

# Efnisyfirlit

<b>1. kafli</b>	<b>Stafræn og hliðræn tækni.....</b>	<b>3</b>
	1. Stafræn og hliðræn tækni.	
	2. Að bera saman hliðræn og stafræn mælitæki.	
	3. Örfá orð um spennu og straum.	
<b>2. kafli</b>	<b>Rökhugtök.....</b>	<b>11</b>
	1. Rökhugtökin OG og EÐA.	
	2. Rofar og rökrásir.	
	3. Notkun 0, 1, Hi og Lo.	
	4. Sannleikstöflur og púlsarit.	
<b>3. kafli</b>	<b>Rökrásir og talnakerfi.....</b>	<b>25</b>
	1. Tölur myndaðar með Hi og Lo.	
	2. Uppbygging tvíundar- og tugatalna.	
	3. Tölum breytt milli tvíundar- og tugakerfa.	
	4. Grunttölur talnakerfa.	
	5. Sextándakerfi – Hexadecimal-kerfi.	
	6. Tölum breytt milli tvíundar-, tuga- og sextándakerfa.	
	7. Skilgreining fagorða; bit, nibble, byte og word.	
	8. Mismunandi framsetning talna.	
<b>4. kafli</b>	<b>Einfaldar samrásir, Boole-framsetning og teiknistaðlar .....</b>	<b>41</b>
	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.	
<b>5. kafli</b>	<b>Reikniaðferðir rökrása og kóðar.....</b>	<b>71</b>
	1. Reikniaðferðir rökrása.	
	2. Kóðar.	
<b>6. kafli</b>	<b>Boole-algebra.....</b>	<b>87</b>
	1. Boole-jöfnur gerðar eftir rökrásateikningum.	
	2. Rökrásateikningar gerðar eftir Boole-jöfnum.	
	3. Boole-jöfnur gerðar eftir sannleikstöflum.	
<b>7. kafli</b>	<b>Karnaugh-kort.....</b>	<b>103</b>
	1. Kynning Karnaugh-korta.	
	2. Sannleikstaflan og Karnaugh-kortið.	
	3. Boole-jöfnur og Karnaugh-kortið.	
	4. Sannleikstaflan, Karnaugh-kortið og jöfnurnar.	
<b>8. kafli</b>	<b>Einföldun rökrása að hætti Boole, DeMorgan og Karnaugh.....</b>	<b>115</b>
	1. Jöfnu breytt á SAM (SOP) form með hjálp DeMorgan.	
	2. Einföldun rása með hjálp Karnaugh-korta.	
	3. Einfaldaða rásin teiknuð eftir jöfnunni úr Karnaugh-kortinu.	
<b>9. kafli</b>	<b>Meðalstórar samrásir .....</b>	<b>129</b>
	Samanburðarrásir, kóðabreytar og línuveljarar.	
<b>10. kafli</b>	<b>Notkun teikni- og hermiforríta (Multisim).....</b>	<b>149</b>
<b>11. kafli</b>	<b>Svör við völdum verkefnum.....</b>	<b>161</b>

## Tölvur og net – rökrásir 1

### Nokkur orð um 4. útgáfu.

Nú hafa allir áfangar nýrrar námskrár grunnnáms rafiðna verið kenndir og því fór nú á vorönninni í gang endurskoðun allra áfanganna. Þónokkrar breytingar voru ákveðnar á TNT-áföngunum. Þær helstar voru að skipt var á innihaldi TNT102 og TNT202 þannig að nú er PC tölvun kennd í TNT102 og Tölvur og net – rökrásir 1 er kennd í TNT202. Innihald TNT303 var ákveðið efni Cisco Academy CCNA-1 sem fjallar um tölvusamskiptin á Ethernet og Internet, eða á staðarnetinu og víðnetinu. Innihald TNT403 var óbreytt að því undanskyldu að efni 6. kafla, Digital Fundamentals um MSI rásir (samanburðarrásir, kóðararásir og línuveljara), var flutt yfir í TNT202. Tölvur og net – rökrásir 1. Námsefni TNT áfanganna mynda nú nokkuð góða undirstöðu í tölvufræðunum, allt frá PC vélinni upp í rökrásir og tölvusamskipti.

