MICROCONTROLLERS

10 කොටස - 2 ලිපිය

තාර්කික ද්වාර සහ බූලියානු වීජ ගණිතය

දශක කිහිපයකට පෙර චෙස් ක්‍රීඩා කිරීම, ලේඛනයක ව්‍යාකරණ හෝ අක්ෂර දෝෂ සෙවීම, ගිණුමක හරි වැරැදි බැලීම ආදී කටයුතු මිනිසාට පමණක් කළ හැකි වුවත් වර්තමානයේ දී ඒ සියලු කටයුතු පරිගණක මගින් ඉටු කරගත හැකි ය. මිනිස් මොළය මගින් තර්කානුකූල ව සිතා බලා ඉටු කළ එවැනි කාර්යයන් සිලිකන්වලින් (Silicon) නිර්මිත සංගෘහිත පරිපථ (IC) එක් කොට තැනූ යන්ත්‍රයක් වන පරිගණකය කෙසේ ඉටු කරන්නේ ද යන්න ඔබට ද ගැටලුවක් විය හැකි ය.

ඊට ලැබෙන පිළිතුර තේරුම් ගැනීමට නම් එහි බූලියානු වීජ ගණිතය පිළිබඳව දැන සිටිය යුතු වේ. 19 වන ශතවර්ෂයේ මැද භාගයේ දී ජෝර්ජ් බූල් (George Boole) විසින් ගොඩනංවන ලද බැවින් මෙම ගණිත ක්‍රමය බූලියානු වීජ ගණිතය (Boolean algebra) ලෙස නම් කර ඇත.

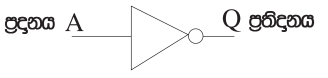
පරිගණකයක් තුළ සිදු වන සියලු ම තර්කානුකූල ක්‍රියාවන් මෙම බූලියානු වීජ ගණිතය මත පදනම් වී ඇත. පරිගණකවල මෙන් ම මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලර කළ ද යම්කිසි තර්කානුකල ක්‍රියාවන් සිදු කර ගැනීමට අවශ්‍ය වූ විටක මෙම ගණිත ක්‍රමයේ සහාය ලබා ගත යුතු වේ. උදාහරණයක් ලෙස ඉලක්කම් දෙකක් සමාන දැ යි බැලීම, අගයෙන් වැඩි ඉලක්කම තෝරා ගැනීම ආදී කටයුතු දැක්විය හැකි ය. එම නිසා මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලර භාවිත කරමින් තරමක් සංකීර්ණ නිර්මාණ කිරීමට යාමේ දී බූලියානු වීජ ගණිතය පිළිබඳව දැන සිටීම අත්‍යවශ්‍ය වේ.

මෙම ලිපිය තුළින් අප සාකච්ඡා කිරීමට බලාපොරොත්තු වන්නේ බූලියානු වීජ ගණිතයේ මූලික ක්‍රියාවන් වන NOT, OR, NOR, AND, NAND, XOR සහ XNOR පිළිබඳවයි. එම ක්‍රියාවන් ඉටු කිරීමට යොදා ගන්නා තාර්කික ද්වාර (Logic gates) හා ඊට අදාළ සත්‍යතා වගු (Truth tables) ද ඒ සමඟ ම ඉදිරිපත් කර ඇත. මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලර පිළිබඳව උනන්දුවක් දක්වන ඔබට මෙන් ම උසස් පෙළ භෞතික විද්‍යාව හදාරන සිසුන්ට ද මෙම කරුණු වැදගත් විය හැකි ය.

අප සාමාන්‍යයෙන් භාවිත කරන 0 සිට 9 දක්වා වූ ඉලක්කම්වලින් බිංදුව සහ එක (0 සහ 1) පමණක් බූලියානු වීජ ගණිතයේ දී භාවිත වේ. ඒවා පිළිවෙළින් සත්‍ය නො වේ, සත්‍ය වේ ලෙස ද හැඳින්වේ. පරිපථයක දී නම් "0" හැඟවීමට 0V වෝල්ටීයතාවක් ද "1" හැඟවීමට 5V වෝල්ටීයතාවක් ද භාවිත කළ හැකි ය.

බූලියානු වීජ ගණිතයේ ප්‍රදාන (Inputs) හා ප්‍රතිදාන (Outputs) ලෙස කොටස් දෙකක් ඇත. අප ප්‍රදානයන් ලෙස දෙන්නේ ද එමෙන් ම ප්‍රතිදාන ලෙස අපට ලැබෙන්නේ ද එක හා බිංදුව වේ. බූලියානු වීජ ගණිතයේ එන ගණිත කර්ම සිදු කිරීම සඳහා තාර්කික ද්වාර (Logic gates) යොදාගනී. එක් එක් ගණිත කර්මයන්ට අදාළ ව තාර්කික ද්වාර එකක් හෝ කිහිපයක එකක් වත් දැකිය හැකි ය. එමගින් අදාළ ගණිත කර්මයට අනුව ප්‍රදානයන්ට අනුරූප ප්‍රතිදාන ලබා දේ.

