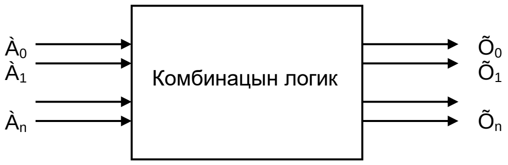
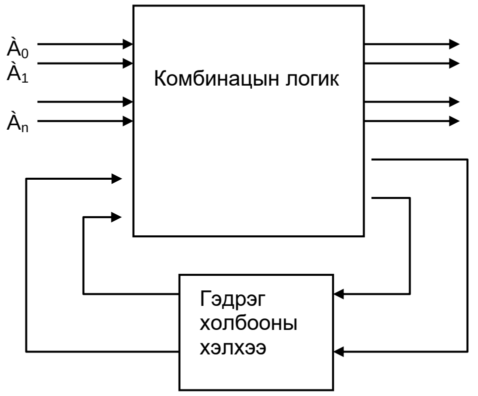
5. Комбинацын логикууд

Тоон төхөөрөмжүүдийг дотор нь *комбинацын* болон *дараалсан утгын* гэж 2 ангилдаг. Дараалсан утгын төхөөрөмжүүд нь оролтын утгуудын комбинац өөрчлөгдөхөд харгалзан гаралтын утга өөрчлөгдөж байдаг. Харин дараалсан утгын төхөөремжүүдийн гаралтын утга нь оролтын утгаас хамаарахаас гадна гаралтын утгын өмнөх төлөвөөс хамаарч байдаг. Энэ тодорхойлолтын дүрслэн үзүүлбэл:





Зургаас харахад комбинацын логикууд болон дараалсан утгын логикуудын ялгаа нь гэдрэг холбооны хэлхээнд оршиж байна.

Комбинацын логикуудын заримаас нь дурьдвал : нэмэгчүүд, хасагчууд, арифметик логик байгууламж, кодер, декодер, компаратор (харьцуулагч), мултифлексер, демультифлексер гэх.м. Эдгээр элементүүдтэй танилцъя.

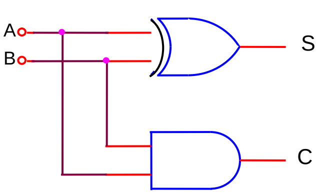
5.1 Хагас нэмэгч. Бид өмнөх логик элементүүдийн талаар ярилцаж байсан. Эдгээрийн нэг нь логик нэмэх үйлдэл буюу OR. Гэтэл арифметик нэмэх үйлдлийг хийх тохиолдол гарах тохиолдолд яах вэ? Логик элементүүдийг ашиглан арифметик үйлдлүүдийг хийж болдог. Үүний хамгийн энгийн жишээ нь хагас *нэмэгч* юм. Логик нэмэх үйлдэл арифметик нэмэх үйлдэл хоёрын гол ялгаа нь 1 + 1 үйлдэл дээр харагддаг. Логикоор 1 + 1 = 1 байдаг бол арифметик нэмэх үйлдлийн дүнд 1 + 1 = 0 гэсэн утга гараад өмнөх бит рүү "1" гэсэн утга шилждэг. Үүнийг бид орон *шилжих* гэж нэрлэдэг. Зарим ном сурах бичиг дээр урагш шилжиж байгаа энэхүү битийг CARRY бит гэж нэрлэсэн байдаг. Нэг битийн хагас нэмэгчийн үнэний хүснэгтийг харуулав.

B	À	S	Cout
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

Хүснэгтээс харахад хагас нэмэгчийн оролтын утгууд болох A болон B -г хооронд нь нэмэх үйлдэл хийж байна. S нь нийлбэрийн утга бөгөөд түүнитй утга нь адил биш утгын логикийн гаралтын утгатай ижил байна. Харин C нь CARRY бит юм. Carry битийн утга нь логик үржигчийн гаралтын утгатаөй ижил байна. Иймээс хагас нэмэгчийн задаргааны схем буюу логик диаграмм нь адил биш утгын логик болон логик үржигчүүдээс тогтох нь хаагдаж байна.

