රෙජිස්ටර හා සම්බන්ධ බූලියානු ගණිත

පසුගිය ලිපි දෙක තුළින් දෙකේ පාදයේ සංඛ්‍යා සහ බූලියානු වීජ ගණිතයේ එන මූලික ගණිත කර්මයන් පිළිබඳව විස්තරයක් අපි ඉදිරිපත් කළෙමු. මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලර පිළිබඳව වැඩිදුර ඉගෙනීමේ දී මේ කරුණු අතිශයින් වැදගත් වේ. ඒ අනුව මෙම ලිපිය ද වෙන් කොට ඇත්තේ ඔබ අනිවාර්යයෙන් ම දැන සිටිය යුතු කරුණු කිහිපයක් ගෙන ඒමට ය.

කලින් විස්තර කළ NOT, OR, NOR, AND, NAND, XOR සහ XNOR බූලියානු ගණිත කර්ම බිටු 8කින් යුත් රෙජිස්ටර සඳහා භාවිත කරන අයුරු මෙහි දී ප්‍රධාන වේ.

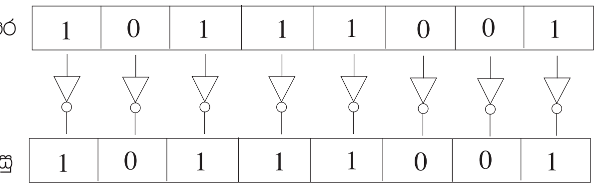
Bit 7							Bit 0
1	0	1	1	1	0	0	1

රූප සටහන අංක 1 බිටු 8කින් යුත් රෙජිස්ටරයක්

රූප සටහන අංක 1 මගින් බිටු 8කින් යුත් රෙජිස්ටරයක් දැක්වේ. එම බිටු Bit 0, Bit 1 ....Bit 7 ලෙස නම් කර ඇත. මේ සෑම බිටුවක ම 1 හෝ 0 තිබිය හැකි ය. ක්‍රමලේඛන කිරීමේ දී පහසුව සඳහා මෙම රෙජිස්ටරවලට කැමැති ආකාරයක නමක් දිය හැකි ය. සාමාන්‍යයෙන් රෙජිස්ටරයෙන් කෙරෙන කාර්යයට අනුරූප නමක් දීම බොහෝ විට සිදු වේ. උදාහරණයක් ලෙස අග්‍රයකට ලැබෙන ස්පන්ද ගණනය කිරීමට යොදාගන්නා විචල්‍යයක් Counter ලෙස නම් කළ හැකි ය. මෙහි දී Counter ලෙස නිරූපණය කෙරෙනුයේ රෙජිස්ටරයකි. මෙම රෙජිස්ටරය සඳහා ඉහත දී විස්තර කළ ගණිත කිරීම සිදු කරන ආකාරය පහත දැක්වේ.

NOT

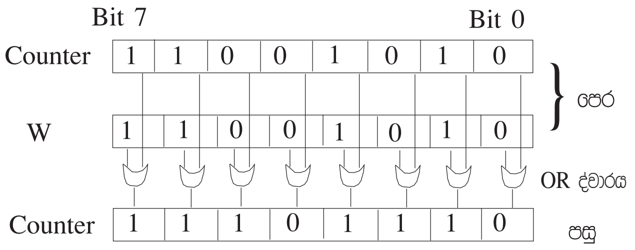
මෙහි දී අදාළ රෙජිස්ටරයේ ඇති බිටු සියල්ල ම ඒවායේ විලෝමය (Complement) බවට පත් වේ. එනම් "1" තිබුණේ නම් එය "0" බවටත් "0" තිබුණේ නම් එය "1" බවටත් පත් වේ. මෙම ක්‍රියාව සිදු වන ආකාරය රූප සටහන අංක 2න් දක්වා ඇත.



