4 තාර්කික ද්වාර සමග බූලීය වීජ තර්කය

මෙම පරිච්ඡේදය හැදෑරීමෙන් ඔබට,

- ඉලෙක්ට්‍රොනික විද්‍යාවේ භාවිත වන සංඥා මට්ටම්,
- මූලික තාර්කික ද්වාර සහ සංයුක්ත තාර්කික ද්වාර සංකේත,
- බූලීය ප්‍රකාශන හා සත්‍යතා වගු ඇසුරෙන් දැක්වීම,
- සංයුක්ත තර්ක ද්වාර මූලික තාර්කික ද්වාර ඇසුරෙන් නිර්මාණය කිරීම,
- බූලීය ප්‍රකාශනවලට අදාළ සංඛ්‍යාංක පරිපථයන් ඇඳීම,
- සංඛ්‍යාංක පරිපථවලට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශන ලියා ඊට අදාළ සත්‍යතා වගු ගොඩනැගීම,
- සංගෘහිත පරිපථ,
- තාර්කික ද්වාරවල ප්‍රායෝගික යෙදීම්

පිළිබඳ ව අවබෝධයක් ලබා ගැනීමට හැකි වනු ඇත.

4.1 හැඳින්වීම

එදිනෙදා ජීවිතයේ දී ජීවීන් අතර සන්නිවේදනය විවිධාකාරයෙන් සිදු වේ. ඈත අතීතයේ දී යොදා ගත් සන්නිවේදන ක්‍රමයක් වන අණබෙර ගැසීම තුළින් මිනිසාට පණිවිඩ නිකුත් කරන බව යන සංඥාව නිකුත් කරයි. තව ද දුම්රිය ස්ථානයක නවත්වා ඇති දුම්රියක ගමන් ආරම්භය සඳහා දුම්රිය නියාමක නළාවක් ශබ්ද කොට කොළපාට කොඩියක් සොලවා සංඥාවක් නිකුත් කරයි. දුම්රියෙහි ගමන ආරම්භයට සංඥා පහනෙහි කොළපාට බල්බය දැල්වී තිබිය යුතු අතර රතුපාට බල්බය දැල්වේ නම් දුම්රිය නැවැත්විය යුතු ය.

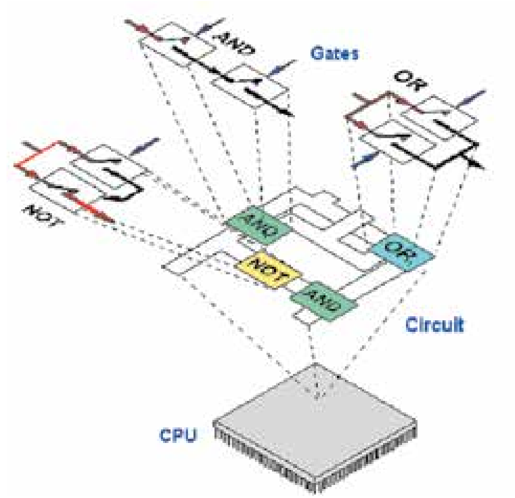
මුදල් සේප්පුවක් විවෘත කිරීම සඳහා යතුරු දෙකක් භාවිත කෙරේ නම් එම දොර විවෘත කිරීමට යතුරු දෙක ම අවශ්‍ය වේ.

ඔබ කාරයක ගමනක් යාමට ප්‍රථම කාරයට නැග දොරවල් නිවැරදි ව වැසිය යුතු ය. මෙහි දී කාරයේ එක් දොරක් හෝ නිවැරදි ව වැසී නොමැති නම් ඒ පිළිබඳව වාහනයේ බල්බයක් දැල්වී හෝ හඬක් නිකුත් හෝ වී රියැදුරුට සංඥාවක් නිකුත් කරයි. දොරවල් සියල්ල වැසුණු පසු ව මෙම සංඥා නිකුත් වීම නවතින අතර වාහනය ගමන ඇරඹීමට නම් මෙම දොරවල් හතර ම නිවැරදි ව වැසිය යුතු ය. තව ද ඔබ කාරයක අසුනේ වාඩි වී ආසන පටිය පැළඳිය යුතු ය. එසේ නොමැති නම් ඒ බව කාරය සංඥාවක් නිකුත් කර දැනුම් දෙයි. මෙසේ සාමාන්‍ය ජීවිතයේ දී අප සංඥා භාවිතා කරන්නා සේම පරිගණකය ද සංඥා උපයෝගී කර ගනී.

4.2 තාර්කික ද්වාර

ද්විමය සංඛ්‍යා අනුසාරයෙන් යම් යම් තර්ක තත්ත්ව ගොඩ නැංවීමටත් ඒ අනුව යම් යම් තීරණ ගැනීමටත් හැකි වන පරිපථ තාර්කික පරිපථ (Logic Circuits) ලෙස හැඳින්වේ. පරිගණකයක් සෑදී ඇත්තේ සංකීර්ණ සංඛ්‍යාංක පරිපථ රාශියක එකතුවෙනි. මෙම ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථ නිර්මාණය කොට ඇත්තේ තාර්කික ද්වාර නැමැති මූලික තාර්කික පරිපථ රාශියක් අවශ්‍ය පරිදි එකිනෙකට සම්බන්ධ කිරීමෙනි.

මාධ්‍ය සැකසුම් ඒකකය සෑදී ඇත්තේ තාර්කික ද්වාර අතිවිශාල සංඛ්‍යාවක් එකතු වීමෙනි. 4.1 රූපයේ දක්වෙන්නේ ද AND, OR සහ NOT යන මූලික තාර්කික ද්වාර සම්බන්ධ වී සෑදුන පරිපථයකි.



රූපය 4.1 - මූලික තාර්කික ද්වාර සම්බන්ධිත පරිපථය

තාර්කික ද්වාරයක් මගින් සිදු කෙරෙන්නේ එය වෙත ආදානය කෙරෙන ආදානයක් හෝ ආදාන කිහිපයක් සලකා බැලීමෙන් පසු අදාළ ප්‍රතිදානයක් ලබා දීමයි.

තාර්කික ද්වාර නිපදවීමේ තාක්ෂණික ක්‍රම ගණනාවක් ඇති අතර එහි අභ්‍යන්තර පරිපථය ට්‍රාන්සිස්ටර, ඩයෝඩ සහ ප්‍රතිරෝධ ආදී අංගවලින් සමන්විත වේ.

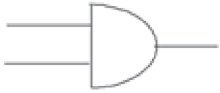
තාර්කික ද්වාර පරිපථ භාවිත වන ආකාරය අනුව කොටස් දෙකකට වෙන් කළ හැක.

1. මූලික තාර්කික ද්වාර (Basic Logic Gates)

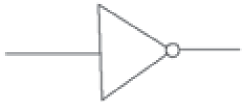
2. සංයුක්ත තාර්කික ද්වාර (Combinational Logic Gates)

4.3 මූලික තාර්කික ද්වාර

මූලික තාර්කික ද්වාර වර්ග තුනකි. එනම්,

1. AND ද්වාරය (AND gate) 

2. OR ද්වාරය (OR gate)

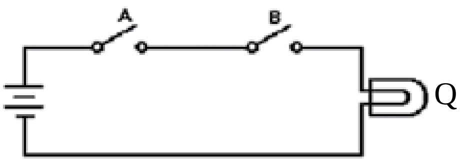
3. NOT ද්වාරය (NOT gate) 

4.3.1 AND ද්වාරය

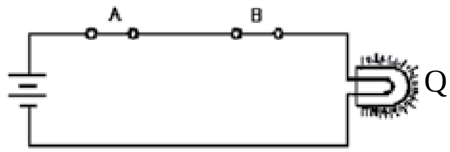
AND තර්කය තේරුම් ගැනීමට පහත උදාහරණ සලකා බලමු.