$$S = A \oplus B$$

$$Cout = A\,B$$



5.2 Бүрэн нэмэгч. Нэг битийн хоёр тоог хооронд нэмэхэд хагас нэмэгч хангалттай. Харин хоёр болон түүнээс дээш битийн хоёр тоог хооронд нь нэмэх тохиолдолд ямар ялгаа гарах вэ? Энэ үед хэрэв нэмэгдэж байгаа хоёр тооны бага битүүд хоёул "1" гэсэн утгатай байвал тэдгээрийн нийлбэрийн үр дүнд Carry бит бий болж, өмнөх бит дээр нэмэгдэнэ. Харин хагас нэмэгчийн хувьд энэхүү нэмэгдэж орж ирэх сагу битийг оруулж ирэх оролт байдаггүй. Харин бүрэн нэмэгч гэдэг нь бага битээс орж ирсэн carry битийг нэмэх оролттой байдаг. Нэг битийн гурван тоог хооронд нь нэмэх үйлдэлтэй ижил байх бөгөөд гурван оролттой нэмэгч байна гэсэн үг юм. Бүрэн нэмэгчийн үнэний хүснэгтийг авч үзвэл:

Ñin	B	A	S	Cout
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

Үнэний хүснэгтээс карногийн карт ашиглан логик илэрхийллийг нь гаргаж авъя.

	$\bar{B}\bar{C}$	$\bar{B}C$	BC	$B\bar{C}$
$\bar{A}$		1		1
A	1		1	

S-ийн утгаас карт зохиосон байдал

	$\bar{B}\bar{C}$	$\bar{B}C$	BC	$B\bar{C}$
$\bar{A}$			1	
A		1	1	1

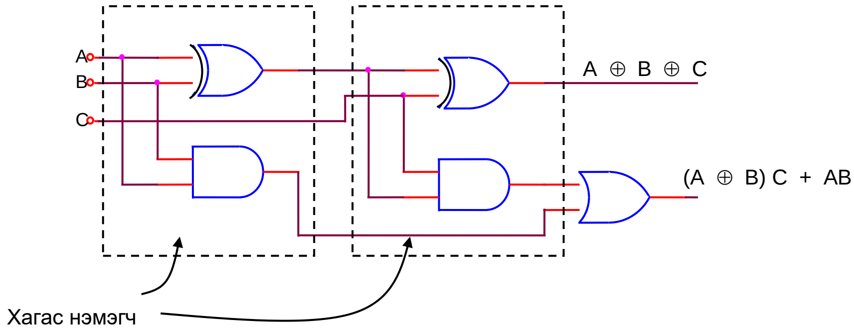
Cout-ийн утгаас карт зохиосон байдал

$$S = A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + ABC + \bar{A}B\bar{C} \qquad Cout = AB + AC + BC$$

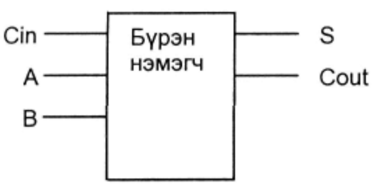
$$S = \bar{B}(A\bar{C} + \bar{A}C) + B(\bar{A}\bar{C} + AC) = \bar{B}(A \oplus C) + B(\overline{A \oplus C}) = A \oplus B \oplus C$$

$$C_{out} = AB + AC + BC = C(A + B) + AB = C(A + \bar{A}B) AB = AC + \bar{A}BC + AB =$$
$$= A(B + C) + ABC = A(A + BC) + ABC = AB + ABC + \bar{A}BC =$$
$$= C(AB + AB) + AB = (A \oplus B)C + AB$$

Дээрхи 2 логик илэрхийллээс харахад бүрэн нэмэгч нь дараахь байдлаар дүрслэгдэж болохоор байна.

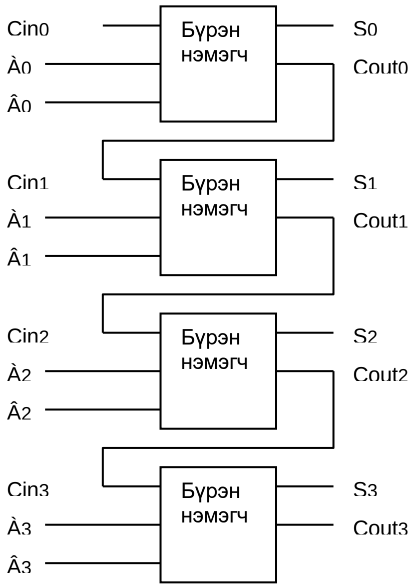


Зургаас харахад бүрэн нэмэгч нь хоёр хагас нэмэгчээс тогтож байна. Бүрэн нэмэгчийн логик диаграммыг дараахь байдлаар товчлон дүрслэе.

