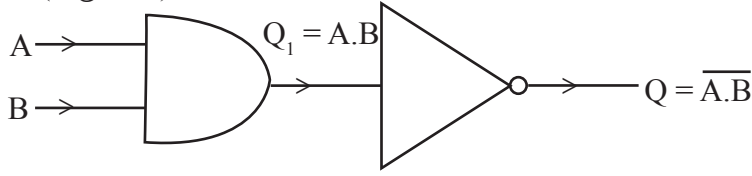


உரு 4.17 NAND தருக்க வாயிலிலுள்ள மின் சுற்று

இங்கு A, B ஆகிய ஆளிகள், Q எனும் மின்குமிழ் ஆகியன எளிய மின் கலங்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு ஆளிகளையும் உள்ளீடாகவும் மின் குமிழை வருவிளைவாகவும் கொள்வோம். இங்கு A, B ஆகிய ஆளிகள் மூடியுள்ள நிலையில் மட்டுமே மின்குமிழ் ஒளிராது. ஏனைய எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் மின்குமிழ் ஒளிரும். இந்த செயன்முறையை அட்டவணையில் பின்வருமாறு காட்டலாம்.

NAND செய்கையின் நிரப்பு செய்கை அல்லது NOT, AND செய்கைக்குரிய தருக்கவாயில் NAND தருக்கவாயில் எனப்படும். இங்கு AND வாயிலின் வருவிளைவை NOT

வாயிலுடன் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டிக்கும்போது அதனைப் பின்வருமாறு காட்டலாம். (உரு 4.18)



உரு 4.18 NAND தருக்க வாயிலுக்கான தருக்கச் சுற்று

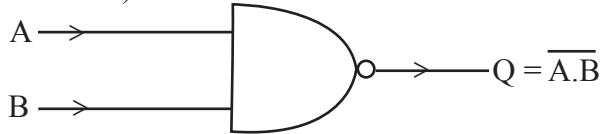
அடிப்படை தருக்க வாயில்களுக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணையின் இந்த தருக்கத் துக்குரிய மெய்நிலை அட்டவணையை பின்வருமாறு கட்டியெழுப்பலாம். (அட்டவணை 4.9 இணைப் பார்க்க).

A	B	$Q = A.B$	$Q = \overline{A.B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

அட்டவணை 4.9

உரு 4.19 அடிப்படை மெய்நிலை அடிப்படையின் உதவியுடன் NAND தருக்க வாயிலிற்கான மெய்நிலை அட்டவணை

இதனை எடுத்துக் காட்டும் பூலியன் கோவையும் குறியீடும் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன. (உரு 4.19 இணைப் பார்க்க).



உரு 4.19 NAND தருக்க வாயிலிற்குரிய பூலியன் கோவையும் குறியீடும்.

NAND தருக்க வாயிலின் மெய்நிலை அட்டவணை 4.10 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

A	B	$Q = A.B$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

அட்டவணை 4.10 NAND தருக்க வாயிலிற்கான மெய்நிலை அட்டவணை

அவதானிப்பு

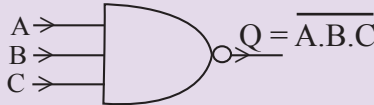


NAND தருக்க வாயிலின் உள்ளீடுகள் இரண்டும் 1 ஆக அமையும்படித்து எப்போதும் வருவிளைவு 0 ஆகும்.