- ඔබගේ පරිගණක විද්‍යාගාරයේ දොර යතුරු දමා වසා ඉබ්බෙක් ද දමා ඇත්නම් එය ඇරීමට නම් දොරේ යතුර ද, ඉබ්බාගේ යතුර ද අවශ්‍ය වේ. මෙම යතුරු දෙක ම භාවිත කළොත් පමණක් දොර විවෘත කළ හැක. දොරේ යතුර හෝ ඉබි යතුර පමණක් භාවිත කළ හොත් දොර ඇරිය නොහැක. තව ද යතුරු නොමැති නම් දොර ඇරිය නොහැක.

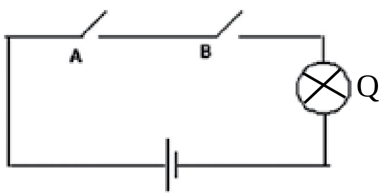
- AND මෙහෙයුම තේරුම් ගැනීමට පහත දැක්වෙන සරල ශ්‍රේණිගත විද්‍යුත් පරිපථය සලකා බලමු.



රූපය 4.2 - A හා B ආදාන දෙකෙහි තර්කන අවස්ථාව 0 වූ විට විද්‍යුත් පරිපථය



රූපය 4.3 - A හා B ආදාන දෙකෙහි තර්කන අවස්ථාව 1 වූ විට විද්‍යුත් පරිපථය



රූපය 4.4 - AND තාර්කික ද්වාරයට තුල්‍ය විද්‍යුත් පරිපථය

මෙහි A හා B ස්විච්චි දෙකක් හා Q බල්බයක් සරල කෝෂ දෙකක් සමග ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කොට ඇත. ස්විච්චි දෙක ආදාන ලෙස ද බල්බය ප්‍රතිදානය ලෙස ද ගනිමු.

මෙහි දී A ස්විච්චිය හා B ස්විච්චිය යන දෙක ම සංවෘත ව ඇති අවස්ථාවේ දී පමණක් බල්බය දැල්වේ. A ස්විච්චිය පමණක් හෝ B ස්විච්චිය පමණක් හෝ සංවෘතව ඇති අවස්ථාවේ දී බල්බය නොදැල්වේ. තව ද ස්විච්චි දෙක ම විවෘත ව ඇති අවස්ථාවේ දී ද බල්බය නොදැල්වේ.

ස්විච්චි විවෘත ව ඇති අවස්ථාව හෝ බල්බය නිවී ඇති අවස්ථාව තර්ක "0" මගින් ද (රූපය 4.2) එක් එක් ස්විච්චිය සංවෘත ව ඇති අවස්ථාව හෝ බල්බය දැල්වෙන අවස්ථාව තර්ක " 1'' මගින් ද (රූපය 4.3) දැක්වූ විට, AND තර්ක ද්වාරයක ආදාන හා ප්‍රතිදාන අතර සම්බන්ධතා පහත වගුවෙහි දැක්වේ. (වගුව 4.1)

වගුව 4.1 - AND ට තුල්‍ය විද්‍යුත් පරිපථයෙහි බල්බයේ ස්වභාවය

A	B	Q
විවෘත	විවෘත	නොදැල්වේ
විවෘත	සංවෘත	නොදැල්වේ
සංවෘත	විවෘත	නොදැල්වේ
සංවෘත	සංවෘත	දැල්වේ

වගුව 4.2 - AND තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

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

මෙහි Q =1 වන්නේ A සහ B ආදාන දෙක ම තර්ක "1" අවස්ථාවේ පවතින විට පමණි. ආදාන දෙක ම තර්ක "0" අවස්ථාවේ පවතින විට ද එක් ආදානයක් තර්ක "1"ද අනෙක් ආදානය තර්ක "0" ද අවස්ථාවේ පවතින විට ද Q = 0 වේ. මෙම වගුව AND තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව (Truth Table) ලෙස හැඳින්වේ. (වගුව 4.2)

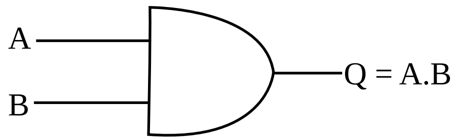
නිරීක්ෂණය

AND ද්වාරයක ප්‍රතිදානය 0 වීමට නම් අවම වශයෙන් එක් ආදානයක් වත් 0 විය යුතු ය.

මෙම ද්වාරයට ආදාන දෙකක් ඇති බැවින් වගුවේ අවස්ථා හතරක් ($2^2 = 4$) ක් පෙන්නුම් කරයි.

AND ද්වාරයක තර්කනය වන්නේ " A සහ B " (A AND B) යන්න ය. මෙය නිරූපනය කිරීමට බූලියානු අංකනය භාවිත කරන අතර එය A.B ලෙස දැක්වේ.

AND ද්වාරයට අදාළ බූලීය වීජ ප්‍රකාශනය හා AND ද්වාරයේ සංකේතය පහත දැක්වේ.

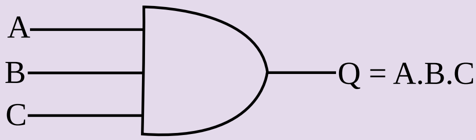


රූපය 4.5 - AND තාර්කික ද්වාරයට අදාළ
බූලීය වීජ ප්‍රකාශනය හා සංකේතය

මෙම AND තාර්කික ද්වාරයට අවම වශයෙන් ආදාන දෙකක් පවතින අතර ආදාන දෙකකට වඩා සහිත AND තාර්කික ද්වාර පවතී. ආදාන තුනක් සහිත AND තාර්කික ද්වාරයක් පහත දැක්වේ.

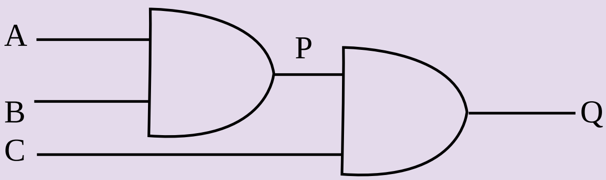
ක්‍රියාකාරකම

1. A, B හා C ලෙස ආදාන තුනක් දී ඇති විට Q නම් ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට අදාළ AND තාර්කික ද්වාරය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.6)



රූපය 4.6 - ආදාන තුනක් සහිත AND තාර්කික ද්වාරය

මෙම AND තාර්කික ද්වාරය පහත පරිපථයට තුල්‍ය වේ. (රූපය 4.7)



රූපය 4.7 - ආදාන තුනක් සහිත AND තාර්කික ද්වාරයට තුල්‍ය තාර්කික පරිපථය

I. මෙහි A හා B ආදාන වන AND තාර්කික ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය වන P ලියා දක්වන්න.
II. P හා C ආදාන වන AND තාර්කික ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය වන Q ලියා දක්වන්න.
III. මෙම Q හි අගය ඉහත A, B හා C ආදාන තුනක් සහිත AND තාර්කික ද්වාරයේ ප්‍රතිදානයට සමාන වේ.