Vegna þessara breytinga á námskrá þurfti að gera nokkrar breytingar á þessari bók, bæta heilum kafla inn í hana, 9. kafla sem fjallar um flóknari rökrásir, sem áður var hluti af TNT403. Auk þessa var ákveðið að reyna að styðja við notkun Multisim við gerð verkefna, þannig að þótt 10. kafli um Multisim sé óbreyttur, voru Multisim-verkefni sett inn í verkefni ásamt útskýringum á Multisim. Auk þessa hefur ýmsum smáatriðum verið bætt inn. Ætlunin var að gera frekari breytingar á 7. og 8. kafla, draga saman æfingar í sannleikstöflum, jöfnum og Karnaugh-kortum, fækka dæmum og samþætta dæmi. Ekki vannst tími til þessa ásamt ýmsum smáatriðum sem ég hefði gjarnan viljað koma inn í bókina.

Ég ítreka enn að bókin er hugsuð sem verkefnabók og útskýringar í bókinni eru alls ekki tæmandi. Þar reynir á kennarann að fylla í eyðurnar eftir þörfum.

Mosfellsbæ í júní 2008  
Finnur Torfi Guðmundsson  
[fgu@tskoli.is](mailto:fgu@tskoli.is)

## 1. kafli

### Stafræn og hliðræn tækni

Efni 1. kafla:

1. Stafræn og hliðræn tækni og hvar hana er að finna í okkar nánasta umhverfi.
2. Að bera saman hliðræn og stafræn mælitæki.
3. Örfá orð um spennu og straum.
4. Verkefni.

Búnaður til nota við verkefni:

Tengibretti með 3 rofum, 3 ljósaperum og stillimótstöðu, spennugjafi, stafrænn mælir og hliðrænn mælir.

**1.1****Hliðrænn (analog) eða stafrænn (digital).**

Umhverfi okkar byggist í vaxandi mæli á alls konar rafmagnsbúnaði. Þessi búnaður er sífellt að verða fullkomnari og ólíklegustu hlutir eru orðnir það sem við köllum **tölvustýrðir**.

Með því er t.d. átt við að til að stilla tækið þurfum við að fletta í gegnum valmyndir og segja til um hvort ákveðin aðgerð er virk eða óvirk (t.d. farsíminn).

Þessi rafmagnsbúnaður (tæknibúnaður) byggir ýmist á hliðrænni eða stafrænni tækni, eða blöndu af þessu tvennu.

En hvað er **stafrænn** og hvað er **hliðrænn**? Við sjáum þetta best með því að skoða þessi fyrirbæri í umhverfi okkar.

Úrið sem við berum á arminum er ýmist af gömlu gerðinni með vísunum, eða tölvuúr með tölustöfum.

Við segjum að úrið með vísunum sýni okkur hliðrænt (analog) hvað klukkan er, en að úrið með tölustöfum sýni okkur stafrænt (digital) hvað klukkan er. Frá okkur séð er sá meginmunur á þessu tvennu að vísarnir sýna okkur tímann stíglaut, þ.e. vísirinn sýnir hvar hann er staddur innan einnar mínútu. Stafræna úrið sýnir okkur ekkert um það hvað tímanum líður innan hvernar mínútu, hann sýnir okkur tímann í skrefum eða þrepum, en ekki stíglaut eins og vísirinn. Það er fróðlegt að bera saman muninn á vísunum og stöfum. Vísisúrið hefur t.d. 3 vísa, klukkustundavísir, mínútuvísir og sekúnduvísir. Tölvuúrið þarf 2 stafi fyrir 0 til 24 klukkustundir, 2 stafi fyrir 0 til 59 mínútur og svo 2 stafi fyrir 0 til 59 sekúndur. Alls 6 stafi.