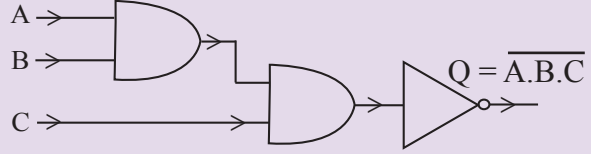
செயற்பாடு



1. A, B, C ஆகிய உள்ளீடுகள் மூன்று உள்ளபோது R எனும் வருவிளைவுக்குரிய தருக்கச் சுற்று வருமாறு



≡



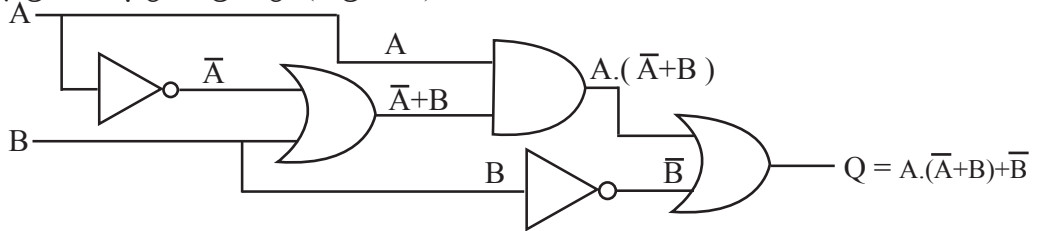
உரு 4.20 மூன்று உள்ளீடுகள் கொண்ட NAND தருக்க வாயில்

1. இதற்குரிய பூலியன் கோவையை எழுதுக.
2. இதற்குரிய வருவிளைவின் மெய்நிலை அட்டவணையைக் கட்டியெழுப்புக.

4.5 பூலியன் கோவையுடன் தொடர்பான தருக்கச் சுற்றுகளை நிரூபணித்தல்

$A.(\bar{A}+B)+\bar{B}$ $Q = \bar{A}.(A+B)+\bar{B}$ எனும் பூலியன் அட்சரக் கணிதக் கோவையைப் பெறுவதற்கு தருக்க வாயில்கள் கொண்ட சுற்றினை அமைப்போம்.

இந்தச் சுற்றில் A, B இரண்டு என உள்ளீடுகள் உள்ளன. பூலியன் கோவைக்குரிய தருக்கச் சுற்று வருமாறு (உரு 4.21)



உரு 4.21 $Q = A.(\bar{A}+B)+\bar{B}$ எனும் பூலியன் அட்சரக் கணிதக் கோவைக்குரிய சுற்று.

செயற்பாடு

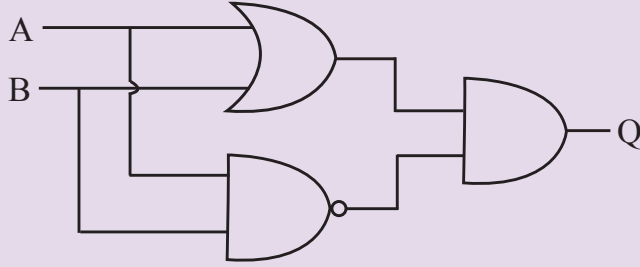


01. பின்வரும் பூலியன் கோவைக்குரிய இலக்கமுறைச் சுற்றுக்களை வரைந்து மெய்நிலை அட்டவணையை உருவாக்குக.

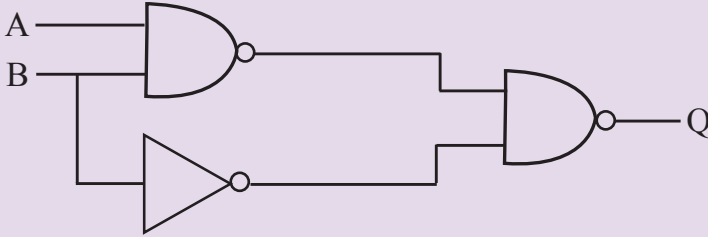
- (a) $A+A.B$
- (b) $A.(A+B)$
- (c) $(A+B).(A.\bar{C})$

02. பின்வரும் இலக்கமுறைச் சுற்றுக்குரிய பூலியன் கோவையை எழுதி அதற்குரிய மெய்நிலை அட்டவணையைக் கட்டியெழுப்புக.

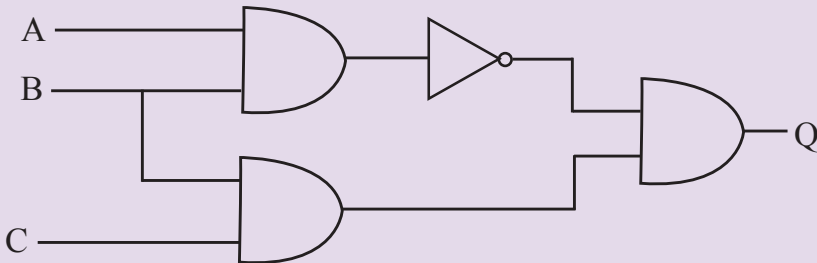
(a).