එම නිසා මෙම පරිපථයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය නම්,

Q = A.B.C

ඉහත පරිපථයට අදාළ සත්‍යතා වගුවේ අවස්ථා 8 ක් ඇත. මෙහි ආදාන 3 ක් ඇති බැවින් සත්‍යතා වගුවේ අවස්ථා 8 ක් ($2^3 = 8$) ඇත.

2. පහත වගුවේ හිස්තැන් පුරවන්න. ඔබට මීට පෙර ඉගෙන ගත් ආදාන 2 කට අදාළ AND ද්වාරයේ සත්‍යතා වගුව (වගුව 4.3) ඇසුරෙන් A.B තීරය සම්පූර්ණ කළ හැක. පසු ව A.B.C සම්පූර්ණ කරන්න.

වගුව 4.3 - ආදාන තුනක් සහිත AND තර්කන ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

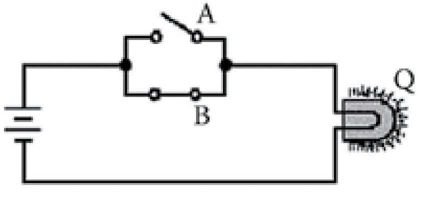
A	B	C	A.B	Q=A.B.C
0	0	0	0	......
0	0	1	......	0
0	1	0	0	......
0	1	1	......	......
1	0	0	0	0
1	0	1	......	......
1	1	0	......	0
1	1	1	......	......

4.3.2 OR ද්වාරය (OR gate)

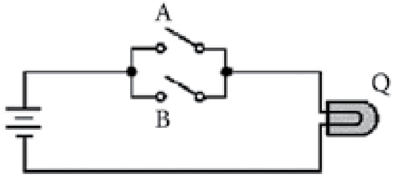
OR තර්කය තේරුම් ගැනීමට පහත උදාහරණ සලකා බලමු.

- දොර දෙකේ බස් රථයක ගමන් ගන්නා මගියෙකුට ඉදිරිපස හෝ පසුපස දොරටුවෙන් බැස යා හැකි ය.
- තම නිවසට ළඟාවීමට පාරවල් කිහිපයක් ඇත්නම් එම ඕනෑ ම පාරකින් ඔහුට තම නිවසට ළඟාවීමට හැක.
- පහත දැක්වෙන සරල විද්‍යුත් පරිපථය සලකා බලමු. (රූපය 4.8 හා 4.9)

මෙහි A හා B ස්විච්ච දෙකක් හා Q බල්බයක් සරල කෝෂ දෙකක් සමග සමාන්තරගත ව සම්බන්ධ කොට ඇත. ස්විච්චි දෙක ආදාන ලෙස ද බල්බය ප්‍රතිදානය ලෙස ද ගනිමු.



රූපය 4.8 - ආදාන දෙකෙහි එක් තර්කන අවස්ථාවක් 1 වූ විට විද්‍යුත් පරිපථය



රූපය 4.9 - ආදාන දෙකෙහි තර්කන අවස්ථාව 0 වූ විට විද්‍යුත් පරිපථය

මෙම පරිපථයෙහි බල්බය දැල්වෙන්නේ A ස්විච්චිය හෝ B ස්විච්චිය (A හෝ B) හෝ A හා B ස්විච්චි දෙක ම හෝ වසා ඇති විට පමණි. මෙය පහත පරිදි වගුවක (වගුව 4.4) දැක්විය හැකි ය.

වගුව 4.4 - OR ද්වාරයට තුල්‍ය විද්‍යුත් පරිපථයෙහි බල්බයේ ස්වභාවය

A	B	Q
විවෘත	විවෘත	නොදැල්වේ
විවෘත	සංවෘත	දැල්වේ
සංවෘත	විවෘත	දැල්වේ
සංවෘත	සංවෘත	දැල්වේ

එක් එක් ස්විච්චිය සංවෘත ව ඇති අවස්ථාව හෝ බල්බය දැල්වෙන අවස්ථාව (රූපය 4.8) තර්ක "1" මගින් ද ස්විච්චියක් විවෘත ව ඇති අවස්ථාව හෝ බල්බය නිවී ඇති අවස්ථාව (රූපය 4.9) තර්ක "0" මගින් ද දැක්වූ විට, එය පහත පරිදි වගුවෙහි දැක්වේ. මෙම වගුව OR තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව (Truth Table) ලෙස හැඳින්වේ. (වගුව 4.5)

වගුව 4.5 - OR තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

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

නිරීක්ෂණය

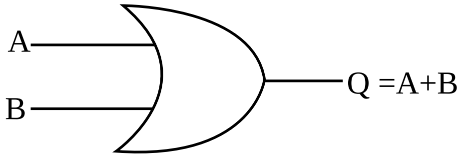
OR ද්වාරයක ප්‍රතිදානය 1 වීමට නම් අවම වශයෙන් එක් ආදානයක් වත් 1 විය යුතු ය.

ඉහත OR තාර්කික ද්වාරයේ ආදාන දෙක ම 0 වූ විට සැම විට ම ප්‍රතිදානය 0 වේ. තව ද ආදාන දෙකකට වඩා වැඩි OR තාර්කික ද්වාරයක එම ආදාන සියල්ල 0 වූ විට සැම විට ම ප්‍රතිදානය 0 වේ.

ඉහත වගුවේ (වගුව 4.5) Q=1 වන්නේ A=1 හෝ B = 1 හෝ A = B =1 හෝ වූ විට ය. මෙම වගුව OR තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව ලෙස හැඳින්වේ.

මෙම මෙහෙයුම බූලීය වීජ ගණිතයෙහි සංකේතාත්මක ව දක්වන්නේ "A + B" ලෙස ය. මෙය ඔබ ගණිතයේ දී සංඛ්‍යා එකතු කිරීම සඳහා භාවිත කරන එකතු කිරීමේ ගණිත කර්මය නොවේ. තව ද ධන සංඛ්‍යාවක් දැක්වීමට භාවිත කෙරෙන ධන ලකුණ ද නොවේ. එනම් එය උච්චාරණය කරන්නේ "A හෝ B" නැතහොත් "A OR B" ලෙස ය.

OR ද්වාරයට අදාළ බූලීය වීජ ප්‍රකාශනය හා පරිපථ සංකේතය පහත (රූපය 4.10) දැක්වේ.

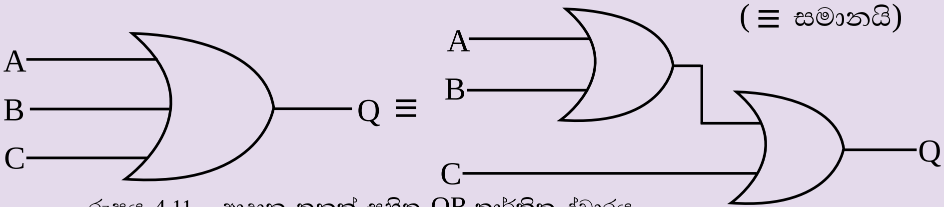


රූපය 4.10 - OR තාර්කික ද්වාරයට අදාළ බූලීය වීජ ප්‍රකාශනය හා සංකේතය

ක්‍රියාකාරකම

A, B හා C ලෙස ආදාන තුනක් දී ඇති විට Q නම් ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට අදාළ OR තාර්කික පරිපථය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.11)

(≡ සමානයි)



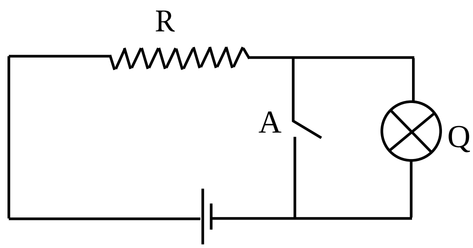
රූපය 4.11 - ආදාන තුනක් සහිත OR තාර්කික ද්වාරය

1. එයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය ලියන්න.
2. ඉහත ප්‍රතිදානය ලබාගැනීමට අදාළ සත්‍යතා වගුව ගොඩනගන්න.