රූප සටහන අංක 2 - NOT ක්‍රියාවට පෙර සහ පසු Counter රෙජිස්ටරයක් බිටු සැකැස්ම

COMF Counter 1 නමැති උපදෙස භාවිත කොට PIC මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලයරක් තුළ දී මෙම කාර්යය ඉටු කරවා ගත හැකි ය. මෙහි COMF යන්නෙන් Complement යන්න ද Counter මගින් රෙජිස්ටරය ද නිරූපණය කෙරේ. ඉන්පසුව ඇති එකේ ඉලක්කම මගින් විලෝමය ගැනීමෙන් පසුව ලැබෙන නව බිටු සැකැස්ම Counter රෙජිස්ටරයට ම ආපසු ලියන ලෙස දන්වා සිටී. යම් හෙයකින් එක වෙනුවට බිංදුව ලියැවී තිබුණ හොත් විලෝමය ගැනීමෙන් පසුව ලැබෙන බටු සැකැස්ම Counter රෙජිස්ටරයට නො ව W රෙජිස්ටරයට ලියවේ. එවිට Counter රෙජිස්ටරයේ කලින් තිබූ බිටු සැකැස්ම එලෙස ම පවතී. (W හෙවත් Working රෙජිස්ටරය පිළිබඳව පසුගිය ලිපිවල දී සඳහන් කර ඇත)

අප කලින් ලිපියේ දී සඳහන් කළ පරිදි OR ක්‍රියාව සඳහා ප්‍රදාන දෙකක් තිබිය යුතු අතර එක් ප්‍රතිදානයක් ලැබේ. ඒ අනුව රෙජිස්ටර සම්බන්ධ කොට OR ක්‍රියාව සිදු කිරීම යාමේ දී අපට ප්‍රදාන ලෙස රෙජිස්ටර දෙකකින් එකිනෙකට අනුරූප බිටු ලබාගත යුතු වේ. එම නිසා Counter රෙජිස්ටරය අමතරව W රෙජිස්ටරය ද මේ සඳහා යොදා ගත යුතු වේ. එවිට Counter හා W යන රෙජිස්ටර දෙකේ අනුරූප බිටු OR ද්වාර 8කට ප්‍රදාන ලෙස ලබා දී ඉන් පසුව ලැබෙන ප්‍රතිඵල නැවතත් Counter රෙජිස්ටරයට හෝ W රෙජිස්ටරයට ලිවිය හැකි ය. මේ සඳහා පිළිවෙළින් IORWF Counter 1 හෝ IORWF Counter 0 යන උපදෙස් දෙකින් එකක් භාවිත කළ හැකි ය. පළමු උපදෙසට අනුව ප්‍රතිඵලය C ounter රෙජිස්ටරයට ලියන අතර අනෙක් උපදෙසට අනුව ප්‍රතිඵලය W රෙජිස්ටරයට ලියැවේ. උපදෙස් අගට තිබෙන 1 හෝ 0 අනුව එය තීරණය වේ. රූප සටහන අංක 3 මගින් OR ක්‍රියාවට පෙර හා පසුව Countor සහ W රෙජිස්ටරවල බිටු සැකැස්ම දැක්වේ.



රූප සටහන අංක 3 - IORWF Counter 1 උපදෙසට පෙර හා පසු C ounter W රෙජිස්ටරවල බිටු සැකැස්ම

එහි දී Counter රෙජිස්ටරයේ බිංදුව වැනි බිටුව හා W රෙජිස්ටරයේ බිංදුව වැනි බිටුව OR ද්වාරයකට ලබා දේ. එලෙස ම රෙජිස්ටර දෙකේ පළමුවැනි බිටු දෙක ද තවත් දේ OR ද්වාරයකට ප්‍රදාන ලෙස ලබා දේ. මෙලෙස රෙජිස්ටර දෙකේ ම අනුරූප බිටු OR ද්වාර අටකට ප්‍රදාන ලෙස ලබා දී ඉන්පසුව ලැබෙන ප්‍රතිඵල නැවත Counter රෙජිස්ටරයට ලියැවේ. එවිට කලින් තිබූ අගයන් මැකී අලුත් අගයන්ගෙන් රෙජිස්ටරය පිරේ.

මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලර ක්‍රමලේඛනය කිරීමේ දී OR ක්‍රියාව ඉතා වැදගත් වේ.

උදාහරණයක් ලෙස රෙජිස්ටරයක ඇති එක බිටුවක් තාර්කික 1 ලෙසට සකසාගත යුතු ව ඇතැ යි සිතන්න. මෙහි දී අනෙකුත් බිටුවලට කිසිදු බලපෑමක් නො විය යුතු ය. එවැනි අවස්ථාවක දී යොදා ගත හැකි එක් ගණිත කර්මයක් ලෙස OR ක්‍රියාව හැඳින්විය හැකි ය. අප ඉහත දී භාවිත කළ Counter රෙජිස්ටරය බිංදුව වැනි බිටුව 1 කර ගැනීමට අවශ්‍ය යැ යි සිතන්න. එවිට W රෙජිස්ටරයට 00000001 ගෙන W හා Counter රෙජිස්ටර අතර OR ක්‍රියාව ගත් විට Counter රෙජිස්ටරයේ බිංදුව වැනි බිටුව 1 බවට පත් වේ. ඒ මන්ද යත් බිටු දෙකින් එකක් හෝ 1 නම් ප්‍රතිඵලය 1 වීමයි. එමෙන්ම Wහි ඉතිරි බිටු සියල්ල බිංදුව නිසා OR ක්‍රියාව මගින් Counter රෙජිස්ටරයේ ඉතිරි බිටුවලට කිසිදු බලපෑමක් ඇති නො කරයි. (OR ද්වාරයට අදාළ සත්‍යතා වගුව බලන්න)

මේ සඳහා MOVLW b00000001

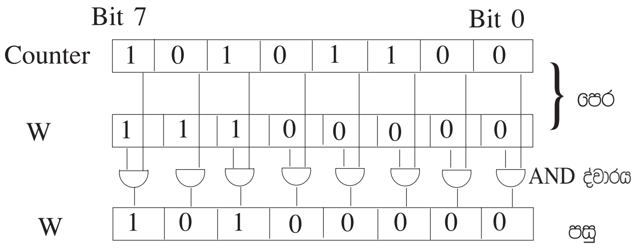
IORWF Counter 1 යන උපදෙස් දෙක භාවිත කළ හැකි ය.

NOR

NOR ක්‍රියාව ද ඉහත විස්තර කළ පරිදි ම වේ. වෙනසකට ඇත්තේ එහි ප්‍රතිඵලය ලබා ගැනීමට IORWF Counter 1 උපදෙසට පසුව COMF Counter 1 උපදෙස ද ලිවීම අත්‍යවශ්‍ය වීමයි. එවිට OR ක්‍රියාවෙන් ප්‍රතිදානය NOT ද්වාරයක දී පසුව ලැබෙන ප්‍රතිඵලය NOR ලෙස ගෙන නො වන Counter රෙජිස්ටරයට ලියැවේ.

AND

මෙහි දී ප්‍රධාන 2ක් ඇති බැවින් රෙජිස්ටර දෙකක අවශ්‍යතාව පැන නගී. ඒ අනුව ඉහත විස්තර කළ පරිදි Counter හා W යන රෙජිස්ටර ඒ සඳහා යොදාගෙත හැකි ය. රූප සටහන අංක 4 මගින් එම රෙජිස්ටර දෙකේ අනුරූප බිටු AND ද්වාර 8කට යොමු කොට ලැබෙන ප්‍රතිදාන නැවත W රෙජිස්ටරයට ලියන අවස්ථාවක් දැක්වේ.



