

4. kafli

Einfaldar samrásir Boole-framsetning Teiknistaðlar

Efni 4. kafla:

1. Stærð og flækjustig rökrása
2. Rökhugtökin NOT, NAND, NOR, XOR og XNOR.
3. Regla DeMorgans.
4. ANSI og DIN teiknistaðlar fyrir einföld hlið.
5. Sannleikstöflur og púlsarit.

Búnaður: Kennslubúnaður frá LJ Technical Systems
Multisim CAD forrit

Samrásir:

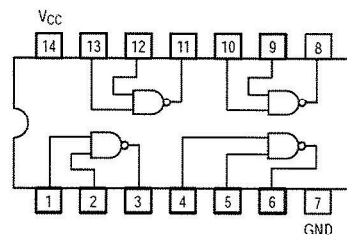
Rökrásir eru oftast byggðar inn í kubba eða **samrásir**
 Samrásir kallast ýmsum nöfnum á ensku:
 Integrated Circuit, skammstafað **IC**,
 microcircuit, microchip, silicon chip eða chip.

Í þessu námsefni notum við orðið **samrásir** yfir þessa kubba.
 Samrásir merkja sambyggðar rásir innbyggðar í kubb og merkja þá ekki eingöngu stafrænar rásir, heldur einnig alls konar rafeindarásir (bæði digital og analog).

4.0. Stærð og flækjustigi samrásá er deilt í þrjú flokka:

Einfaldar samrásir. SSI: Small Scale Integration.

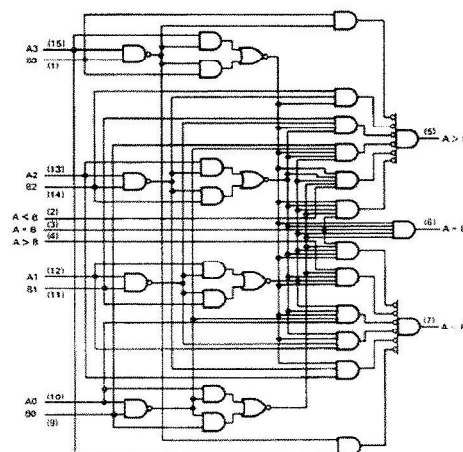
Hér er einfaldasta gerð samrásá,
 aðeins nokkur hlið í hverjum kubb.
 SSI er efni 4. kafla.



Dæmi um SSI rás: SN74LS00N

Meðalstórar samrásir. MSI: Medium Scale Integration.

Hér eru nokkrir tugir hliða í hverjum kubb.
 MSI er efni 9. kafla.



Dæmi um SSI rás: SN74LS85N

Stórar samrásir. LSI: Large Scale Integration.

Hér eru hundruð hliða og meira í hverjum kubb.

LSI er efni TNT403.

Tilgangslaust er að reyna að sýna LSI-dæmi þar sem rásirnar eru mjög flóknar og þurfa mikið pláss, jafnvel marga fermetra.

Helstu gerðir samrása eru TTL og CMOS.

TTL: Transistor Transistor Logic eru rásir byggðar úr venjulegum transistorum (bipólar) sem hafa Base-, Emitter- og Collector-skaut.

CMOS: Complimentary Metal Oxide Semiconductor eru rásir byggðar úr MOS-transistorum sem hafa Gate-, Source- og Drain-skaut.

Skoðið þessar sérur í Multisim í íhlutastíku nr. 6 og 7 frá vinstri.

Betur verður fjallað um þessar gerðir samrása í TNT403.

4.1 Teiknitákn og virkni grunnhliða.

Til að auka yfirsýn yfir flóknar og samsettar rökrásir, notum við sérstök teiknitákn fyrir hverja gerð rökrása. Auk þessa eru ensk nöfn oftast notuð yfir virkni rásanna. OG rásin er oftast kölluð AND og EÐA rásin kölluð OR. Ennfremur köllum við þessar litlu rök-einingar oftast HLIÐ eða GATE. Með því leggjum við áherslu á að rásin virkar eins og hlið þar sem við verðum að uppfylla ákveðin skilyrði til að hliðið opnist.

Til eru nokkrir mismunandi staðlar fyrir teiknitáknin og hér skoðum við tvo þeirra; ANSI og DIN.

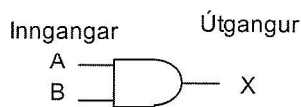
ANSI stendur fyrir **American National Standard Institute**, en það er ein þeirra bandarísku samtaka sem gefa út staðla fyrir allt mögulegt. Þessi samtök eru einkasamtök.

DIN er þýskur staðall sem notaður er mjög víða í Evrópu. DIN stendur fyrir **Deutsches Institut für Normung** sem er sú stofnun sem gefur út flesta staðla fyrir Þýskaland og reyndar stóra hluta Evrópu.

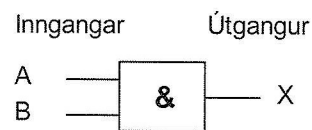
Á Íslandi eru gefnir út fjöldi staðla, en Staðlaráð Íslands sér um þá útgáfu.

Skoðum þetta nánar.

OG / AND hlið er táknað með þessu tákni:



ANSI staðall



DIN staðall

Rofarnir í verkefni 2 svara til innganganna A og B, en þar svara til útgangsins X. Inngangarnir A og B geta verið annaðhvort 1 (Hi) eða 0 (Lo) og útgangurinn X getur verið 1 eða 0 sem afleiðing af A og B.

Sannleikstafla AND hliðs:

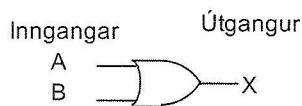
Sannleikstaflan sýnir að útgangurinn fer því aðeins í Hi að við setjum báða innganga í Hi. Þetta samsvarar því að báðir rofarnir í verkefni 2 (mynd a) séu í Á stöðu (leiðandi). Við orðum þetta svona: A OG B verða að vera Hi til að útgangurinn X fari í Hi. (Rofar A OG B verða að vera í Á stöðu til að það kvikni á perunni).