Hitamælar eru ýmist hliðrænnir eða stafrænnir, eða nota báðar aðferðir.

Gamli góði kvikasilfursmælirinn er algengur á húsum til að mæla útihitann. Hann er að sjálfsögðu hliðrænn, sýnir stíglaut hver hitinn er. En við getum líka keypt okkur mæli þar sem hitaskynjarinn er lítil plata sem hangir á vír við mælinn.

Mælirinn sjálfur sýnir okkur síðan hitastigið með tölum. Hann mælir hitann á hliðrænan hátt, þ.e.a.s. skynjarinn er hliðrænn. En síðan breytir mælirinn hliðræna merkinu frá skynjaranum yfir í stafrænt merki og sýnir okkur það með tölustöfum (stafrænt).

Mælar til að mæla spennur og strauma í rafrásam eru ýmist með vísi eða tölustöfum, þ.e. hliðrænir eða stafrænir. Hliðræni mælirinn er með einn vísi og er stilltur á fullt útslag, þ.e. hvað vísirinn getur sýnt sem hæsta spennu eða hæstan straum. Ef mælirinn er stilltur á 10 Volta fullt útslag, þá stígur vísirinn upp í topp ef við tengjum 10 Volta spennu inn á mælinn. Ef við tengjum hins vegar aðeins 5 Volt inn á mælinn, þá fer vísirinn aðeins hálf leið og segir þar með að spennan sé helmingurinn af 10 Voltum. Við stillum svo mælinn að minnsta kosti á fullt útslag sem er jafnt eða aðeins hærra en sú spenna sem við ætlum að mæla.

Stafræni mælirinn er ýmist handstilltur á það spennusvið sem við ætlum að mæla, en oft er hann sjálfvirkur og þarf t.d. aðeins að stilla hvort við ætlum að mæla spennu eða straum.

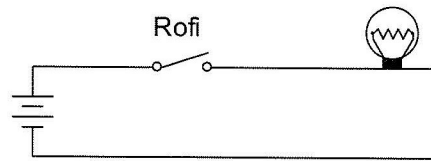
Stafræni mælirinn hefur mismunandi marga stafi til að sýna mæligildið. Mælir með 4 stafi getur sýnt frá 0 til 9999 sem gætu t.d. verið 0 til 9999 (10.000) Volt, eða 0 til 9,999 (10) Volt, eða 0 til 99,99 (100) Volt. Mælirinn kveikir á kommunni á viðeigandi stað til að sýna stærðargildi mælingarinnar.

Í æfingunum hér að neðan notum við bæði hliðrænan og stafrænan mæli til að geta áttað okkur á þeim meginmun sem er á milli stafrænna og hliðrænna gilda.

## 1.2

**Örfá orð um straum og spennu.**

Hér til hliðar er mynd af einfaldri straumrás. Rafhlaðan er aflgjafi rásarinnar. Við notum orðið spenna yfir aflíð í aflgjafanum og við mælum spennuna í Voltum.



Þegar við tengjum t.d. peru yfir rafhlöðuna (rofinn tengir milli pólanna), myndast samband milli plús- og mínusskautanna á rafhlöðunni. Þar með opnast leið fyrir lausar rafeindir mínusskauts rafhlöðunnar til að komast yfir til plússkautsins (plússkautið togar í rafeindirnar). Rafeindirnar streyma gegnum peruna og rofann til plússkautsins.

Þessi straumur rafeindanna kallast rafstraumur og við mælum hann í Amperum.

Í árdaga rafmagnsfræðinnar voru vísindamenn ekki sammála um hvort straumurinn rynni frá plús til mínuss eða frá mínus til plúss eins og rafeindirnar fara. Þessi ágreiningur var leystur með samkomulagi um að skilgreina rafstraum frá plús til mínuss. Við tölum sem sagt alltaf um að rafstraumur renni frá plús til mínuss ef annað er ekki skilgreint.

Peran myndar viðnám við straumnum, mismunandi mikið eftir gerð perunnar.