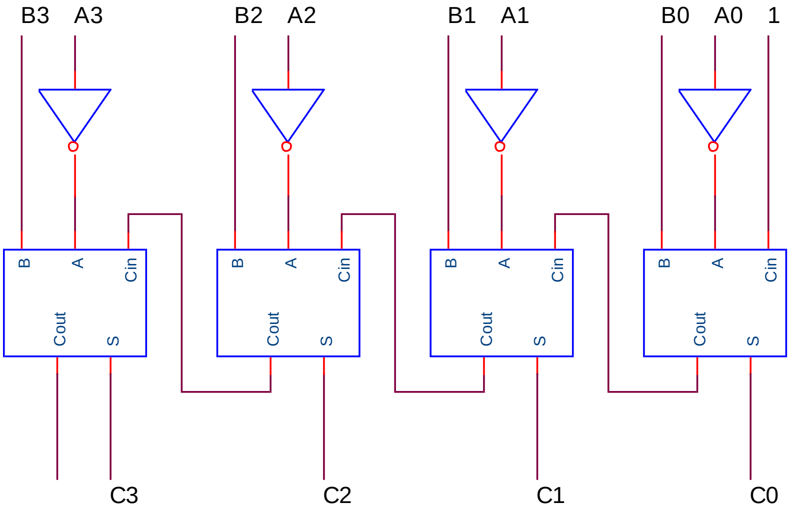


Параллель нэмэгч. Өмнө үзсэн бүхэн нэмэгчийн схем нь ганцхан битийн хувьд нэмэх үйлдэл хийдэг. Гэхдээ бидний бүрэн нэмэгчийг гаргаж авсаны гол зорилго нь нэгээс олон битийн хувьд нэмэх үйлдэл хийдэг төхөөрөмжийг гаргаж авахыг зорисонд байгаа. Одоо харин дөрвөн битээр нэмдэг нэмэгчийг гаргаж авъя. Энэхүү нэмэгчийг параллель нэмэгч гэж нэрлэнэ.

Үүний адилаар арифметик хасагч схем, арифметик үржигч, арифметик хуваагч схемүүдийг зохион байгуулж болно. Арифметик болон логик үйлдлүүд хийдэг төхөөрөмжүүдийг нэгтгэсэн цогц системийг арифметик логик байгууламж (Aritmetic Logic Unit - ALU) гэдэг.

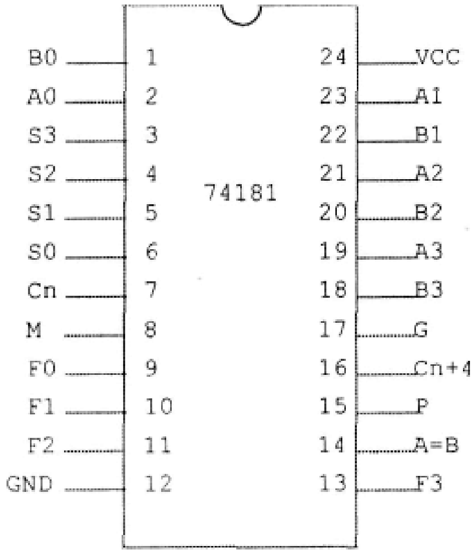


5.4 Хасагч схем. Хоёртын тооллын системд хасах үйлдлийг яаж хийдгийг санацгаая. Хасах үйлдийг хийхдээ хоёртын гүйцээлтийг ашигладаг билээ. Хоёртын гүйцээлтийг олохын тулд тухайн тооны инверсийг аваад нэгийг нэмдэгийг бид өмнө нь үзсэн. Харин хасах үйлдийг хийхдээ хасагчын хоёртын гүйцээлтийг олоод хасагдагч дээр нэмэх замаар хасах үйлдлийг хийж болдог. Иймд бид хасагч схемийг
зохиохдоо дээрхи зарчимыг ашиглана. Энэхүү онцлогт тулгуурлан бүрэн нэмэгчийн схемийг ашиглан хасагчийн схемийг зохиоё. Дараахь байдлаар схемийг гаргаж болно.



Энэ схем нь С = В – А үйлдлийг 4 битийн хувьд гүйцэтгэнэ.

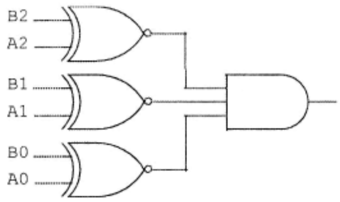
Үүний адилаар арифметик хасагч схем, арифметик үржигч, арифметик хуваагч схемүүдийг зохион байгуулж болно. Арифметик болон логик үйлдлүүд хиидэг төхөөрөмжүүдийг нэгтгэсэн цогц системийг 5.5 *Арифметик логик байгууламж* (АгКплейс 1_одю 11гп{ - АШ) гэдэг. Интеграл байдлаар зохион байгуулагдсан хамгийн энгийн АШ нь 74181 юм. Зураг дээр түүний гаргалгуудын байрлалыг харуулжээ.