AND		
Inngangar		Útgangur
A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

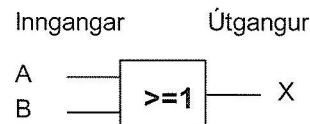
Virgni rökrása er táknuð með jöfnum, ekki ólíkt og við þekkjum í bókstafareikningi þar sem við notum margföldunartáknið til að tákna OG virknina. AND hliðið er táknað svona:

$X = A \bullet B$ og við segjum X er jafnt og A sinnum B.

EÐA / OR hlið er táknað með þessu tákni:



ANSI staðall



DIN staðall

Sannleikstafla OR hliðsins:

Sannleikstaflan sýnir að útgangurinn fer í Hi þegar annar hvor A eða B er Hi. Þetta samsvarar því að annar rofanna í verkefni 2 (mynd b) séu í Á stöðu. Við orðum þetta svona: A EÐA B verða að vera Hi til að útgangurinn X fari í Hi. (Rofar A EÐA B verða að vera í Á stöðu til að peran lýsi).

OR		
Inngangar		Útgangur
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Til að tákna EÐA virknina á jöfnuforminu notum við + og EÐA hliðið er þá táknað:

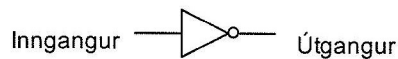
$$X = A + B$$

EKKI / NOT hliðið:

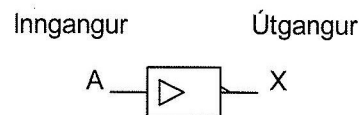
Við erum búin að sjá OG og EDA hliðin. Í rökrásum er nauðsynlegt að geta snúið merkinu við. Útgangur AND hliðsins fer í Hi þegar allir inngangar eru í Hi, en ef við þurfum að fá Lo út þegar allir inngangar eru í Hi, þá þurfum við að snúa merki AND hliðsins við.

EKKI eða NOT hlið er með einum inngangi og snýr merkinu við. Ef við setjum Lo inn þá fer útgangurinn í Hi og öfugt.

Táknið fyrir NOT er svona:



ANSI staðall



DIN staðall

Sannleikstafla NOT hliðsins:

NOT	
Inngangur	Útgangur
A	X
0	1
1	0

Jafnan: $X = \bar{A}$

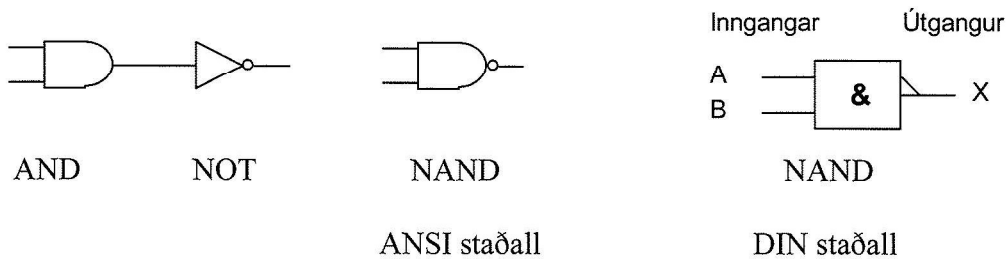
Strik yfir merkinu þýðir að því hafi verið snúið við. Ef A = Hi er \bar{A} = Lo.

Við segjum: *ekki* A þegar við lesum A með striki yfir.

NAND og NOT hlið:

Ef við snúum útgangi AND hliðs við þá köllum við það NAND.

Í stað þess að teikna NOT hliðið í framhaldi af útgangi AND hliðsins, þá setjum við hring í útganginn á hliðinu:



NAND merkir NOT AND

Sannleikstaflan fyrir NAND:

NAND		
Inngangar		Útgangur
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

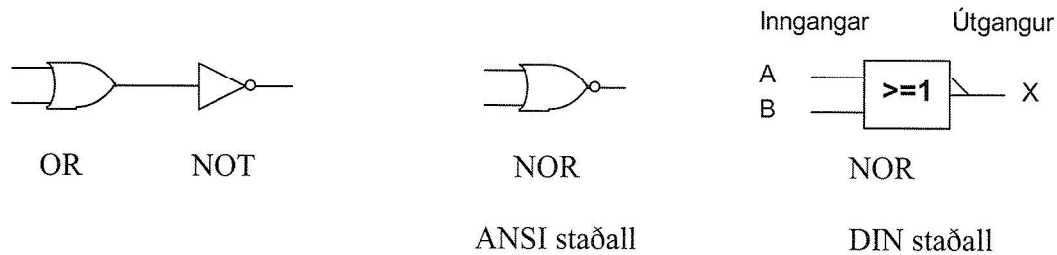
Jafnan fyrir NAND: $X = \overline{A \cdot B}$ þar sem heila yfirstrikið merkir að útganginum er snúið við.

4ra innganga NAND jafna væri þá:

$$X = \overline{A \cdot B \cdot C \cdot D}$$

OR og NOT hlið:

Ef við snúum útgangi OR hliðs við þá köllum við það NOR.



NOR merkir NOT OR eða umsnúð OR.

Sannleikstaflan fyrir NOR

Jafnan fyrir NOR: $X = \overline{A+B}$

NOR		
Inngangar		Útgangur
A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Grunnhlið rökrása:

AND, OR og NOT hliðin eru oft kölluð **grunnhlið rökrása**.

Ástæðan er sú að úr þessum hliðum er hægt að mynda stóran hluta þeirra rökrása sem þekktar eru í dag. Við sáum hvernig við táknuðum AND hliðið með rofunum með einni einfaldri mynd. Þegar svo við myndum flóknar rásir úr þessum grunnhliðum, búum við til ný teiknitákn fyrir þær rásir og svo koll af kolli eftir því sem flækjan stækkar, búum við til ný og einföld tákn þannig að við höldum yfirsýn.