Viðnámið er mælt í Ohmum.

Í hnotskurn:

Spennugjafinn er hlaðinn afli til að knýja straum gegnum rásina þegar straumleið opnast. Straumur er afleiðing þess að viðnám er tengt yfir spennugjafann og straumleið opnast.

Samlíking:

Við getum litið á spennugjafann eins og vatnstank, því hærri vatnstankur því meiri vatnsþrýstingur (því hærri spenna). Þegar við skrúfum frá vatninu fer vatnið að renna (myndast straumur) og því mjórri vatnsrör því minna vatn rennur (því meira viðnám og því minni rafstraumur).

Samband spennu, straums og viðnáms:

Því meiri spenna, því meiri straumur gegnum sama viðnám.

Því minna viðnám, því meiri straumur miðað við sömu spennu.

Við getum sem sagt breytt straumnum með því að breyta viðnáminu.

Spenna er staðorka eins og vatnsþrýstingur.

Straumur er afleiðing þess að viðnám tengist yfir spennugjafa.

Viðnám er háð lengd, þvermáli og efniseiginleikum leiðarans.

Ohmslögmál:  $U = I \times R$

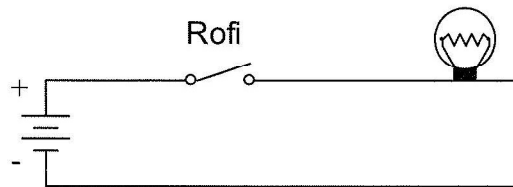
Spenna er mæld í Voltum og táknuð með  $U$ .

Straumur er mældur í Amperum og táknaður með  $I$ .

Viðnám er mælt í Ohmum og táknað með  $R$ . Viðnám er oft táknað með  $\Omega$  (Omega).

**Verkefni 1.1:**

1.1.1 Tengid spennugjafa, rofa og peru þannig að rofinn kveiki á perunni.



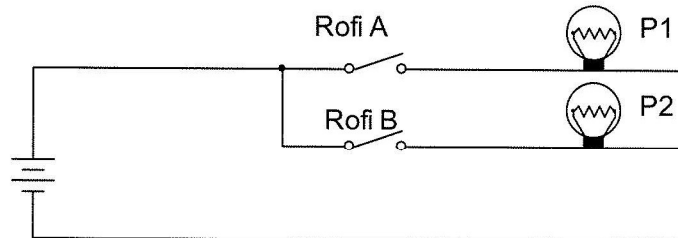
Rofinn á myndinni er opinn (þ.e.a.s. leiðin fyrir rafstraum er slitin). Þegar rofanum er sveiflað í hina stöðuna, lokast hann (þ.e.a.s. leiðin fyrir rafstraum er tengd og rofinn leiðir rafstraum).

Þar með flæðir rafstraumur frá plúspól spennugjafans gegnum rofann, gegnum peruna og til baka til mínuspóls spennugjafans. Við þetta hitnar vírinn í perunni og við sjáum peruna lýsa.

Ath. Rofi er sagður **opinn (AF/OFF)** þegar hann tengir ekki milli pólanna.  
Rofi er sagður **lokaður (Á/ON)** þegar hann tengir milli pólanna og leiðir straum.

Er rásin hér að ofan stafræn eða hliðræn? Svar: \_\_\_\_\_

1.1.2 Tengid tvo rofa og tvær perur eins og sýnt er á myndinni hér að neðan, þannig að rofarnir kveiki hvor á sinni peru.



Nú getum við gefið 4 mismunandi skilaboð með perunum, þ.e.a.s. hægt er að sýna 4 þrep með rofum A og B:

- Þrep 1 Slökkt á báðum perum.
- Þrep 2 Slökkt á P2 og kveikt á P1.
- Þrep 3 Kveikt á P2 og slökkt á P1.
- Þrep 4 Kveikt á P2 og P1.

P1 og P2 senda 4 mismunandi skilaboð sem við köllum stafræn eða digital, þar sem þau eru sýnd í þrepum en ekki samfellt.