4.3.3 NOT ද්වාරය

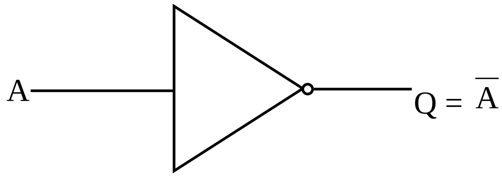
NOT තාර්කික ද්වාරය ගැන සලකන විට අනුපූරක සංඥාව පිළිබඳ ව දැන ගත යුතු ය. ආදානය කෙරෙන තර්ක සංඥාව හඳුනාගෙන එහි අනුපූරක සංඥාව ප්‍රතිදානය කිරීම NOT ද්වාරයක කාර්යයි. මෙහි දී තර්ක සංඥා දෙකෙන් ඕනෑ ම එකක් අනෙකෙහි අනුපූරකය (Complement) ලෙස හැඳින්වේ. එනම් “ 0 ” හි අනුපූරකය “1” වන අතර “1” හි අනුපූරකය “0” වේ.

ආදානය කෙරෙන තාර්කික අගයෙහි අනුපූරකය ප්‍රතිදානය ලෙස ලබා ගැනීම සඳහා යොදනු ලබන ඉලෙක්ට්‍රොනික උපාංගය NOT ද්වාරයයි. පහත දැක්වෙන පරිපථය සලකා බලමු. (රූපය 4.12)



රූපය 4.12 - NOT තාර්කික ද්වාරයට තුල්‍ය විද්‍යුත් පරිපථය

මෙහි A ස්විච්චිය සංවෘත ව ඇති විට බල්බය හරහා ධාරාවක් ගලා නොයන බැවින් එය නොදැල්වේ. එහෙත් A ස්විච්චිය විවෘත ව ඇති විට බල්බය දැල්වේ. මෙහි ප්‍රදානය A වන විට සහ $\overline{A}$ හි අනුපූරකය එහි ප්‍රතිදානයයි. NOT මෙහෙයුමට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය සහ පරිපථ සංකේතය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.13)



රූපය 4.13 - NOT තාර්කික ද්වාරයට අදාළ බූලීය වීජ ප්‍රකාශනය හා සංකේතය

NOT ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වේ. (වගුව 4.6)

වගුව 4.6 - NOT තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

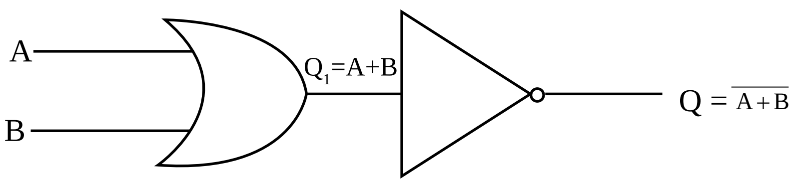
A	Q
0	1
1	0

4.4 සංයුක්ත තාර්කික ද්වාර

සංඛ්‍යාංක පරිගණකය, ගණක යන්ත්‍රය, රෙදි සෝදන යන්ත්‍රය, ක්ෂුද්‍ර තරංග උදුන, ජංගම දුරකථන, නවීන රූපවාහිනී, සංඛ්‍යාංක ඔරලෝසු සහ වායු සමීකරණ ආදී උපකරණවල ක්‍රියාකාරිත්වය රඳා පවතින්නේ තාර්කික ද්වාරවල ක්‍රියාව මත ය. අවශ්‍ය සංකීර්ණ තර්කන ලැබෙන පරිදි විවිධ තාර්කික ද්වාර සංයුක්ත කිරීමෙන් තනා ගත් පරිපථ ඒවායේ යොදා ඇත. මූලික තාර්කික ද්වාර භාවිතයෙන් මෙම සංයුක්ත තාර්කික ද්වාර නිර්මාණය කළ හැක.

4.4.1 NOR ද්වාරය

OR මෙහෙයුමෙහි අනුපූරක මෙහෙයුම හෙවත් NOT OR මෙහෙයුම දැක්වෙන තාර්කික ද්වාරය NOR ද්වාරය ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි දී, OR ද්වාරයක ප්‍රතිදනය NOT ද්වාරයක් වෙත යොමු කරයි. එනම්, OR සහ NOT ද්වාර දෙකක් සංයුක්ත කිරීම NOR ද්වාරයකට සමාන වේ. මෙය පහත පරිදි දැක්විය හැක. (රූපය 4.14)



රූපය 4.14 - NOR තාර්කික ද්වාරයට තුල්‍ය තාර්කික පරිපථය

මූලික සත්‍යතා වගු ඇසුරෙන් මෙයට අදාළ සත්‍යතා වගුව පහත පරිදි ගොඩනැගිය හැක. (වගුව 4.7)

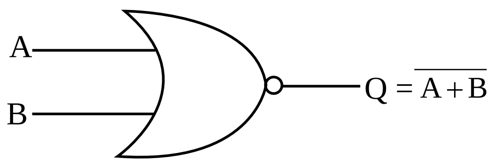
වගුව 4.7 - මූලික සත්‍යතා වගු ඇසුරෙන් NOR තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

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

නිරීක්ෂණය

ඉහත NOR තාර්කික ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය 1 වීම සඳහා ආදාන දෙකම 0 විය යුතු ය. තව ද ආදාන දෙකකට වඩා වැඩි NOR තාර්කික ද්වාරයක එම ආදාන සියල්ල 0 වූ විට සැම විට ම ප්‍රතිදානය 1 වේ.

මේ අනුව NOR ද්වාරය එකිනෙක සමග ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කොට ඇති OR හා NOT ද්වාර දෙකකට තුල්‍ය වේ. NOR ද්වාරයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය සහ තාර්කික පරිපථ සංකේතය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.15)



රූපය 4.15 - NOR තාර්කික ද්වාරයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය සහ සංකේතය

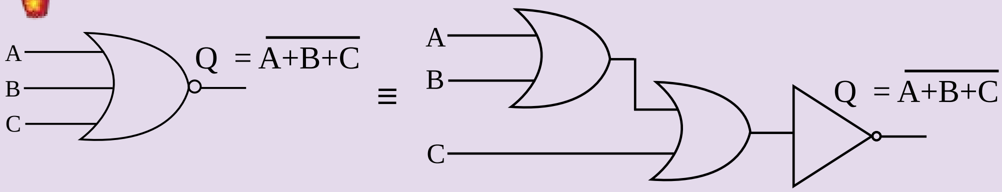
මෙයට අදාළ තාර්කික පරිපථය හා සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වේ. (වගුව 4.8)

වගුව 4.8 - NOR තාර්කික ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

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

ක්‍රියාකාරකම

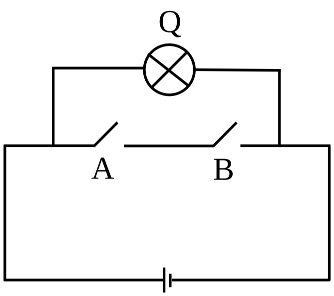
A, B හා C ලෙස ආදාන තුනක් දී ඇති විට Q නම් ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට අදාළ තාර්කික පරිපථය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.16)



රූපය 4.16 - ආදාන තුනක් සහිත NOR තාර්කික ද්වාරය

1. එයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය ලියන්න.
2. ඉහත ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට අදාළ සත්‍යතා වගුව ගොඩනගන්න.