Hvers vegna eru grunnrásirnar oft kallaðar **hlið**?

Skoðum AND rásina/hliðið hér að neðan og púlsaritið sem sýnir merkin á bæði inn- og útgöngum þess.

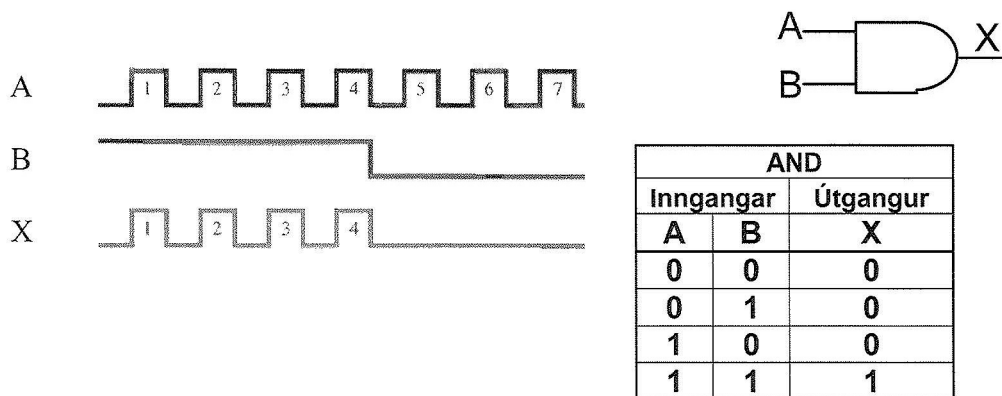
Inn á A innganginn kemur merki sem skiptir látlaust milli Hi og Lo. Þetta er látlaus runa af Hi og við köllum svona merki oft klukku, því svona merki er oft notað til að slá taktinn og ákveða hvenær hlutir eiga að gerast (t.d. í serial-sendingum).

Ef B inngangurinn er í Lo er X útgangurinn fastur í Lo því hann fer því aðeins í Hi að báðir inngangarnir séu í Hi. Þar með kemst ekkert merki frá A inngangnum í gegnum hliðið.

Um leið og B inngangurinn fer í Hi, fer útgangurinn að skipta eins og A inngangurinn og við segjum að **HLIÐIÐ SÉ OPIÐ**.

Sem sagt B inngangurinn virkar þarna eins og dyravörður, hann lokar hliðinu með Lo en opnar hliðið með HI.

Þetta er ástæðan fyrir þessari HLIÐ- eða GATE-nafngift.



Verkefni

Kynning á kennslubúnaði frá LJ Technical Systems sem er síðan notaður við að leysa verkefni hér að neðan.

Verkefni 4.1.1:**Hegðun AND hliðs með ótengdan****inngang.**

Tengdu 2ja innganga AND hlið og fylltu út í sannleikstöfluna hér til hliðar. Hvað gerir útgangurinn ef inngangur A er alveg ótengdur.

Í hvaða stöðu er ótengdur inngangur?

Svar: _____

A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	
Ótengt	0	
Ótengt	1	

Verkefni 4.1.2:**Hegðun AND hliðs með samtengda****innganga.**

Tengdu saman báða innganga AND hliðs og fylltu út í sannleikstöfluna hér til hliðar.

Hvernig virkar AND hliðið núna? Svar: _____

A	B	X
0	0	
1	1	

Verkefni 4.1.3:**Hegðun NAND hliðs með samtengda innganga.**

Tengdu saman báða innganga NAND hliðs og fylltu út í sannleikstöfluna hér til hliðar.

Hvernig virkar NAND hliðið núna? Svar: _____

A	B	X
0	0	
1	1	

Verkefni 4.1.4:**Hegðun OR hliðs með ótengdan inngang.**

Tengdu 2ja innganga OR hlið og fylltu út í sannleikstöfluna hér til hliðar.

Hvað gerir útgangurinn ef A inngangurinn er alveg ótengdur?

Hvers vegna virkar þetta ekki eins og á AND hliðinu?

A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	
Ótengt	0	
Ótengt	1	

Svar: _____

Í hvaða stöðu er ótengdur inngangur? Svar: _____

Verkefni 4.1.5:**Hegðun OR hliðs með samtengda innganga.**

Tengdu saman báða innganga OR hliðs og fylltu út í sannleikstöfluna hér til hliðar.

Hvernig virkar OR hliðið núna?

A	B	X
0	0	
1	1	

Svar: _____

Verkefni 4.1.6:**Hegðun NOR hliðs með samtengda innganga.**

Tengdu saman báða innganga NOR hliðs og fylltu út í sannleikstöfluna hér til hliðar.

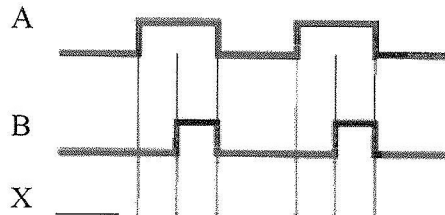
A	B	X
0	0	
1	1	

Hvernig virkar NOR hliðið núna? Svar: _____

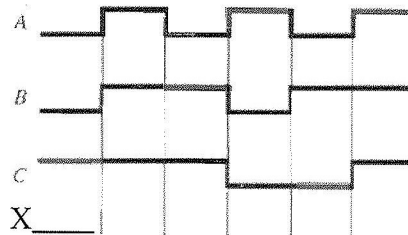
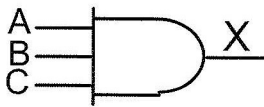
Verkefni 4.1.7:

Samspil sannleikstöflu og púlsarits.

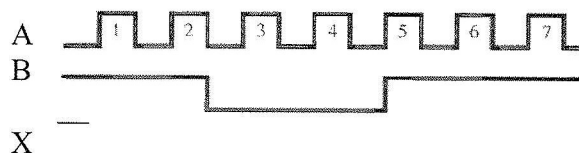
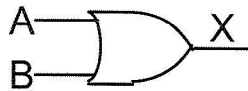
Merkin á púlsaritinu eru sett inn á innganga AND hliðsins. Bætið við púlsariti fyrir X neðan við púlsaritið þannig að á hverjum tíma sjáist staða útgangsins sem fall af inngöngunum.