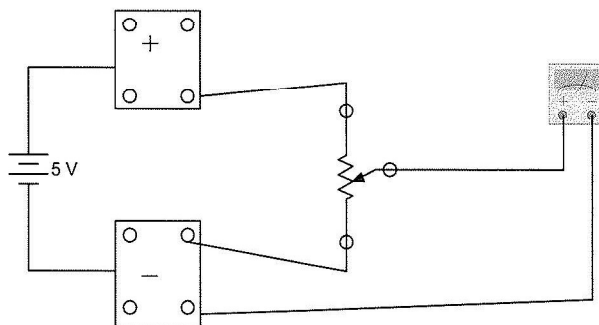
Gefum P1 gildið 1 og P2 gildið 2.  
Leggið svo saman gildin í hverju þrepi:

Þrep	P2	P1	P1 + P2
1			
2			
3			
4			

Hér er á ferðinni dæmigerð stafræn aðferð. Í stað þess að sýna 4 þrep með t.d. mismunandi ljósstyrk á einni peru (dæmigert hliðrænt) eru þrepin sýnd með 2 perum sem ýmist lýsa eða ekki.



- 1.1.3 Tengid snúningsmótstöðuna í rofa/ljósa kassanum yfir spennugjafapólana eins og sýnt er á myndinni hér að neðan. Passið vel að endar mótstöðunnar tengist yfir spennugjafann.



a)

Stillið vísismælinn á 10 Volt og tengið hann yfir neðri hluta mótstöðunnar eins og myndin sýnir.

Snúið nú mótstöðunni og fylgist með vísinum á mælinum. Sjáið hvernig vísirinn mjakast stiglaust yfir kvarðann.

Hvað kallast svona mæling, hliðræn eða stafræn (analog eða digital)?

Svar: \_\_\_\_\_

b)

Stillið hinn mælinn (með tölvustöfunum) á V---. Tengid hann síðan í stað vísismælisins (eða við hliðina á vísismælinum).

Í hve stórum þrepum sýnir mælirinn okkur spennuna?

Svar: \_\_\_\_\_

Hvað er minnsta gildið sem hann getur sýnt?

Svar: \_\_\_\_\_

Hvað kallast svona mæling, hliðræn eða stafræn?

Svar: \_\_\_\_\_

1.1.4 Hvert eftirfarandi atriða eru stafræn (S) og hver eru hliðræn (H)?  
(Skrifið hring um rétt svar)

- |    |                       |          |          |
|----|-----------------------|----------|----------|
| a) | Úr með vísun          | <b>S</b> | <b>H</b> |
| b) | Kvikasilfurshitamælir | <b>S</b> | <b>H</b> |
| c) | Dimmer fyrir loftljós | <b>S</b> | <b>H</b> |
| d) | Tölvuúr               | <b>S</b> | <b>H</b> |
| e) | Vasareiknir           | <b>S</b> | <b>H</b> |
| f) | GPS-tæki              | <b>S</b> | <b>H</b> |
| g) | Teljari á bensíndælu  | <b>S</b> | <b>H</b> |
| h) | Geisladiskur (DVD)    | <b>S</b> | <b>H</b> |
| i) | Farsími               | <b>S</b> | <b>H</b> |

## 2. kafli

### Rökhugtök

Efni 2. kafla:

1. Rökhugtökin **OG** og **EÐA**
2. Rofar og rökrásir.
3. Notkun 0, 1, Hi og Lo.
4. Sannleikstöflur og púlsarit.

Búnaður:

Tengibretti með 3 rofum, 3 ljósaperum og spennugjafa.

## 2.1

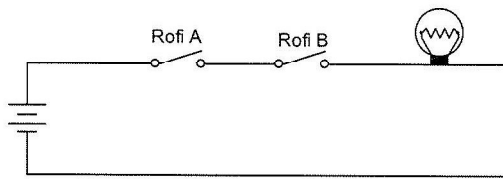
## Rökrásir:

Rásin á mynd A sýnir rofa A og B stjórna því hvort kveikt eða slökkt er á perunni. Til þess að kveikja á perunni þurfa báðir rofarnir að vera lokaðir / Á.