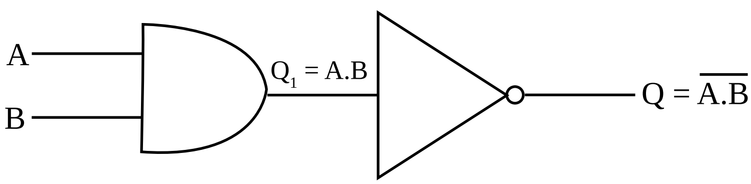
4.4.2 NAND ද්වාරය (NAND gate)



රූපය 4.17 NAND තාර්කික ද්වාරයට තුල්‍ය විද්‍යුත් පරිපථය

• NAND මෙහෙයුම තේරුම් ගැනීමට මෙහි දැක්වෙන සරල විද්‍යුත් පරිපථය සලකා බලමු. (රූපය 4.17) මෙහි A හා B ස්විච්චි දෙකක් හා Q බල්බයක් සරල කෝෂයක් සමග සම්බන්ධ කොට ඇත. ස්විච්චි දෙක ආදාන ලෙස ද බල්බය ප්‍රතිදානය ලෙස ද ගනිමු. මෙහි දී A ස්විච්චිය හා B ස්විච්චිය යන දෙක ම සංවෘත ව ඇති අවස්ථාවේ දී පමණක් බල්බය නොදැල්වේ. අන් සෑම අවස්ථාවක ම බල්බය දැල්වේ.

NAND මෙහෙයුමෙහි අනුපූරක මෙහෙයුම හෙවත් NOT AND මෙහෙයුම දැක්වෙන තාර්කික ද්වාරය NAND ද්වාරය ලෙස හැඳින්වේ. මෙහි දී සිදු වන්නේ AND ද්වාරයක ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයකට ශ්‍රේණිගත ව සම්බන්ධ කිරීම ය. එය පහත පරිදි දැක්විය හැක. (රූපය 4.18)



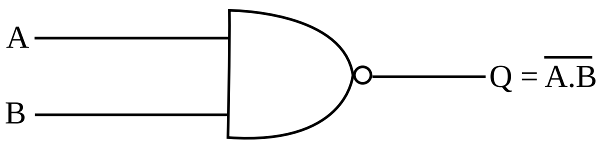
රූපය 4.18 - NAND තාර්කික ද්වාරයට තුල්‍ය තාර්කික පරිපථය

මූලික ද්වාර වලට අදාළ සත්‍යතා වගු ඇසුරෙන් මෙම තර්කයට අදාළ සත්‍යතා වගුව පහත පරිදි ගොඩනැගිය හැක. (වගුව 4.9)

වගුව 4.9 - මූලික සත්‍යතා වගු ඇසුරෙන් NAND තර්ක ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

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

මෙය නිරූපණය කරන බූලීය සංකේතය හා බූලීය ප්‍රකාශනය පහත පරිදි දැක්විය හැක. (රූපය 4.19)



රූපය 4.19 - NAND තාර්කික ද්වාරයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය සහ සංකේතය

NAND තාර්කික ද්වාරයේ සත්‍යතා වගුව පහත දැක්වේ. (වගුව 4.10)

වගුව 4.10 - NAND තාර්කික ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව

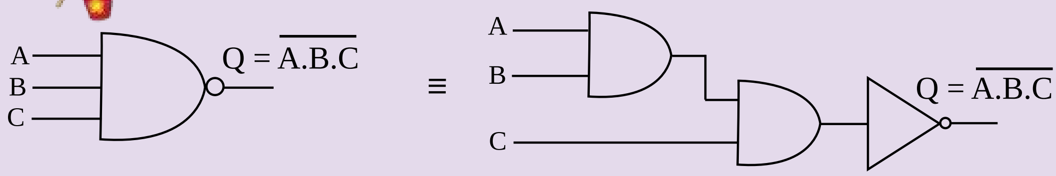
A	B	Q = $\overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

නිරික්ෂණය

NAND තාර්කික ද්වාරයක ආදාන දෙක 1 වූ විට සැම විට ම ප්‍රතිදනය 0 වේ.

ක්‍රියාකාරකම

A, B හා C ලෙස ආදාන තුනක් දී ඇති විට Q නම් ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට අදාළ තාර්කික පරිපථය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.20)



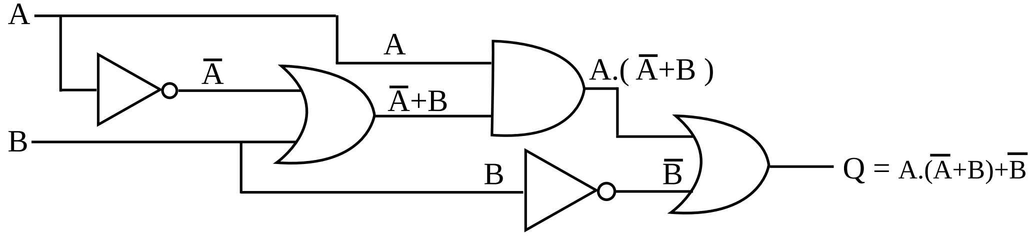
රූපය 4.20 - ආදාන තුනක් සහිත NAND තාර්කික ද්වාරය

1. එයට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශනය ලියන්න.
2. ඉහත ප්‍රතිදානය ලබා ගැනීමට අදාළ සත්‍යතා වගුව ගොඩනගන්න.

4.5 බූලීය ප්‍රකාශනයට අදාළ තාර්කික පරිපථ නිර්මාණය

$Q = A.(\overline{A}+B)+\overline{B}$ යන බූලීය වීජ ප්‍රකාශනය ලබා ගැනීම සඳහා තාර්කික ද්වාරවලින් යුත් පරිපථයක් නිර්මාණය කරමු.

මෙම පරිපථයෙහි ආදාන දෙකක් ඇත. එනම් A හා B ය. ඉහත බූලීය ප්‍රකාශනයට අදාළ තාර්කික පරිපථය පහත දැක්වේ. (රූපය 4.21)



රූපය 4.21 - $Q = A.(\overline{A}+B)+\overline{B}$ යන බූලීය වීජ ප්‍රකාශනයට අදාළ පරිපථය

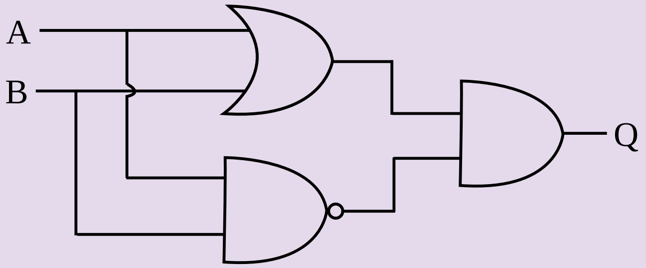
ක්‍රියාකාරකම

1. පහත බූලීය ප්‍රකාශනවලට අදාළ සංඛ්‍යාංක පරිපථය ඇඳ අදාළ සත්‍යතා වගු ගොඩනගන්න.