මේ යටතේ විස්තර කළ හැකි සරල ම ගණිත කර්මය NOT වේ. එය Inverter ලෙස ද හැඳින්වේ. මෙහි දී ප්‍රදානයන් එකක් පමණක් දක්නට ලැබෙන අතර ප්‍රතිදාන ද ඇත්තේ එකකි. ඒවා පිළිවෙළින් A හා Q ලෙස නම් කොට ඇත. ප්‍රදානය වන A සඳහා 0 හෝ 1 යන අවස්ථා දෙකෙන් ඕනෑ ම එකක් තිබිය හැකි ය. ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබෙනුයේ ප්‍රදානයේ විලෝමයයි. එනම් ප්‍රදානය ලෙස 0 ඇති විටක ප්‍රතිදානය ලෙස 1 ලැබෙන අතර ප්‍රදානය 1 වූ විටක ප්‍රතිදානය 0 වේ. මෙය $Q = \overline{A}$ ලෙස සමීකරණයකින් දැක්විය හැකි ය. රූපසටහන අංක 1 මගින් අදාළ තාර්කික ද්වාරය වන NOT ද්වාරය සංකේතවත් කරන ආකාරය සහ ප්‍රදානයන්ට අනුරූප ප්‍රතිදාන දක්වන සත්‍යතා වගුව (Truth table) ඉදිරිපත් කොට ඇත.

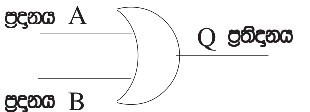


A	Q
0	1
1	0

$$Q = \overline{A}$$

රූප සටහන අංක 1 NOT ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

OR නමැති ගණිත කර්මයේ දී ප්‍රදානයන් දෙකක් තිබෙන අතර එක් ප්‍රතිදානයක් පවතී. ඒවා පිළිවෙළින් AB සහ Q ලෙස නම් කොට ඇත. මෙහි දී එම ගණිත කර්මය Q = A+B ලෙස නිරූපණය කෙරේ. එනම් A හා B ප්‍රදානයන් දෙකෙන් එකක් හෝ සත්‍ය නම් ("1" නම්) ප්‍රතිදානය සත්‍ය වේ. එසේ නොමැති නම් ප්‍රතිදානය අසත්‍ය වේ. ("0" වේ) රූප සටහන අංක 2 මගින් අදාළ තාර්කික ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව දැක්වේ.



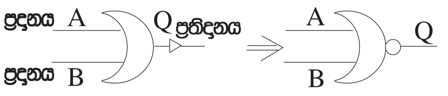
$$Q = A+B$$

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

රූපසටහන අංක 2 OR ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

මෙහි දී A හෝ B හෝ AB දෙක ම තාර්කික 1 (සත්‍ය) වේ නම් ප්‍රතිදානය 1 (සත්‍ය) වේ. සාමාන්‍ය ගණිතයේ දී 1 + 1හි අගය 2 වුවත් බූලියානු වීජ ගණිතයේ දී එවැන්නක් සිදු නො වේ. එහි දී Q = A+B අනුව A හා B දෙක ම 1 වන විටත් Qහි අගය 1 ම වේ.

මීළඟට OR ක්‍රියාවෙහි විලෝමය ලෙස NOR ක්‍රියාව හඳුන්වා දිය හැකි ය. A හා Bහි විවිධ සංයෝජනයන්ට OR ක්‍රියාවේ දී ලැබුණු ප්‍රතිදානය Qවල විලෝමය මෙහි දී ලැබේ. මෙය OR ද්වාරයක ප්‍රතිදානයට NOT ද්වාරයක් සවි කිරීමට සමාන වේ. රූප සටහන අංක 3 බලන්න.



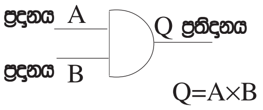
$$Q = \overline{A+B}$$

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

රූප සටහන අංක 3 NOT ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

මෙහි දී අදාළ ගණිත කර්මය $Q = \overline{A+B}$ ලෙස නිරූපණය කර ඇත. A +Bට ඉහළින් තිබෙන ඉර මගින් Q සඳහා A+Bහි විලෝමය ලැබිය යුතු බව දක්වයි. එමෙන් ම OR හා NOT ද්වාර දෙකක එකතුවක් වෙනුවට OR ද්වාරයේ ප්‍රතිදාන ලබා දෙන පැත්තට බිංදුවක් "0" ඇඳීමෙන් NOR ද්වාරය සඳහා සංකේතයක් තනාගෙන ඇත.