**Verkefni 4.1.8:**

Merkin á púlsaritinu eru sett inn á innganga AND hliðsins. Bætið við púlsariti fyrir X neðan við púlsaritið þannig að á hverjum tíma sjáist staða útgangsins sem fall af inngöngunum.

**Verkefni 4.1.9:**

Ljúkið við púlsaritið hér að neðan og sjáið hvernig OR rás virkar sem hlið fyrir klukkuna á A innganginum.

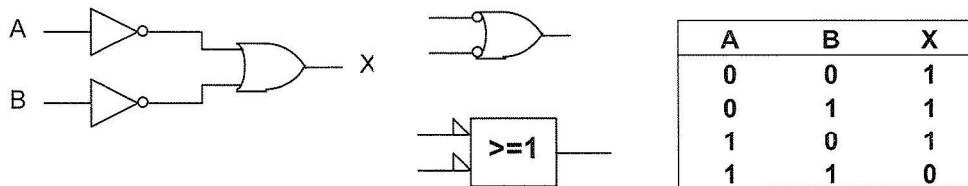


4.2 Blönduð hlið.

Tengjum NOT hlið við innganga OR og AND hliðs og skoðum sannleikstöflur rásanna:

NAND virkni:

Þegar inngöngum OR hliðs er snúið, virkar rásin eins og sannleikstaflan sýnir.



Sannleikstaflan er eins og sannleikstafla NAND hliðs.

Niðurstaða: OR hlið með NOT á inngöngunum virkar eins og NAND.

Jafna rásarinnar er: $X = \overline{A + B}$

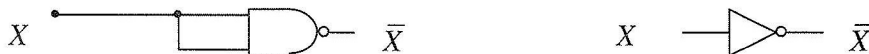
Þar sem þessi rás virkar eins og NAND hlið getum við sett jöfnurnar saman:

$$X = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

Þessi jafna er kölluð **regla DeMorgans**, sem segir: Skipta má yfirstriki en þá verður að breyta \times í $+$ (AND í OR).

NAND breytt í NOT:

Með því að samtengja innganga NAND hliðsins, virkar það sem NOT hlið:

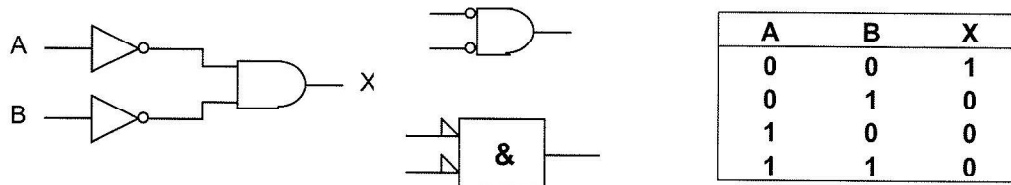


Samkvæmt sannleikstöflunni fyrir NAND þegar $A=B$, virkar NAND sem NOT hlið.

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

NOR virkni:

Þegar inngöngum AND hliðs er snúið, virkar rásin eins og sannleikstaflan sýnir.



Sannleikstaflan er eins og sannleikstafla NOR hliðs.

Niðurstaða: AND hlið með inverter (NOT hliði) á inngöngunum virkar eins og NOR.

Jafna rásarinnar er: $X = \overline{A \cdot B}$

Þar sem þessi rás virkar eins og NOR hlið getum við sett jöfnurnar saman:

$$X = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

Og þar með segir **regla DeMorgans**: Skipta má yfirstriki en þá verður að breyta + í × (OR í AND).

NOR breytt í NOT:

Með því að samtengja innganga NOR hliðsins, virkar það sem NOT hlið:

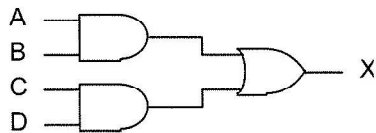


Samkvæmt sannleikstöflunni fyrir NOR þegar A=B, virkar NOR sem NOT hlið.

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

AND-OR hlið:

Algengt er að nota AND og OR hlið saman og eru þá kölluð AND-OR hlið:

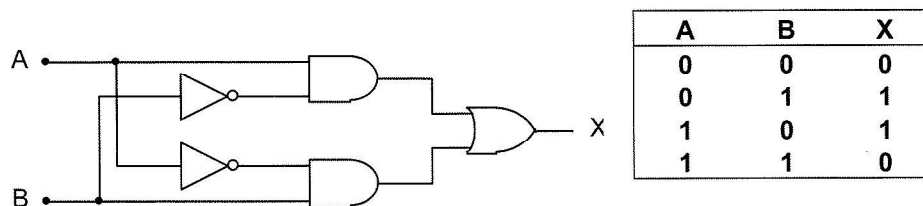


X er Hi þegar A og B eru báðir í Hi Eða þegar C og D eru báðir í Hi.

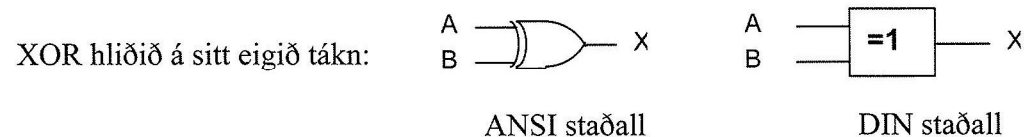
Jafna rásarinnar er: $X = A \cdot B + B \cdot C$

Exclusive-OR eða XOR:

Bætum tveim NOT hliðum við AND-OR hlið:



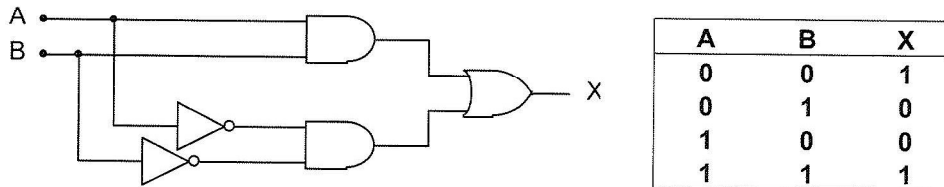
Þessi rás er kölluð Exclusive-OR eða XOR og er skilgreind sem hlið, rétt eins og OR hlið. XOR hliðið segir okkur hvenær A og B eru ólíkir; 01 og 10.