රූප සටහන අංක 4 - XORWF Counter, 0 උපදෙස් පෙර හා පසු රෙජිස්ටරය වල බිටු සැකැස්ම

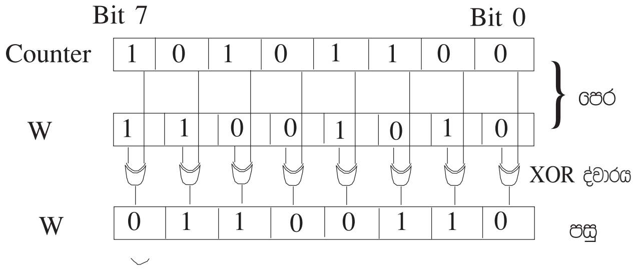
ANDWF Counter 0 උපදෙසට පෙර හා පසු බිටු සැකැස්ම ANDWF Counter 0 උපදෙස මේ සඳහා යොදාගත හැකි ය. AND ක්‍රියාවට අනුව ප්‍රතිඵලය 1 වන්නේ බිටු දෙක ම 1 වූ විට පමණි. එක් බිටුවක් හෝ "0" වේ නම් ප්‍රතිඵලය "0" වේ. මෙම ලක්ෂණය බොහෝ අවස්ථාවල දී ප්‍රයෝජනවත් වේ. උදාහරණයක් ලෙස බිටු 8කින් යුත් රෙජිස්ටරයක ඉහළ බිටු 4 (Most significant bits) එලෙස ම සහ අනෙක් බිටු 4 ඉවත් කර W රෙජිස්ටරයට ගත යුතු අවස්ථාවක් සලකමු. එවිට 11110000 සමග අදාළ රෙජිස්ටර AND ක්‍රියාවට භාජනය කිරීම සරල ම ක්‍රමයයි. මෙහි දී මුල් බිටු 4 (Least Significant bits) බිංදුව බැවින් අදාළ රෙජිස්ටරයේ මුල් බිටු 4 මෙහි දී මුල් බිටු 4 (Least Significant bits) බිංදුව බැවින් අදාළ රෙජිස්ටරයේ මුල් බිටු 4 කුමක් වුවත් ප්‍රතිඵලය "0" ම වේ. එහෙත් ඉහළ බිටු 4 ම 1 නිසා අදාළ රෙජිස්ටරයේ බිංදුව තිබෙන විට ප්‍රතිඵලය 0 ලෙස ද 1 තිබෙන විට ප්‍රතිඵලය 1 ලෙස ද ලැබේ. රූප සටහන අංක 4 බලන්න.

NAND

NAND ක්‍රියාව ද AND ක්‍රියාවට බොහෝ සෙයින් සමාන වේ. එහෙත් PIC මයික්‍රොකොනට්‍රෝලරවල දී NAND ක්‍රියාව සඳහා තනි උපදෙසක් වෙනුවට AND හා NOT ක්‍රියා දෙක යොදාගත යුතු වේ.

XOR

XOR ක්‍රියාවට ද ප්‍රදාන දෙකක් අවශ්‍ය බැවින් Counter හා W යන රෙජිස්ටර දෙක ම මෙහි දී ද යොදාගත හැකි ය. XORට අදාළ සංඛ්‍යාත වගුව අධ්‍යයනය කළ විට පැහැදිලි වන කරුණක් වන්නේ ප්‍රධාන බිටු දෙක ම සමාන වන විට ප්‍රතිදානය "0" වන අතර බිටු දෙක අසමාන වන සෑම විට ම ප්‍රතිදානය එක ලෙස ලැබේ. එම නිසා බිටු දෙකක් සමාන දැ යි බැලීමට මෙම ක්‍රමය යොදාගත හැකි ය. බිටු දෙකකට අමතර ව රෙජිස්ටර දෙකක තිබෙන බිටු සැකැස්මවල් සමාන දැ යි බැලීමට ද මෙම ක්‍රමය යොදාගත හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස Counter රෙජිස්ටරයේ තිබෙන අගය 8 දැ යි බැලීමට W රෙජිස්ටරයට අටේ ඉලක්කමට අදාළ බිටු සැකැස්ම ගෙන ඉන්පසු Counter රෙජිස්ටරය සමග XOR ක්‍රියාවට යොමු කළ හැකි ය. එවිට සමාන නම් ප්‍රතිඵලය ලෙස බිංදු අටක් ලැබේ. එසේ නැත හොත් එකේ ඉලක්කම් එකින් හෝ කිහිපයක් තිබේ. ඕනෑ ම ගණිතමය හෝ තාර්කික ක්‍රියාවකට පසු ප්‍රතිඵලය බිංදුව වී දැ යි දැන ගැනීමට STATUS රෙජිස්ටරයේ දෙවන බිටුව හෙවත් (Zero flag) දෙස බැලිය යුතු ය. ප්‍රතිඵලය බිංදුව වේ නම් එම බිටුව 1 ලෙස ද එසේ නො වේ නම් 0 ලෙස ද සකස් වේ. රූප සටහන අංක 5 නි XOR ක්‍රියාවක් සරල ව විස්තර කෙරේ. මෙහි දී Counter හා W යන රෙජිස්ටරවල තිබෙන අගයන් සමාන නො වන නිසා ප්‍රතිඵලය බිංදුව නො වේ. එහෙත් එම අගයන් සමාන වී නම් ප්‍රතිඵලය ලෙස බිංදු 8ක් ලැබේ.