АО-АЗ болон ВО-ВЗ гэсэн 4 битийн оролтуудтай. 50- 53 нь удирдлагын оролтууд бөгөөд эдгээр оролтонд өгсөн комбинациуд нь арифметик болон логик үйлдлүүдийн төрлийг тодорхойлно. Үйлдлийн үр дүн РО-РЗ гаралтууд дээр гарч ирнэ. М нь ажиллагааны горимын бит бөгөөд М-0 бол АШ нь арифметик үйлдэл хийнэ. Харин М=1 бол логик үйлдэл хийнэ. Дараахь хүснэгт нь АШ 74181-н үнэний хүснэгт юм.

33	52	51	50	М=1 Логик үйлдлүүд	М=0 арифметик үйлдлүүд	
					Сп=1 (саггу-гүй)	Сп=0 (саггу-тай)
0	0	0	0	Р=Я	Р = А	Р = А нэмэх 1
0	0	0	1	Р = АТ^{Г}Б	Р = А + В	Р = (А + В) нэмэх 1
0	0	1	0	Р=ДВ	Р = А+В	Р = (А +В) нэмэх 1
0	0	1	1	Р = 0	Р = хасах 1 (2-н гүйцээлт)	Р = 0
0	1	0	0	Р =АВ	Р = А нэмэх АВ	Р = А нэмэх АВ нэмэх 1
0	1	0	1	Р = В	Р = (А + В) нэмэх АВ"	Р = (А + В) нэмэх АВ нэмэх 1
0	1	1	0	Р = АΘВ	Р = А хасах В хасах 1	Р = А хасах В
0	1	1	1	Р = АВ	Р = АВ хасах 1	Р = АВ
1	0	0	0	Р=А+В	Р = А нэмэх АВ	Р = А нэмэх АВ нэмэх 1
1	0	0	1	F = A ⊙ B	F = A нэмэх B	F = A нэмэх B нэмэх 1
1	0	1	0	F = B	F = (A + B̄) нэмэх AB	F = (A + B̄) нэмэх AB нэмэх 1
1	0	1	1	F = A B	F = AB хасах 1	F = AB
1	1	0	0	F = 1	F = A нэмэх A	F = A нэмэх A нэмэх 1
1	1	0	1	F = A + B̄	F = (A + B) нэмэх A	F = (A + B) нэмэх A нэмэх 1
1	1	1	0	F = A + B	F = (A + B̄) нэмэх A	F = (A + B̄) нэмэх A нэмэх 1
1	1	1	1	F = B	F = A хасах 1	F = A

5.6 *Компаратор буюу харьцуулах төхөөрөмж.* Харьцуулах төхөөрөмж буюу компаратор нь хоёр хоёртын тоог хооронд нь харьцуулж, эдгээр нь хоорондоо тэнцүү юу, эсвэл аль нь их вэ гэдгийг тодорхойлдог төхөөрөмж юм. Хэрэв харьцуулж байгаа хоёр тоонууд хоорондоо тэнцүү юү, үгүй юү гэдгийг тодорхойлохын тулд адил утгын төхөөрөмжийг ашиглахад л хангалттай.



Тэнцүү = $(A2 \odot B2)\ (A1 \odot B1)\ (A0 \odot B0)$

Логик диаграммаас оролтын битүүд хос хосоороо бүгд тэнцүү байгаа тохиолдолд л гаралтын утга "1" болох нь харагдаж байна.

Харин A болон B тооны аль нэг нөгөөгөөсөө илүү бол яах вэ? Үүнийг шийдэхийн тулд дараахь үйлдлүүдийг авч үзэх шаардлагатай. A=A3A2A1AO; B=B3B2B1BO гэж үзье

1. Хамгийн ахлах битүүдийг (ижил дугаартай битүүдийг,дээрхи жишээн дээр A3, B3-г) хооронд нь харьцуулж үзнэ. Хоёр битийн аль нэг нь их байвал тухайн битийг агуулсан тоо нь их болох нь илэрхий. Хэрэв эдгээр битүүд хоорондоо тэнцүү бол дараагийн алхамыг хийнэ.
2. Нэгэнт A3, B3 хоорондоо тэнцсэн тул A, B хоёр тооны их багыг шийдэхийн тулд дараагийн битүүдийг шалгаж үзэх шаардлагатай. Иймд бид A2, B2 битүүдийг шалгах шаардлагатай болж байна.Хэрэв эдгэрийн аль нэг нь их бол утхайн битийг агуулах тоо нь их болж таарна. Харин эдгээр нь хорондоо тэнцүү бол дараагийн алхамыг хийх буюу дараагийн хоёр битийг харьцуулж үзэх шаардлагатай.