Jafna hliðsins er: $X = \bar{A}B + A\bar{B}$ og nú hættum við að skrifa \times þar sem því er almennt sleppt.

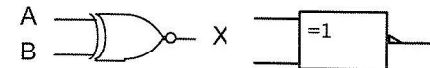
Exclusive-NOR, XNOR eða Comparator:

Með smá breytingu á XOR fáum við nýja sannleikstöflu:



Þessi rás er kölluð Exclusive-NOR eða XNOR.

XNOR hliðið segir okkur hvenær A og B eru eins eða jafnir; 00 og 11.

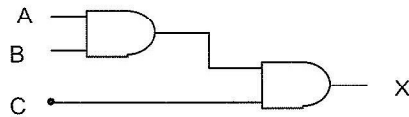
Jafna hliðsins er: $X = AB + \overline{A}\overline{B}$ og táknið: 

XNOR er oft kölluð COMPARATOR, sem er hlið sem ber saman (Compare) tvo bita og segir til um hvenær þeir eru jafnir.

Virgni XOR er oft táknuð með $A \oplus B$ og XNOR með $\overline{A \oplus B}$

Verkefni 4.2.1:

Tengið rásina hér að neðan á TS tækinu. Prófið síðan allar stöður sannleikstöflunnar hér að neðan og fyllið í töfluna.



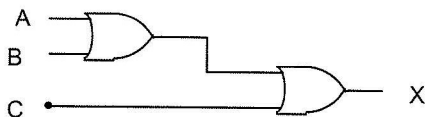
A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Teiknið hlið sem virkar eins og þessi rás og notið DIN-staðal:

Hver er jafna hliðsins X = _____

Verkefni 4.2.2:

Tengið rásina og fyllið út sannleikstöfluna.



A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

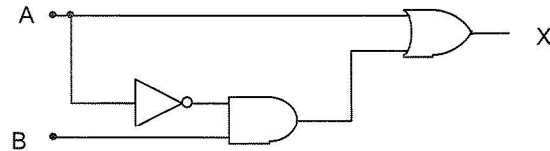
Teiknið hlið sem virkar eins og þessi rás og notið DIN-staðal:

Hver er jafna rásarinnar?

X = _____

Verkefni 4.2.3:

Tengið rásina og fyllið út sannleikstöfluna.



A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

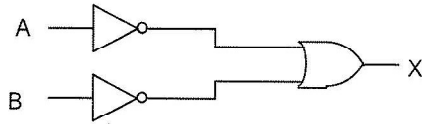
Teiknið hlið sem virkar eins og þessi rás og notið DIN-staðal:

Hver er jafna rásarinnar?

X = _____

Verkefni 4.2.4:

Tengið og fyllið út sannleikstöfluna.



A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

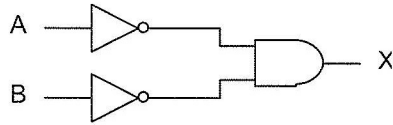
Teiknið hlið sem virkar eins og þessi rás og notið DIN-staðal:

Hver er jafna rásarinnar?

X = _____

Verkefni 4.2.5:

Tengið og fyllið út sannleikstöfluna.



A	B	X
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

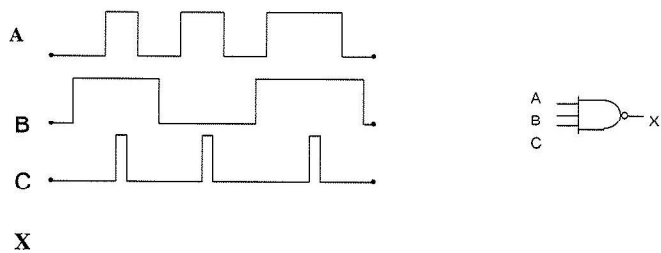
Teiknið hlið sem virkar eins og þessi rás og notið DIN-staðal:

Hver er jafna rásarinnar?

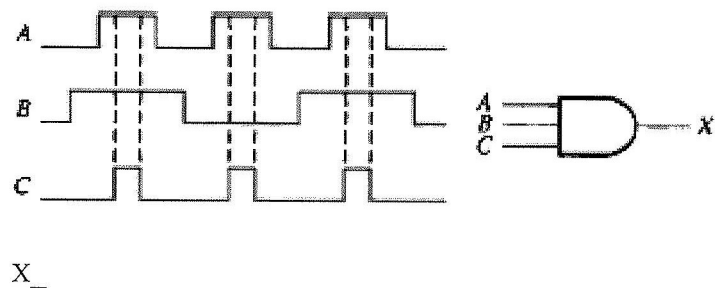
X = _____

Verkefni 4.2.6:

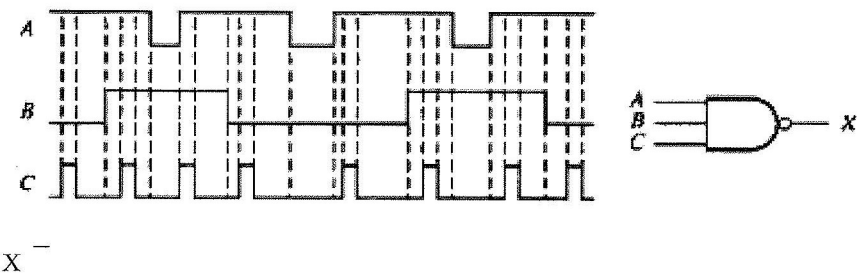
Ljúkið við púlsaritið og gerið sannleikstöfluna.