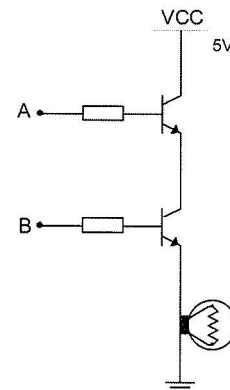
Það er semsagt komið ákveðið skilyrði eða ákveðin rök fyrir því að peran lýsi;

**Mynd A: Rofi A OG Rofi B lokaðir / Á.**

**Mynd B: Transistor A OG Transistor B fá Base-straum (fara báðir í mettun).**



Mynd A



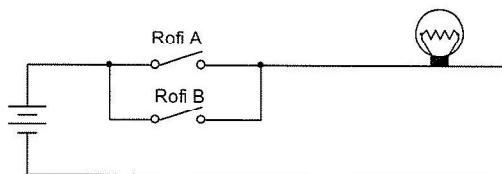
Mynd B

Skoðum nú rásina á mynd C. Skilyrðið er orðið annað en í rásinni að ofan.

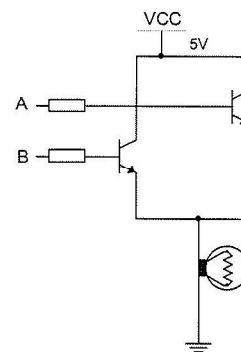
Nú er skilyrðið fyrir því að peran lýsi;

**Mynd C: A EÐA B lokaðir / Á.**

**Mynd D: Transistor A EÐA Transistor B fá Base-straum (annar fer í mettun).**



Mynd C



Mynd D

Rásirnar hér að ofan eru það sem við köllum **RÖKRÁSIR** vegna þess að í þeim felast ákveðin skilyrði eða rök (logic).

Rásin á mynd A setur skilyrði fyrir að peran lýsi, að bæði rofi A **OG** rofi B séu lokaðir (eða **Á**). Við köllum þetta **OG** skilyrði. Takið eftir að fjöldi rofa breytir engu, því ef rofarnir væru t.d. 5, A, B, C, D og E, þá væri skilyrðið fyrir ljósi að rofar A **OG** B **OG** C **OG** D **OG** E væru allir lokaðir.

Sama gildir um rásina á mynd B. Til að straumur renni frá spennugjafanum til perunnar verða allir transistorarnir að vera í metnun (leiðandi).

Rásin á mynd C setur annað skilyrði fyrir að peran lýsi, að annaðhvort rofi A **EÐA** rofi B sé lokaður /**Á**. Við köllum þetta **EÐA** skilyrði. Takið eftir að fjöldi rofa breytir engu, því ef rofarnir væru t.d. 5, A, B, C, D og E, þá væri skilyrðið fyrir ljósi: A **EÐA** B **EÐA** C **EÐA** D **EÐA** E. Það verður **EINHVER** einn rofanna að vera lokaður til að peran lýsi. Sama gildir um transistorana á mynd D. Aðeins einn þeirra þarf að fara í metnun til að peran lýsi.

Transistorarnir virka eins og rofar, eru ýmist leiðandi eða lokaðir, og það stýrist af því hvort þeir fá stýristraum inn í Base-skautið. Því aðeins að transistorinn fái nægan stýristraum (Base-straum) fer hann í leiðandi ástand (metnun) og virkar þá ekki ósvipað og lokaður rofi. Um leið og Base-straumurinn hverfur, slekkur transistorinn á sér og hættir að leiða. Transistor í svona rás virkar eins og rofi og honum er stýrt með straum inn á Base.

Í rökrásum fær transistorinn ýmist mikinn Base-straum sem gerir hann vel leiðandi eða hann fær engan Base-straum sem veldur því að slökkt er á honum.