රූප සටහන අංක 5 - XORWF Counter 0 උපදෙසට පෙර හා පසු රෙජිස්ටරවල බිටු සැකැස්ම

PIC මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලරවල දී CORWF Counter 0 උපදෙස මේ සඳහා යොදාගත හැකි ය. එවිට Counter හා W රෙජිස්ටරවල ඇති බිටු අතර XOR ක්‍රියාව සිදුකර ප්‍රතිඵලය W රෙජිස්ටරයට නැවත ලියනු ලබයි. එහි දී Counter රෙජිස්ටරයේ තිබුණු අගයට කිසිදු බලපෑමක් සිදු නො වේ. තව ද ප්‍රතිඵලය 0 නම් Status රෙජිස්ටරයේ දෙවන බිටුව (Zero flog) 1 වන අතර එසේ නො වේ නම් එය 0 වේ. ප්‍රතිඵලය Counter රෙජිස්ටරයට ලිවිය යුතු නම් XORWF Counter 1 උපදෙස භාවිත කළ යුතු වේ.

XNOR

XNOR ක්‍රියාව මෙලෙස ම සිදු වේ. එහි දී ප්‍රදාන බිටු දෙක සමාන වන විට ප්‍රතිඵලය "1" ද අසමාන වන විට "0" ද වේ. මේ සඳහා නීති උපදෙසක් නොමැති බැවින් XORWF Counterට පසුව COMF Counter 1 උපදෙස ද යෙදිය යුතු වේ. මෙහි දී සිදු වන්නේ XNOR වෙනුවට XOR හා NOT ක්‍රියා දෙක එක් කිරීමකි.

ඉහත විස්තර කළ ගණිත කර්ම අටේ රෙජිස්ටරවලට පමණක් සීමා නො වේ. ඊට වඩා වැඩි බිටු ගණනක් සහිත රෙජිස්ටරවලට ද වලංගු වේ. උදාහරණයක් ලෙස පරිගණකවල දී බිටු 1032 හා 64 රෙජිස්ටර දක්නට ලැබේ. ඒවාට ද මෙම ගණන කර්ම එන ලෙස යොදා ගත හැකි ය. එහෙයින් පරිගණක ක්‍රමලේඛන සකස් කිරීමට හෝ මයික්‍රොකොන්ට්‍රෝලර සම්බන්ධ නිර්මාණ කිරීමට අදහස් කරන ඔබට මෙම කරුණු අතිශයින් වැදගත් වේ. මීළඟ ලිපියෙන් අප අදහස් කරනුයේ දෙකේ පාදයේ සංඛ්‍යා යොදාගෙන අකුරු නිරූපණය කරන ආකාරය හෙවත් ASCII පිළිබඳව කරුණු ස්වල්පයක් ගෙන ඒමට ය.

මොරටුව විශ්ව විද්‍යාලයේ විද්‍යුත් හා විදුලි සංදේශ අංශයේ
ගාමිණී ජයසිංහ
කෝලිත ධර්මප්‍රිය