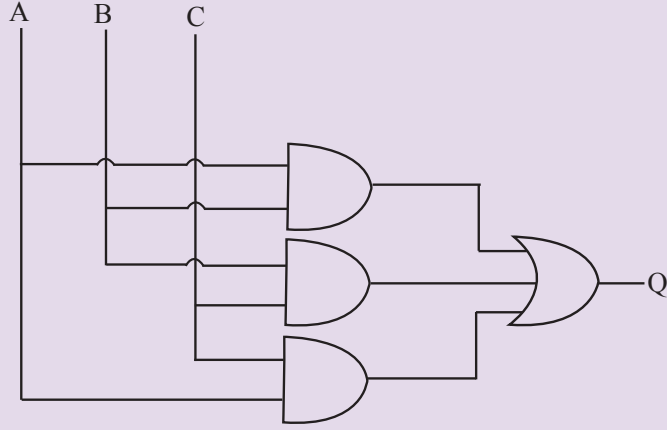
(b).



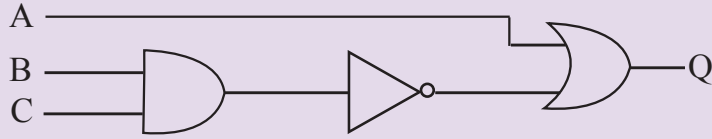
(c).



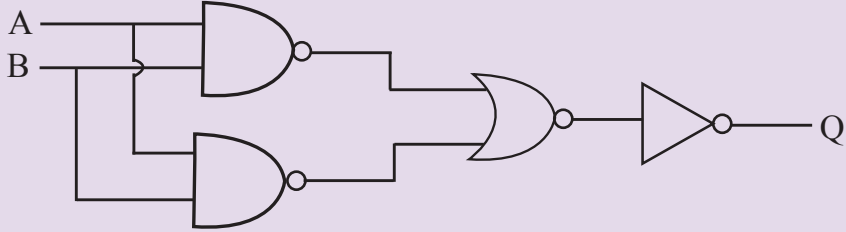
(d).



(e)



(f)



செயற்பாடு



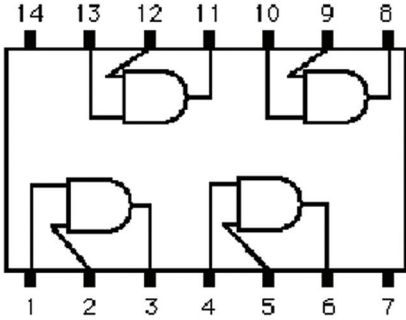
இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் நீங்கள் கற்ற தருக்க வாயில்கள் அனைத்தையும் Multimedia Logic (MM Logic) மென்பொருளைப் பயன்படுத்தி வரைந்து அதன் உள்ளீட்டுப் பெறுமானங்களின் போதான தொழிற்பாட்டை அவதானிக்க. (<http://www.softronix.com/logic.html>)

4.6 தருக்கத் தொகையிடுஞ் சுற்றுக்கள் (Integrated Circuits)