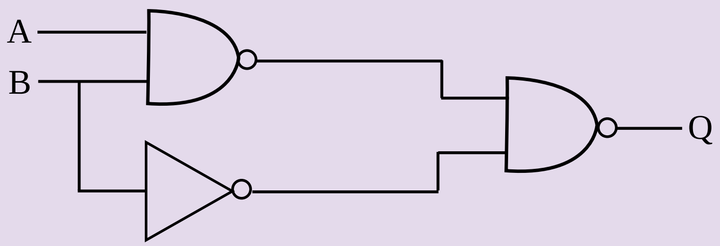
    (a) A+A.B
    (b) A.(A+B)
    (c) $(A+B).(A.\overline{C})$

2. පහත සංඛ්‍යාංක පරිපථවලට අදාළ බූලීය ප්‍රකාශන ලියා ඒට අදාළ සත්‍යතා වගු ගොඩනගන්න.

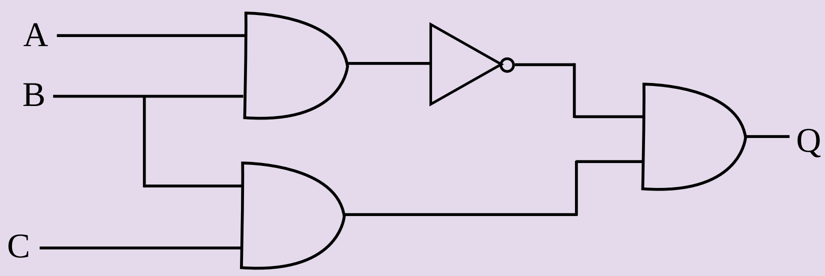
(a).



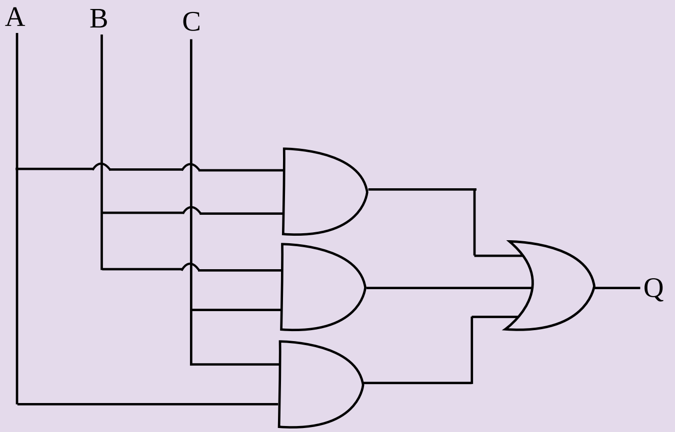
(b).



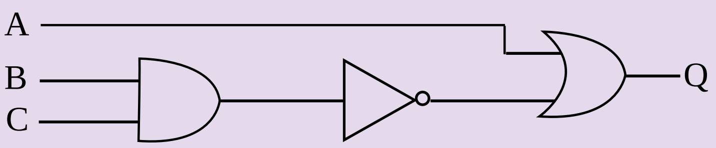
(c)



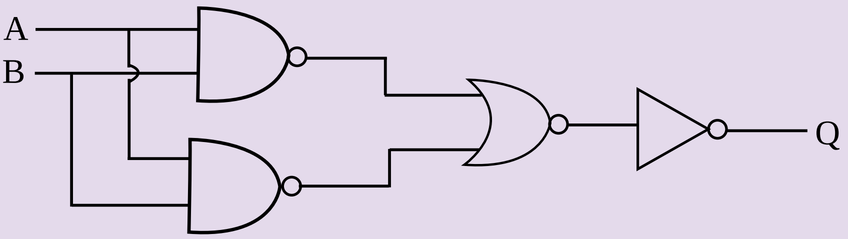
(d).



(e)



(f)



ක්‍රියාකාරකම

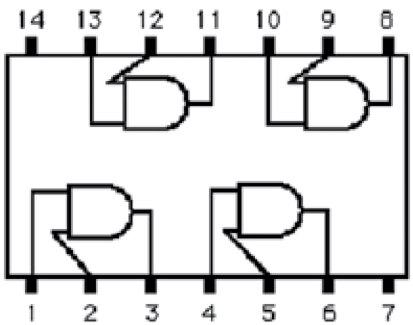
ඔබ මෙම පරිච්ඡේදයේ දී ඉගෙන ගත් තාර්කික පරිපථ සියල්ල Multimedia Logic (MM Logic) මෘදුකාංගය භාවිතයෙන් ඇඳ එහි ආදානයන්ට අගයයන් දී ක්‍රියාකාරිත්වය නිරීක්ෂණය කරන්න.
(http://www.softronix.com/logic.html)

4.6 සංගෘහිත පරිපථ (Integrated Circuits)

ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයක් ගොඩනැගීමේ දී අවශ්‍ය උපාංගයක් ලෙස සංගෘහිත පරිපථයක් හෙවත් අයි.සී. එකක් හැඳින්විය හැක. තව ද සංකීර්ණ ඉලෙක්ට්‍රොනික පරිපථයක් විවිධ පරිපථ කොටස්වලින් යුක්ත ය. උදාහරණ ලෙස නූතන රූපවාහිනී යන්ත්‍රයක පරිපථයක්, ජංගම දුරකථනයක පරිපථයක් සැලකුව හොත් එහි පරිපථ කොටස් රාශියක් ඇත. සංගෘහිත පරිපථයක් යනු ට්‍රාන්සිස්ටර (Transistors), ප්‍රතිරෝධක (Resistors), ධාරිත්‍රක (Capacitors) හා ඩයෝඩ (Diodes) වැනි උපාංගයන්ගෙන් සැදුම් ලත් යම් නිශ්චිත ක්‍රියාවක් වෙනුවෙන් ම නිපදවුණු පරිපථ විශේෂයකි. එක් පරිපථ කොටසක් සම්පූර්ණයෙන් එක් අසුරණයක් තුළ කුඩා ප්‍රමාණයෙන් නිපදවිය හැකි තාක්ෂණික ක්‍රම දැන් භාවිත වේ. එම තාක්ෂණය උපයෝගි කොටගෙන නිපදවා ඇති සංගෘහිත පරිපථ වේ.

රූපය 4.23 හි දැක්වෙන පරිදි ක්ෂුද්‍ර සකසනය තාර්කික ද්වාර භාවිත වන අනුකලිත පරිපථ රාශියකින් සෑදී ඇත.

මෙම අනුකලිත පරිපථ තුළ තාර්කික ද්වාර පරිපථ අන්තර්ගත ය. උදාහරණයක් ලෙස රූපයේ 4.22 හි දැක්වෙන්නේ AND ද්වාර භාවිත වන තාර්කික අනුකලිත පරිපථයකි. මෙලෙස සෑම තාර්කික ද්වාරයක් ම අන්තර්ගත වන සේ නිර්මාණය වූ සංගෘහිත පරිපථ ඇත.



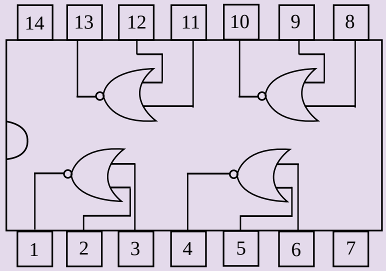
රූපය 4.22 - AND ද්වාර සහිත තාර්කික අනුකලිත පරිපථය

රූපය 4.23 - අනුකලිත පරිපථයක බාහිර පෙනුම

මෙම අනුකලිත පරිපථයෙහි (රූපය 4.22) 1, 2, 4, 5, 9, 10, 12 හා 13 යන තුඩු (Pins) ආදානයන් වේ. මෙහි 3, 6, 8 හා 11 යන තුඩු ප්‍රතිදාන වේ. තව ද රූපය 4.24 හි දැක්වෙන්නේ තුඩු 16 ක් සහිත සංගෘහිත පරිපථයක බාහිර පෙනුමයි.