**Verkefni 4.2.7:**

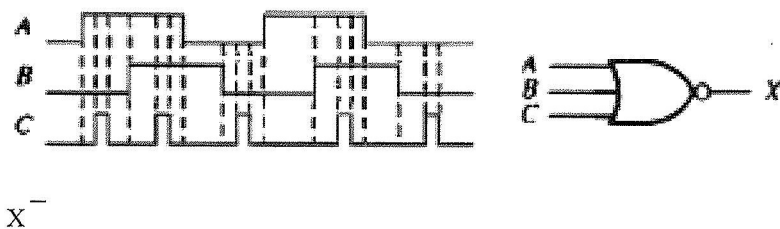
Ljúkið við púlsaritið hér að neðan:

**Verkefni 4.2.8:**

Ljúkið við púlsaritið hér að neðan:

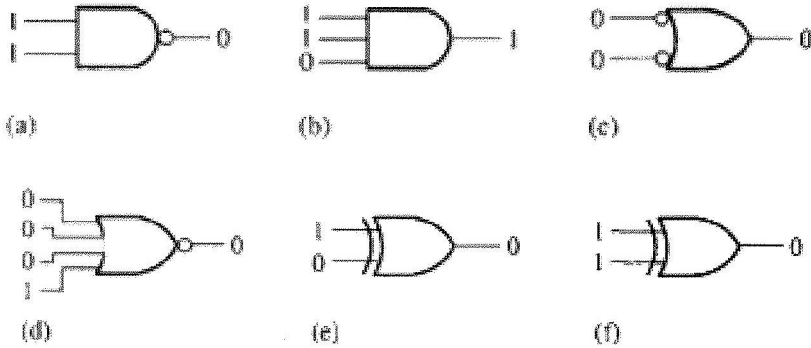
**Verkefni 4.2.9:**

Ljúkið við púlsaritið hér að neðan:



Verkefni 4.2.10:

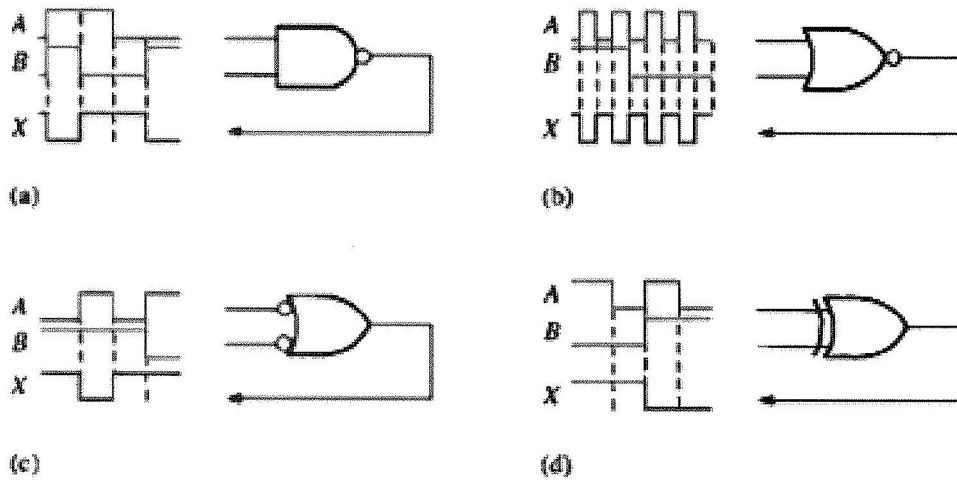
Skoðið hliðin hér fyrir neðan og finnið hver þeirra eru biluð:



Svar: _____

Verkefni 4.2.11:

Hvaða hlið eru biluð og hver eru í lagi:



Svar: _____

Verkefni 4.2.12:

Hvað heitir hlið sem er með útganginn alltaf andhverfan við innganginn?

Svar: _____ ANSI tákn: _____ DIN tákn: _____

Verkefni 4.2.13:

Hvað heitir hlið sem er með útganginn í Lo ef einhver innganganna er Lo?

Svar: _____ ANSI tákn: _____ DIN tákn: _____

Verkefni 4.2.14:

Hvað heitir hlið sem er með útganginn í Hi ef einhver innganganna er Lo?

Svar: _____ ANSI tákn: _____ DIN tákn: _____

Verkefni 4.2.15:

Hvað heitir hlið sem er með útganginn í Lo ef einhver innganganna er Hi?

Svar: _____ ANSI tákn: _____ DIN tákn: _____

Verkefni 4.2.16:

Hvað heitir hlið sem er með útganginn í Hi ef einhver innganganna er Hi?

Svar: _____ ANSI tákn: _____ DIN tákn: _____

Verkefni 4.2.17:

Hvað heitir hlið sem er með útganginn í Hi ef inngangarnir eru ójafnir?

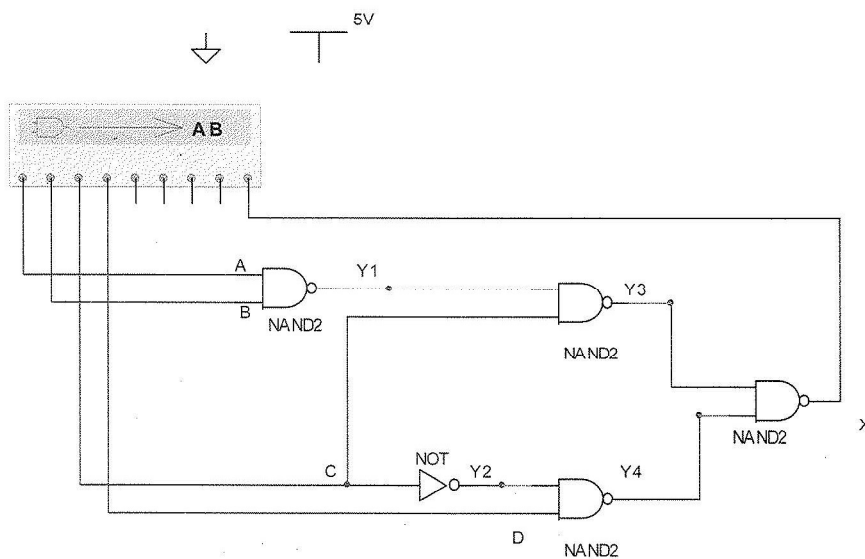
Svar: _____ ANSI tákn: _____ DIN tákn: _____