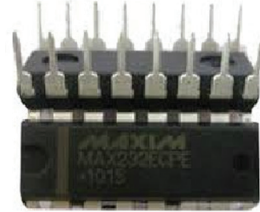
இலத்திரனியற் சுற்றுக்களை உருவாக்கத் தேவையான இலத்திரனியல் கூறாக தொகையிடுஞ் சுற்றினைக் (IC) குறிப்பிடலாம். மேலும், சிக்கலான இலத்திரனியல் சுற்றுப் பகுதிகளைக் கொண்டதாகும். உதாரணமாக நவீன தொலைக்காட்சி, கையடக்கத் தொலைபேசி போன்றவற்றில் சுற்றுப் பகுதிகள் ஏராளமாக காணப்படும். திரான்சிஸ்டர், (Transistor), தடையிகள் (Resistor) கொள்ளளவிகள் (Capacitor) இருவாயிகள் (Diodes) ஆகியவற்றைக் கொண்டதும் குறிப்பிட்ட தொழிற்பாடொன்றை ஆற்றுவதற் கெனத் தயாரிக்கப்பட்டதுமான விசேட சுற்றே தொகையிடுஞ் சுற்றாகும். ஒரு சுற்றுப் பகுதியை முழுமையாக ஒரு கவசத்தில் இட்டுத் தயாரிக்கக்கூடிய தொழினுட்ப முறைகள் தற்போது பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இவ்வாறு தயாரிக்கப்படும் சுற்றே தொகையிடுஞ் சுற்று எனப்படும்.

உரு 4.23 இல் காட்டப்பட்டுள்ள நுண்முறை வழியாக்கியில் (Microprocessor) தருக்க வாயில்களில் பயன்படுத்தப்படும் தொகையிடுஞ் சுற்றுக்கள் ஏராளமாகக் காணப்படும்.

இந்தத் தொகையிடுஞ் சுற்றில் தருக்கவாயிற் சுற்றுக்கள் உள்ளடங்கியிருக்கும். உதாரணமாக உரு 4.22 இல் AND வாயில் பயன்படுத்தப்படும் தருக்க தொகையிடுஞ் சுற்றுக் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு எல்லா வகைத் தருக்க வாயில்களும் உள்ளடங்கியவாறாக அமைக்கப்பட்ட தொகையிடுஞ் சுற்றுகளும் உள்ளன.



உரு 4.22 AND வாயில்களை கொண்ட தருக்க தொகையிடுஞ் சுற்று



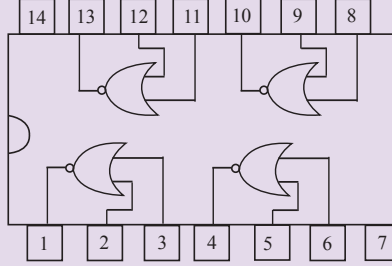
உரு 4.23 தொகையிடுஞ் சுற்றின் புறத்தோற்றம்

இந்தத் தொகையிடுஞ் சுற்றுகளில் (உரு 4.23 யைப் பார்க்க) 1, 2, 4, 5, 9, 10, 12, 13 ஆகிய முனைகள் (Pins) உள்ளீடுகளாகும். இதிலுள்ள 3, 6, 8, 11 ஆகிய முனைகள் வருவிளைவுகளாகும். மேலும், உரு 4.24 இல் 14 முனைகள் கொண்ட தொகையிடுஞ் சுற்றின் புறத்தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது.

செயற்பாடு



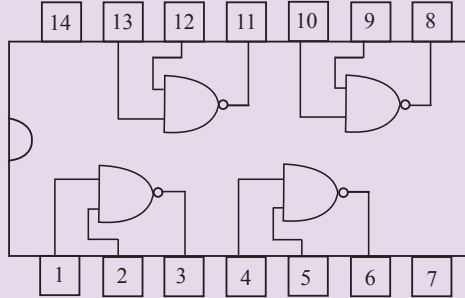
1. பின்வரும் தொகையிடுஞ் சுற்றைக் (IC) (உரு 4.24) கருதுக.



உரு 4.24 NOR தருக்க தொகையிடும் சுற்று

மேலே காட்டிய சுற்றில் 1, 2, 3 ஆகிய முனைகளைக் கருத்திற் கொள்ளும்போது முனைகள் 2 = 0, 3 = 0 ஆகுமெனின் முனை 1 யாதாயிருக்கும்?

02. கீழே தரப்பட்டுள்ள தொகையிடுஞ் சுற்று (IC) (உரு 4.25) 1, 2, 3 ஆகிய முனைகள் 1 = 1, 2 = 1 ஆகுமெனின் முனை 3 யாதாயிருக்கும்?