ක්‍රියාකාරකම

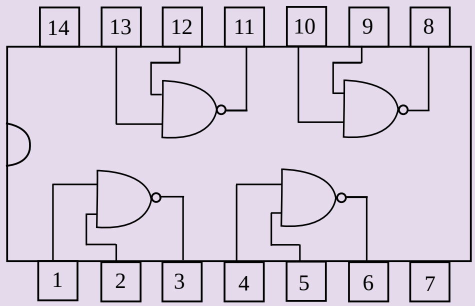
1. පහත දී ඇති අනුකලිත පරිපථය (IC) (රූපය 4.24) සලකන්න.



රූපය 4.24 - NOR තාර්කික අනුකලිත පරිපථය

ඉහත පරිපථයෙහි 1,2 සහ 3 යන තුඩු සැලකූ විට තුඩු 2 = 0 සහ 3 = 0 වන්නේ නම් තුඩු 1 කුමක් විය යුතු ද?

2. පහත දී ඇති අනුකලිත පරිපථයේ (IC) (රූපය 4.25) 1, 2 සහ 3 යන තුඩු සැලකූ විට තුඩු 1 = 1 සහ 2 = 1 වන්නේ නම් තුඩු 3 කුමක් විය යුතු ද?



රූපය 4.25 - NAND තාර්කික අනුකලිත පරිපථය

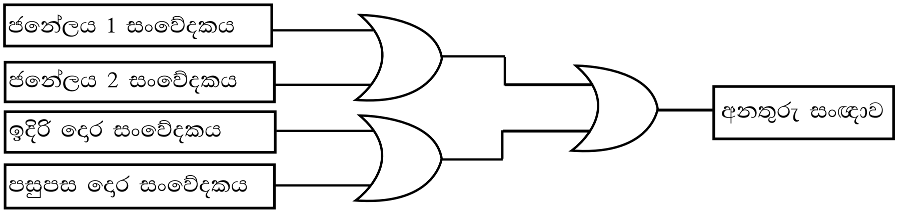
4.7 තාර්කික ද්වාරවල ප්‍රායෝගික යෙදවුම්

උදාහරණ 1

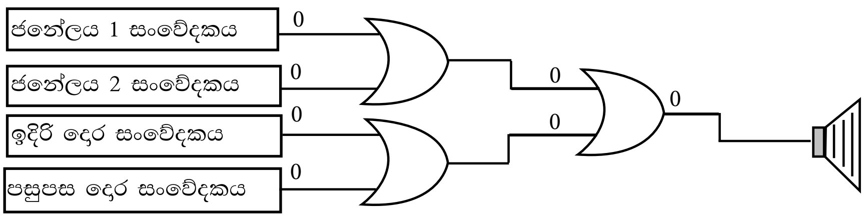
නිවසක අනතුරු ඇඟවීම පිළිබඳ සංඥා පද්ධතිය (Home Alarm System)

පහත පරිපථයෙන් දැක්වෙන්නේ නිවසක සොර සතුරු කරදරයක් ඇති වීමක දී ඒ බව නිවෙස් හිමියාට හැඟවීමට භාවිත කෙරෙන සංඥා පද්ධතියකි. මෙය OR තාර්කික ද්වාර භාවිත කරමින් නිර්මාණය කර ඇත. මෙහි දී මෙම පරිපථය නිවසෙහි ජනේල දෙකක් ද, ඉදිරිපස සහ පසුපස දොර ද ආරක්ෂා කරයි. මෙහි ඕනෑම ජනේලයක් හෝ දොරක් විවෘත කළ විට අනතුරු සංඥා හඬ නිකුත් වේ. මෙම පරිපථය ප්‍රායෝගික ව නිර්මාණයේ දී ජනේල සහ දොරවල් නිරූපණය කරන තාර්කික ද්වාර සංවේදක වලට (Sensors) සම්බන්ධ වේ. මෙම පරිපථයේ දී ජනෙල් දොරවල් විවෘත ව ඇති අවස්ථාවේ, අදාළ ආදානය 1 ලෙස ද සංවෘත අවස්ථාවේ ආදානය 0 ලෙස ද ගෙන ඇත. රූපය 4.28 හි දැක්වෙන පරිදි මෙහි ආදාන සියල්ල “0” වූ විට අනතුරු ඇඟවීමක් සිදු නොවේ. එනම්

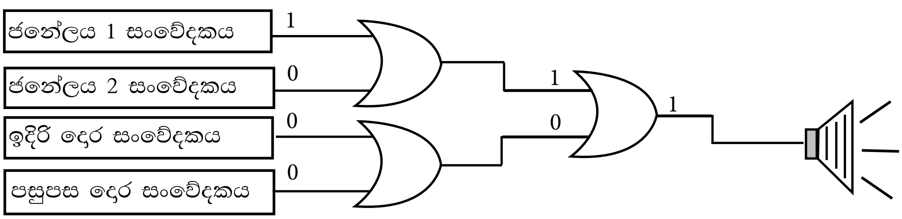
මෙම අවස්ථාවේ දී ජනේලයක් හෝ දොරක් හෝ සියල්ල ම හෝ සංවෘත ව පවතී. නමුත් එක් ආදානයක අගය “1” හෝ ආදාන කිහිපයක අගය “1” හෝ ආදාන සියල්ලේ ම අගය “1” වූ විට අනතුරු ඇඟවීමක් සිදු කෙරේ. එනම් සතුරකු විසින් එක් ජනේලයක් හෝ දොරක් හෝ කිහිපයක් හෝ විවෘත කළ විට අනතුරු සංඥා නිකුත් කරයි. උදාහරණයක් ලෙස රූපය 4.28 හි දැක්වෙන්නේ පළමු ජනේලය කිසි යම් පුද්ගලයකු විසින් විවෘත කළ පසු ඒ පිළිබඳ ව ගෙහිමියාට අනතුරු අඟවන අයුරු ය. මෙලෙස සංඥා පද්ධතිය මගින් අනතුරු හඟවන අවස්ථා වගුව 4.12 හි දැක්වේ.



රූපය 4.26 - නිවසක අනතුරු ඇඟවීම පිළිබද සංඥා පද්ධතිය



රූපය 4.27 - නිවසක අනතුරු ඇඟවීම පිළිබද සංඥා පද්ධතිය මගින් අනතුරු හැඟවීමක් නොකරන අවස්ථාව



රූපය 4.28 - නිවසක අනතුරු ඇඟවීම සඳහා සංඥා පද්ධතිය භාවිත වන අයුරු

ජනේලය 1	ජනේලය 2	ඉදිරිපස දොර	පසුපස දොර	අවස්ථාව
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

අවස්ථාවන් (Status)

විවෘත = 0
සංවෘත = 1
අනතුරු අඟවන අවස්ථාව = 1
අනතුරු නොඅඟවන අවස්ථාව = 0

උදාහරණ 2

වීදි ලාම්පුවලින් සිදු වන විදුලි නාස්තිය අවම වීම සඳහා නිර්මාණය වූ පරිපථය

නව නිපැයුම්කරුවෙකු විසින් වීදි ලාම්පුවලින් සිදු වන විදුලි නාස්තිය අවම කර ගැනීමට (system to control street lights) තාර්කික ද්වාර භාවිතයෙන් නිර්මාණය කරන ලද පරිපථයක් රූපය 4.29 මගින් දැක්වේ. මෙය ආලෝක සංවේදකයක් (dark/ light sensor), කාල ගණකයක් (timer) හා යාන්ත්‍රික ස්විච්චයක් (manual switch) භාවිත කරමින් නිර්මාණය කර ඇත.