Энэ мэтчилэн цааш явж болох юм. A>B байх үед дээрхи байдлаар шалгахад ямар алхамууд хийх вэ гэдгийг харъя.

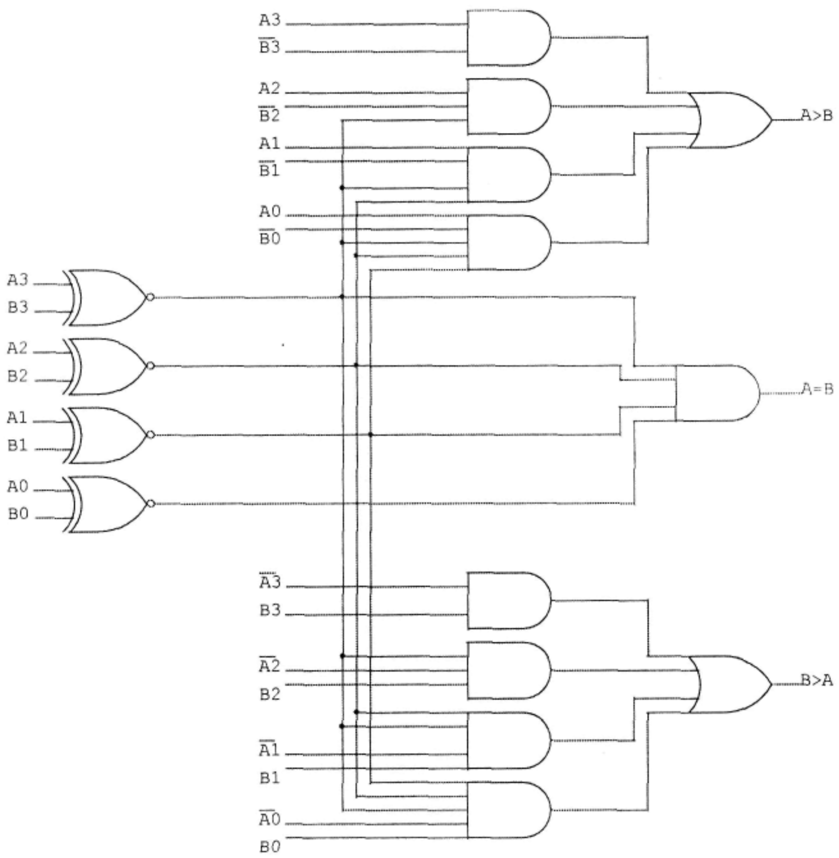
1. Хэрэв A3=1 ба B3=O бол A>B эсвэл 2. Хэрэв A3=B3 , A2=1 ба B2=O бол A>B эсвэл 3. Хэрэв A3=B3 , A2=B2 ,A1 = 1 ба B1=O бол A>B эсвэл 4. Хэрэв A3=B3 , A2=B2 , A1=B1 , AO=1 ба BO=O бол A>B Дээрхи нөхцлүүдээс A>B байх үеийн логик илэрхийллийг гаргаж авъя.

Эдгээрээс логик диаграммыг гаргаж авъя.

Мөн дээрхиилэрхийллийг B>A нөхцөлд бичвэл:

$$A>B = A3\overline{B3} + (A3 \bullet B3)A2\overline{B2} + (A3 \bullet B3)(A2 \bullet B2)A1\overline{B1} + (A3 \bullet B3)(A2 \bullet B2)(A1 \bullet B1)A0\overline{B0}$$

$$B>A = \overline{A3}B3 + (A3 \bullet B3)\overline{A2}B2 + (A3 \bullet B3)(A2 \bullet B2)\overline{A1}B1 + (A3 \bullet B3)(A2 \bullet B2)(A1 \bullet B1)\overline{A0}B0$$


A3
$\overline{B3}$
A2
$\overline{B2}$
A1
$\overline{B1}$
A0
$\overline{B0}$
A>B
A3
B3
A2
B2
A1
B1
A0
B0
A=B
$\overline{A3}$
B3
$\overline{A2}$
B2
$\overline{A1}$
B1
$\overline{A0}$
B0
B>A