Verkefni 4.2.18:**Multisim – Logic Converter.**

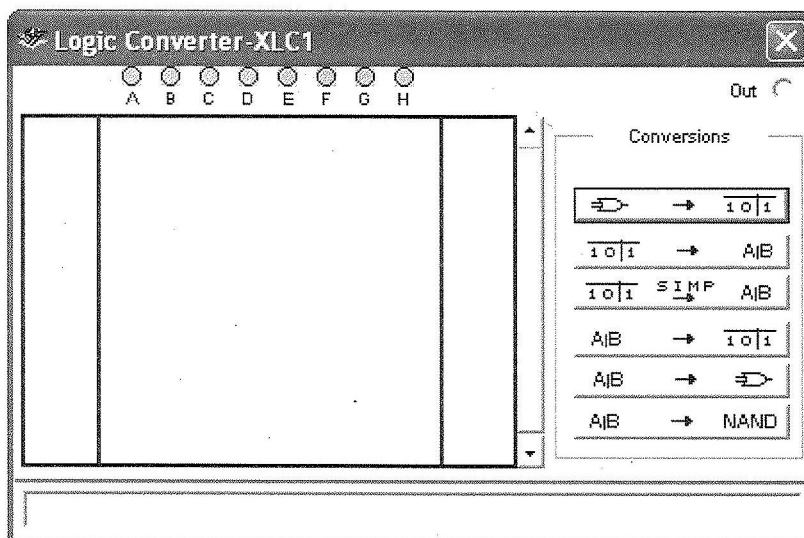
Þetta tæki er á tækjastikunni númer 9 ofan frá.

Það er hugsað til að prófa rökrásir. Það hefur 8 útganga, A, B, C, D upp í H, talið frá vinstri eins og pílan sýnir. Og einn inngang, þennan lengst til hægri.

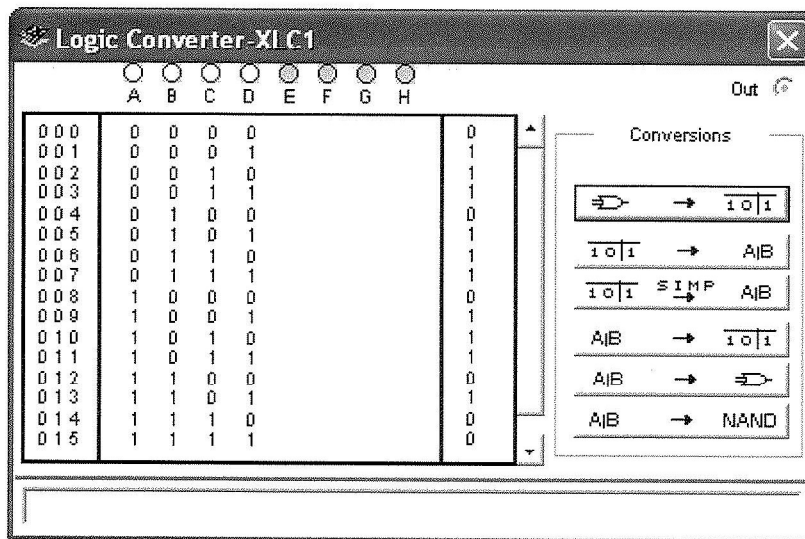
Teiknið rásina hér að neðan (ANSI-staðall) og bætið Logic Converter inn á vinnuborðið. Tengið hann síðan við rásina eins og myndin sýnir. Ath. Sjáið hvernig jörð og 5V spennugjafi eru höfð með til að gefa hliðunum spennu. (Þetta er reyndar ekki nauðsynlegt þegar Logic Converter er notaður, en verður alltaf að vera í öðrum tilfellum).



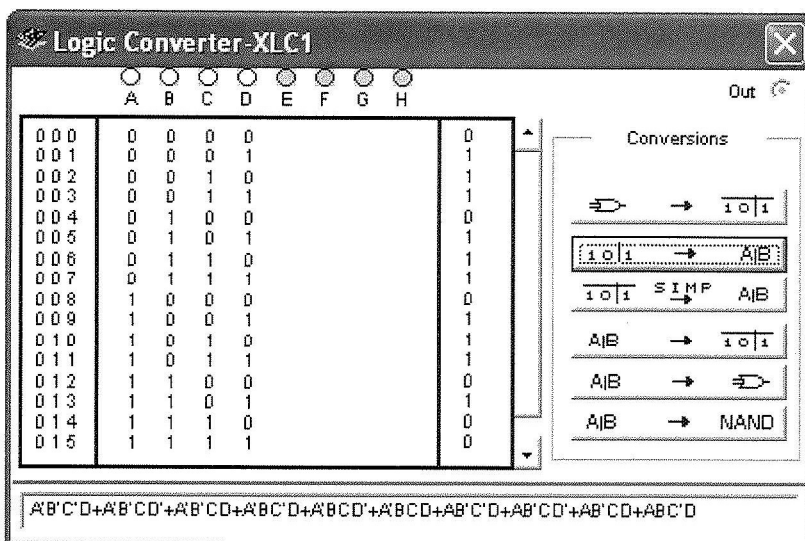
Tvíklíkkið nú á myndina af Logic Converter. Þá birtist stýrispjaldið.