உரு 4.25 NAND தருக்க தொகையிடுஞ் சுற்று

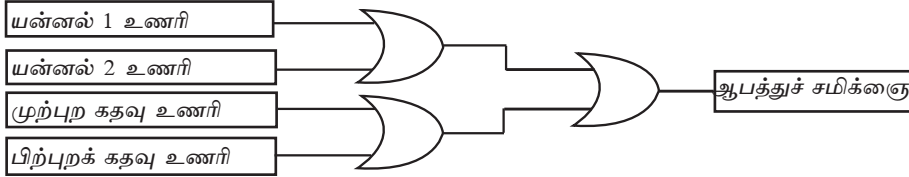
4.7 தருக்க வாயில்களின் நடைமுறை பிரயோகங்கள்

உதாரணம் -1

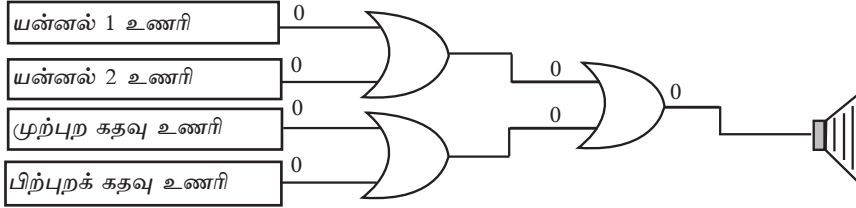
வீட்டு அலார முறைமை (Home alarm system)

வீட்டில் கள்வர் நுழைய முற்படும்போது அது பற்றி வீட்டினுள்ளே யிருப்போருக்கு அறிவிக்கும் சமிக்கைத் தொகுதி கீழே காட்டப்பட்டுள்ளது. இது OR தருக்க வாயில்களைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன்மூலமாக வீட்டு யன்னல்கள் இரண்டு மற்றும் முன், பின்புறக் கதவுகள் இரண்டு ஆகியன

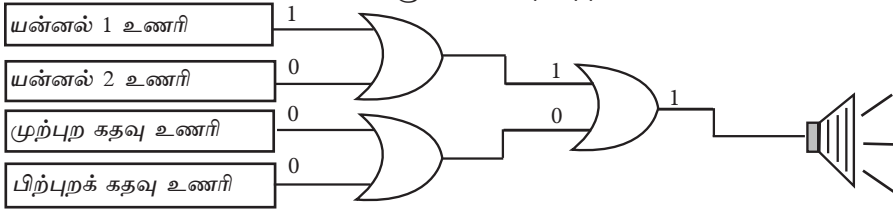
பாதுகாக்கப்படும். இவற்றுள் எந்த யன்னலையோ கதவையோ திறந்தால் ஆபத்து சமிக்ஞைக் கருவி இயங்கி ஒலி எழுப்பும். இந்த சுற்றினை நடைமுறையில் பயன்படுத்தும் போது ஜன்னல், கதவுகளுக்குரிய தருக்க வாயில்கள், உணரிகளுடன் (Sensors) இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த சுற்றில் யன்னல், கதவுகள் ஆகியன திறந்துள்ள நிலைக்குரிய உள்ளீடு 1 எனவும் மூடியுள்ள சந்தர்ப்பத்தில் உள்ளீடு 0 எனவும் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. உரு 4.27 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு இதன் உள்ளீடுகள் அனைத்தும் மூடிய நிலையில் 0 ஆக உள்ள போது ஆபத்து சமிக்ஞை ஒலி எழுப்பப்படாது. அதாவது இந்த நிலையில் யன்னல்கள் அனைத்தும் மூடியிருக்கும். எனினும் ஒரு உள்ளீடு 1 ஆகவோ அல்லது உள்ளீடுகள் அனைத்தும் 1 ஆகவோ உள்ளப்போது ஆபத்துச் சமிக்ஞை ஒலி எழுப்பப்படும். உதாரணமாக உரு 4.28 இல் முதலாவது யன்னல் நபரொருவரால் திறக்கப்பட்டவுடன் வீட்டு உரிமையாளருக்கு அது பற்றி ஆபத்து சமிக்ஞை எழுப்பப்படும் விதம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு சமிக்ஞைத் தொகுதி மூலம் ஆபத்து அறிவிக்கப்படும் சந்தர்ப்பங்கள் அட்டவணை 4.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.26 வீட்டின் ஆபத்து அறிவிப்புச் சமிக்ஞை முறைமை