මීළඟට අපි AND ක්‍රියාව ගැන බලමු. මෙහි දී ද ප්‍රදාන දෙකක් ඇති අතර ප්‍රතිදාන ඇත්තේ එකක් පමණි. ඒවා පිළිවෙළින් A, B සහ Q ලෙස නම් කොට ඇත. මෙහි දී ප්‍රතිදානය ලෙස 1 ලැබෙනුයේ A සහ B යන ප්‍රතිදාන දෙක ම 1 (සත්‍ය) වූ අවස්ථාවේ දී පමණි. අන් සියලු අවස්ථාවන්හි දී ම ප්‍රතිදානය "0" (අසත්‍ය) වේ. රූප සටහන අංක 4 මගින් NOT ද්වාරයක සංකේතය හා අදාළ සත්‍යතා වගුව දැක්වේ.

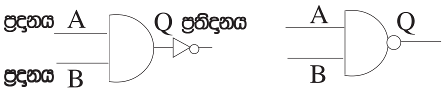


$$Q = A \times B$$

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

රූප සටහන අංක 4 AND ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

මෙහි දී A සහ B දෙක ම එක ම වූ විට පමණක් ප්‍රතිදානය Q එක වේ. එහෙත් NAND ක්‍රියාවේ දී එහි විලෝමය සිදු වේ. එනම් A සහ B දෙක ම 1 වූ විට පමණක් ප්‍රතිදානය බිංදුව වන අතර අන් සෑම විට ම ප්‍රතිදානය Q එක ලෙස පවතී. මෙහි දී ද AND ද්වාරයට NOT ද්වාරයක් සම්බන්ධ කර NAND ද්වරයක් සාදාගත හැකි ය. එහෙත් ඒ වෙනුවට AND ද්වාරයේ ප්‍රතිදානය දැක්වෙන පැත්තට 0ක් එකතු කර තනි සංකේතයක් ගොඩනංවා ඇත. රූප සටහන අංක 5 මගින් අදාළ සංකේතය සහ සත්‍යතා වගුව දැක්වේ.

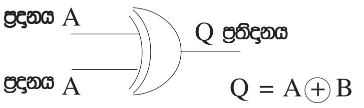


$$Q = \overline{A+B}$$

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

රූපසටහන අංක 5 NAND ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

මීළඟට XOR හෙවත් Exclusive OR ක්‍රියාව සලකමු. මෙහි දී ද ප්‍රදානයන් දෙකක් ඇති අතර ප්‍රතිදාන ඇත්තේ එකක් පමණි. ඒවා පිළිවෙළින් A, B හා Q ලෙස නම් කොට ඇත. A හා B ප්‍රදානයන්හි අගයන් අසමාන වූ විට පමණක් ප්‍රතිදානය 1 වේ. A හා B සමාන වූ විට ප්‍රතිදානය Qහි අගය "0" වේ. මෙම ගණිත කර්මය සිදු කිරීමට යොදා ගන්නා XOR ද්වාරයේ සංකේතයත් එම ගණිත කර්මයට අදාළ සත්‍යතා වගුවත් රූප සටහන අංක 6න් දැක්වේ.

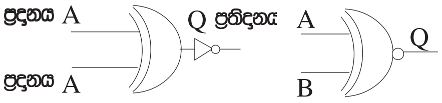


$$Q = A \oplus B$$

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

රූප සටහන අංක 6 XOR ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

මෙහි දී අදාළ සමීකරණය $Q = A \oplus B$ ලෙස නිරූපණය කොට ඇත. A හා B සමාන වූ විට ප්‍රතිදානය 0 ද අසමාන වූ විට 1 ද වේ. එහෙත් XNOR (Exclusive NOR) ක්‍රියාවේ දී එහි විලෝමය ප්‍රතිදානය ලෙස ලැබේ. රූප සටහන අංක 7 මගින් ඊට අනුරූප තාර්කික ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව දැක්වේ.



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

$$Q = \overline{A \oplus B}$$

රූප සටහන අංක 7 XNOR ද්වාරය සහ සත්‍යතා වගුව

මෙහි දී සඳහන් කළ බූලියානු වීජ ගණිත කර්ම සහ අදාළ මූලික තාර්කික ද්වාර භාවිත කර ඕනෑ ම සංකීර්ණ ක්‍රියාවක් සිදු කරගත හැකි ය. එම නිසා මෙම කරුණු ඉදිරියේ දී වඩාත් ප්‍රයෝජනවත් වෙයි.

මොරටුව විශ්වවිද්‍යාලයේ විදුලි සංදේශ අංශයේ
ගාමිණී ජයසිංහ
කෝලිත ධර්මප්‍රිය