මෙහි දී වීදි ලාම්පුව දැල්වෙන අවස්ථා කිහිපයක් පෙන්නුම් කරයි. එනම්,

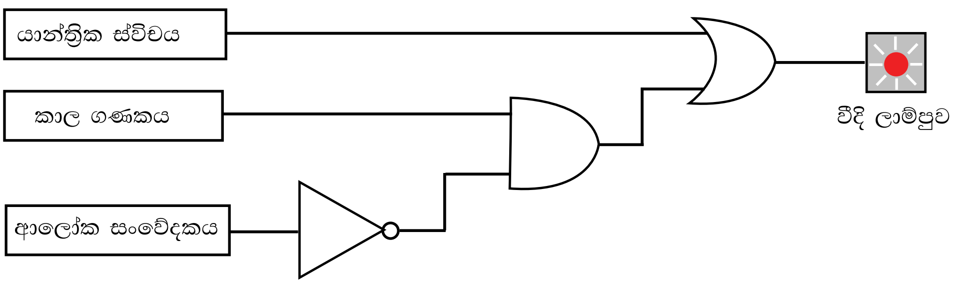
* යාන්ත්‍රික ස්විච්චය පමණක් සංවෘත ව ඇති අවස්ථාව
* පරිපථයේ කාල ගණකයේ ආදානය 1 හා අවට පරිසරය අඳුරු අවස්ථාව

4.7.2.1 යාන්ත්‍රික ස්විච්චය පමණක් සංවෘත ව ඇති අවස්ථාව

යාන්ත්‍රික ස්විච්චය සංවෘත ව ඇතිවිට එහි ආදානය 1 වන අතර විවෘත අවස්ථාවේ දී ආදානය 0 වේ. ආදානය 1 වන අවස්ථාවේ ලාම්පුව දැල්වේ.

4.7.2.2 පරිපථයේ කාල ගණකයේ ආදානය 1 හා අවට පරිසරය අඳුරු අවස්ථාව

කාල ගණකයෙහි වේලාව පෙර සැකසූ වේලාවල් දෙකක් අතර පරාසයේ ඇති නම් ආදානය 1 ත් නැතිනම් 0 ත් වේ. එනම් පස්වරු 6.00 හා පෙරවරු 6.00 ලෙස පෙර සකසා ඇත්නම් ආදානය 1 ලෙසත් පෙරවරු 6.00 සිට පස්වරු 6.00 දක්වා අතර ඇති කාලයේ දී ආදානය 0 ත් වේ. තව ද ආලෝක සංවේදකය පෙර සැකසූ අගයකට හෝ ඊට වඩා ආලෝකය ඇති අවස්ථාවේ දී 1 ත් අඳුරු අවස්ථාවේ දී 0 ත් වේ. මෙහි දී කාලගණකයේ ආදානය 1ත් ආලෝක සංවේදකයේ අගය 0 ත් වූ විට වීදි ලාම්පුව දැල්වේ. මෙහිදී පරිසරය වැහි අඳුරකට ලක් වී තිබුණ හොත් ආලෝක සංවේදකයේ අගය 0 වුවත් කාලසනකයෙහි සටහන් වේලාව පස්වරු 6.00 හා පෙරවරු 6.00 ත් අතර නොවේ නම් වීදි ලාම්පුව නොදැල්වේ.



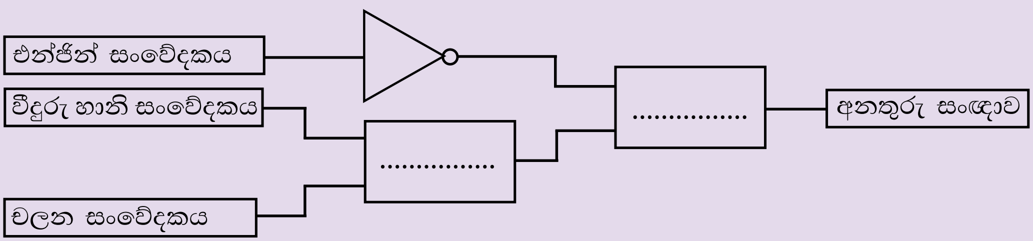
රූපය 4.29 - වීදි ලාම්පුවලින් සිදු වන විදුලි නාස්තිය අවම වීම සඳහා වූ පරිපථය

ක්‍රියාකාරකම

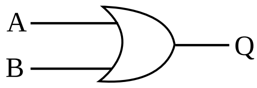
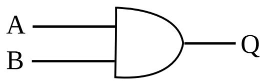
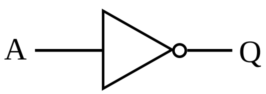
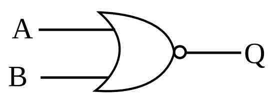
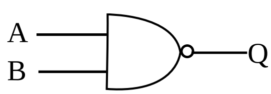
මෝටර් රථ උපාංග නිෂ්පාදන ආයතනයක් විසින් මෝටර් රථයේ එන්ජිම ක්‍රියාත්මක ව නොමැති විටක දී රථයේ චලනයක් හෝ වීදුරුවකට හානියක් සිදු වූ විටක අනතුරු සංඥාවක් නිකුත් වන මෝටර් රථ ආරක්ෂක පරිපථයක් නිෂ්පාදනය කොට ඇත. මේ සඳහා මෝටර් රථයේ එන්ජිම ක්‍රියාත්මක ව පවතින විට දී පමණක් ප්‍රතිදානය 1 වන සංවේදකයක්, වීදුරු වලට හානි වූ විට පමණක් ප්‍රතිදානය 1 වන සංවේදකයක් හා රථයේ චලනය වන අවස්ථාවල දී පමණක් ප්‍රතිදානය 1 වන සංවේදකයක් භාවිත කර ඇත.

මෙම පරිපථය මූලික ද්වාර තුනකින් නිර්මාණය වී ඇත. ඉන් එකක් NOT ද්වාරයක් වන අතර අනෙක් ද්වාර දෙක හිස් කොටු දෙකෙහි අන්තර්ගත කළ යුතු ය. ඒ සඳහා සුදුසු තාර්කික ද්වාර කවරේ ද?

එම ද්වාර භාවිතයෙන් පරිපථය නැවත ඇඳ දක්වන්න.



සාරාංශය

<table>
<tr><th>තාර්කික ද්වාර</th><th>සංකේතය</th><th>බූලීය ප්‍රකාශනය</th><th>සත්‍යතා වගුව</th></tr>
<tr><td>OR</td><td>
</td><td>$Q = A+B$</td><td><table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Q</th></tr><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></table></td></tr>
<tr><td>AND</td><td>
</td><td>$Q = A.B$</td><td><table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Q</th></tr><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></table></td></tr>
<tr><td>NOT</td><td>
</td><td>$Q = \overline{A}$</td><td><table><tr><th>A</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>NOR</td><td>
</td><td>$Q = \overline{A+B}$</td><td><table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Q</th></tr><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></table></td></tr>
<tr><td>NAND</td><td>
</td><td>$Q = \overline{A.B}$</td><td><table><tr><th>A</th><th>B</th><th>Q</th></tr><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></table></td></tr>
</table>