உரு 4.27 வீட்டின் ஆபத்து அறிவிப்புச் சமிக்ஞை முறைமை மூலம் சமிக்ஞை எழுப்பப்படாத சந்தர்ப்பம்



உரு 4.28 வீட்டின் ஆபத்து அறிவிப்புச் சமிக்ஞை முறைமை மூலம் ஆபத்து அறிவிக்கப்படும் சந்தர்ப்பம்

யன்னல் 1	யன்னல் 2	முன் கதவு	பின்கதவு	சந்தர்ப்பம்
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

சந்தர்ப்பம் (Status)

திறந்த நிலை = 1
 மூடிய நிலை = 0
 ஆபத்து அறிவிப்பு அற்ற நிலை = 0
 ஆபத்து சமிக்ஞை வெளியிடப்படும் நிலை = 1

உதாரணம் -2

வீதி விளக்கு முறைமையில் ஏற்படும் மின் வீண் விரயத்தினைக் குறைப்பதற்காக அமைக்கப்பட்ட சுற்று

புத்தாக்குநர் ஒருவரால் வீதிவிளக்குகளில் ஏற்படும் மின்விரயத்தைக் குறைப்பதற்கு தர்க்கவாயில்களைப் பயன்படுத்தி உருவாக்கப்பட்ட சுற்று (System to Control street lights) உரு 4.29 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த ஒளி/ இருள் உணரி (Dark/Light sensor), கடிகை (Timer) கைமுறை ஆளி (Manual switch) ஆகியன பயன்படுத்தப்பட்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இங்கு விளக்குகள் ஒளிருவதற்காக சந்தர்ப்பங்கள் சில காட்டப்பட்டுள்ளன.

அவையாவன :

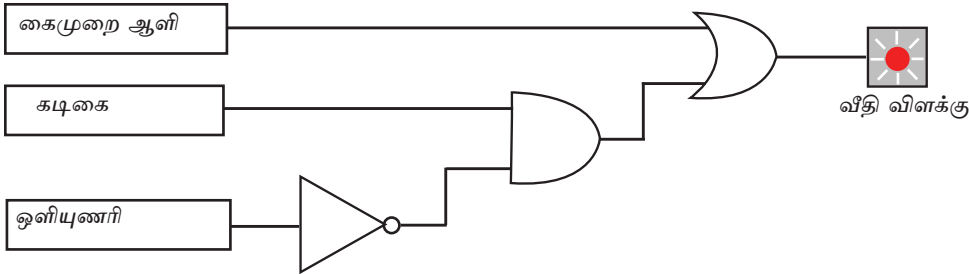
- ◆ கைமுறை ஆளி மட்டும் மூடிய நிலையில் இருக்கும் சந்தர்ப்பம்.
- ◆ சுற்றின் கடிகை உள்ளீடு - 1 அயற்குழல் இருளாக உள்ள சந்தர்ப்பம்

4.7.2.1 கைமுறை ஆளி மட்டும் மூடிய சந்தர்ப்பம்

கைமுறை ஆளி மூடிய நிலையில் உள்ள நிலையைக் கருதும்போது அதன் உள்ளீடு 1 ஆக அமைவதால் விளக்குகள் ஒளிரும்.