Hægt er að velja 6 mismunandi aðgerðir á spjaldinu. Sú efsta býr til sannleikstöfluna:



Sú næstefsta skrifar jöfnu rásarinnar í neðsta gluggann á spjaldinu:



Ath. að í stað NOT striksins yfir stafnum er notuð úrfellingarkomma: \overline{ABCD} er skrifað $A'B'C'D$.

Næsta mögulega aðgerð á stýrispjaldinu, sú þriðja, einfaldar jöfnuna:

	A	B	C	D	E	F	G	H	Out
000	0	0	0	0					0
001	0	0	0	1					1
002	0	0	1	0					1
003	0	0	1	1					1
004	0	1	0	0					0
005	0	1	0	1					1
006	0	1	1	0					1
007	0	1	1	1					1
008	1	0	0	0					0
009	1	0	0	1					1
010	1	0	1	0					1
011	1	0	1	1					1
012	1	1	0	0					0
013	1	1	0	1					1
014	1	1	1	0					0
015	1	1	1	1					0

Conversions:

- \Rightarrow \rightarrow $\overline{101}$
- $\overline{101}$ \rightarrow $A\overline{B}$
- $\overline{101}$ \rightarrow $A\overline{B}$ (highlighted)
- $A\overline{B}$ \rightarrow $\overline{101}$
- $A\overline{B}$ \rightarrow \Rightarrow
- $A\overline{B}$ \rightarrow NAND

$A'C+B'C+C'D$

Sú fjórða býr til sannleikstöflu úr jöfnu sem við höfum slegið inn í neðsta gluggann.

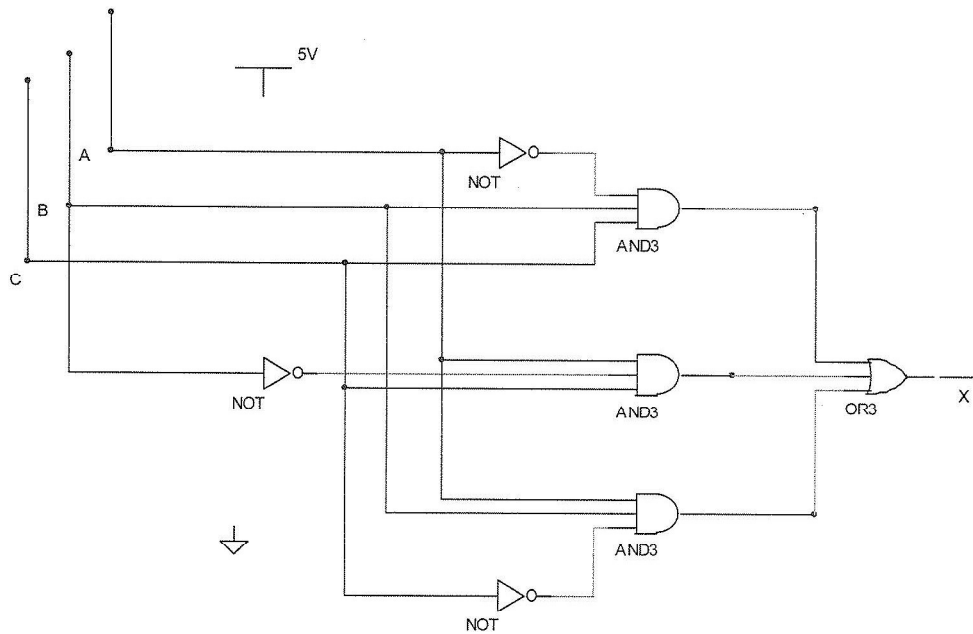
Sú fimmta teiknar upp rás eftir jöfnu sem við sláum inn.

Sjötta aðgerðin teiknar rásina eingöngu með NAND hliðum (virkar illa).

Ath. Jafnan sem sett er inn í Logic Converter verður að vera á SAM formi (SOP).

Verkefni 4.2.19:

Tengið þessa rás á vinnuborðinu. Notið DIN-staðal í stað ANSI.



Tengið Logic Converter við rásina og framkallið eftirfarandi:

- Sannleikstöflu rásarinnar.
- Jöfnu rásarinnar.
- Setjið jöfnuna inn í Karnaugh-kort og sannið að svarið í c-lið sé rétt.

Látið kennarann yfirfara lausnina í Multisim.

Verkefni 4.2.20:

Skoðið eftirfarandi TTL samrás með hjálp Google:
Hentug slóð: alldatasheet.com

SN74LS00N
Quad 2-input NAND Gate.

Ath.: Við þurfum að slá inn gerð samrásarinnar efst sem Part Name. Þá kemur síða með samrásum frá 4 mismunandi framleiðendum.

Veljum þann næstefsta frá ON, klukkum á pdf-skjalið.

Þá veljum við gulan hnapp merktan Download og skjalið opnast eftir smá bið.

Teiknið hér inn á síðuna einfalda rökrásamynd af þeim og skrifið við myndina einfalda lýsingu á virkni. (Í lagi að prenta myndir af netinu og t.d. líma inn á síðuna eða hafið á sér blaði sem fest er við þessa síðu í vinnubókinni).

Þetta pdf-skjal lýsir þessari samrás, bæði rökrænt og rafrænt, auk þess að sýna öll mál og hvernig samrásin tengist pinnunum á kubbnum.

Verkefni 4.2.21:

Skoðið þessa rás, SN74LS00N, líka í Multisim TTL íhlutasafninu. Þið verðið að velja eitt hlið í einu á vinnuborðið. Þarna eru pinnanúmerin ákveðin um leið og þið veljið hliðið.

Aftur á móti ef þið veljið hliðið úr íhlutasafninu, sem er kallað **Misc. Digital** (nr. 10 frá vinstri), þá eru hliðin ekki hluti af samrásum, heldur getum við valið t.d. AND2, NAND4, OR2, NOR3 o.s.frv. Þetta íhlutasafn er mun þægilegra ef við ætlum aðeins að prófa virkni rásarinnar en ekki búa til t.d. prentplötu.