4.7.2.2 சுற்றின் கடிகை உள்ளீடு 1 ஆகவும் அயற்குழல் இருட்டிலும் உள்ள சந்தர்ப்பம்

கடிகையின் நேரம் முன்னரே தயார்செய்யப்பட்ட நேரம் ஆகியவற்றுக் கிடையில் வேறுபாடு காணப்படின் உள்ளீடு 1 அல்லது 0 ஆகும். அதாவது பி.ப.6.00, மு.ப.6.00 என ஏற்கனவே தயார் செய்யப்பட்டிருப்பின் உள்ளீடு 1 ஆகவும் மு.ப.6.00 இலிருந்து பி.ப.6.00 மணி வரையிலான கால உள்ளீடு 0 ஆகவும் இருக்கும். மேலும், ஒளி உணரியின் முன்னரே தயார்செய்த பெறுமானங்களுக்கோ அதைவிட அதிகமான ஒளியுள்ள சந்தர்ப்பத்திலோ சூழல் மழை முகில்களினால் இருட்டாக உள்ளபோது ஒளியுணரியின் பெறுமானம் 0 ஆயினும் கடிகையின் நேரம் பி.ப. 6.00 - மு.ப. 6.00 வரை இல்லையெனில் வீதிவிளக்குகள் ஒளிராது.



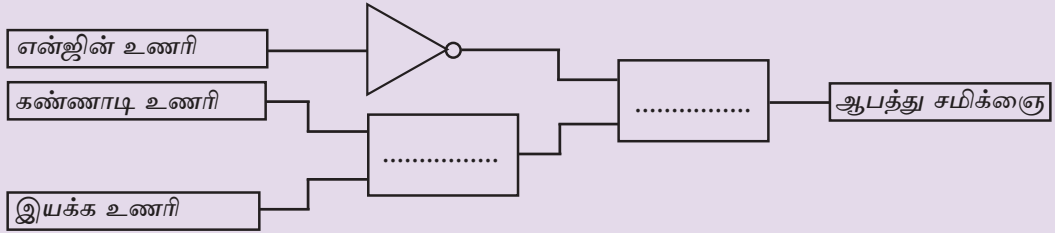
உரு 4.29 வீதி விளக்குகளில் ஏற்படும் மின் விரயத்தைக் குறைப்பதற்கான சுற்று


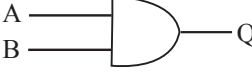
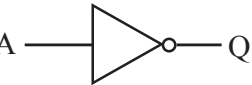

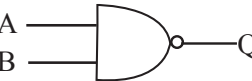
செயற்பாடு



மோட்டார் வாகன உதிரிப்பாக உற்பத்தியாளர்களினால் மோட்டார் வாகன என்ஜின் செயற்படும் சந்தர்ப்பத்தில் வாகனத்தில் அசைவு அல்லது கண்ணாடிக்குப் பாதிப்பு ஏற்பட்டால் சமிக்ஞை ஒலியை எழுப்பக்கூடிய பாதுகாப்புச் சுற்று முறைமை உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கென மோட்டார் வாகன என்ஜின் இயங்கும்போது மட்டும் வருவிளைவு 1 ஆக அமையக்கூடிய உணரியும் கண்ணாடிக்குப் பாதிப்பு ஏற்படும்போது மட்டும் வருவிளைவு 1 ஆக அமையக்கூடிய உணரியும் வாகனம் இயங்கும்போது மட்டும் வருவிளைவு 1 ஆக அமையக்கூடிய உணரியும் பயன்படுத்தப்படும்.

இந்தச் சுற்று அடிப்படை தருக்க வாயில்கள் மூன்றைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றுள் ஒன்று NOT வாயிலாகும். ஏனைய வாயில்கள் இரண்டும் வெற்றுக் கூட்டினை கொண்டுள்ளது. அதற்குப் பொருத்தமான தருக்க வாயில்கள் யாவை? இந்த வாயில்களை பயன்படுத்தி சுற்றினை மீண்டும் வரைக.



Logic Gate	Symbol	Boolean Expression	Truth Table															
OR		$Q = A+B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Q	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	Q																
0	0	0																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	1																
AND		$Q = A.B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Q	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Q																
0	0	0																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	1																
NOT		$Q = \bar{A}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	Q	0	1	1	0									
A	Q																	
0	1																	
1	0																	
NOR		$Q = \overline{A+B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Q	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	Q																
0	0	1																
0	1	0																
1	0	0																
1	1	0																
NAND		$Q = \overline{A.B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>Q</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	Q	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Q																
0	0	1																
0	1	1																
1	0	1																
1	1	0																