Í magnarásum eins og t.d. hljóðmagnara er transistorinn notaður á annan hátt. Þá fær hann mismikinn Base-straum og þar með er viðnáminu í honum stjórnað og hann verður eins og breytileg mótstaða. Lítill Base-straumur þýðir að hann leiðir en ekki vel, viðnámið er hátt. Þegar við svo aukum Base-strauminn minnkar viðnámið í honum og hann fer að leiða betur. Þannig getum við stýrt merki hægt og rólega, en í rökrásinni reynum við að skipta milli Hi og Lo á sem allra stystum tíma, helst á nokkrum nanósekúndum (1 nanósekunda er einn milljarðasti úr sek.).

Að auki má geta þess að við stýrum stórum straum með litlum Base-straum, sem er kallað **MÖGNUN**. Ef peran þarf eitt Amper til að lýsa vel, þá þurfum við kannski aðeins 10 mA í Base-straum til að transistorinn fari í metnun og peran lýsi. Þar með höfum við fengið mögnun upp á 100 ( $1000 \text{ mA} / 10 \text{ mA} = 100$ ). Og af þessu er nafnið magnari dregið. Við erum með veikt merki út af t.d. plötuspílaranum, en mögnum það upp og sendum öflugt merki út á hátalarann.

**Sannleikstöflur:**

Til að auka okkur skilning á rökrásum eru mikið notaðar töflur eins og hér að neðan. Hér eru 0 og 1 notuð í stað þess að rofinn sé  $\bar{A} = 1$  eða  $Af = 0$  og til að gefa til kynna hvort ljósið sé **slökkt = 0** eða **lýsir = 1**.

Rofi A	Rofi B	Ljós
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

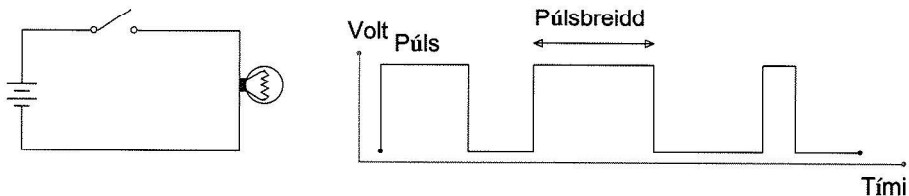
Við skiptum töflunni í tvennt, dálk fyrir hvern inngang (rofar eða merki sem stýra rásinni) og sér dálk fyrir hvern útgang (ljós eða merki sem rásin sendir frá sér). Í töflunum hér að ofan eru rofarnir það sem við köllum innganga, og ljós það sem við köllum útgang. Síðan er ein lína fyrir hverja mögulega stöðu á inngöngunum. Þessar töflur kallast **sannleikstöflur** (Truth tables) þar sem þær sýna hvernig rásin virkar í öllum tilvikum.

**Púls – Púlsarit.**

Mikilvægt er að þekkja hvernig merki breytast með tímanum. Hugsum okkur rásina hér að neðan þegar við opnum og lokum rofanum sitt á hvað. Þá kviknar og slökknar á perunni á víxl. Þegar rofinn er lokaður er spennugjafinn tengdur við peruna og hún lýsir. Við getum teiknað upp mynd af spennunni yfir peruna sem fall af tímanum eins og myndin sýnir.

Þegar við svo kveikjum og slökkvum á perunni á víxl, þá myndast púlsalínurit eða púlsarit sem sýnir spennuna yfir peruna sem fall af tíma.

Við skilgreinum eitt hopp upp og aftur niður sem einn púls, og púlsbreidd er tíminn sem púlsinn varir. Nú getum við séð hvað var að gerast á hverju augnabliki.



**Púlsarit og sannleikstöflur:**

Púlsarit eru oft notuð til að sýna hvernig rökrás, inngangar og útgangar breytast sem fall af tíma. Sannleikstaflan hér að neðan er með sér dálk fyrir tímann, en hann segir okkur í hvaða tímaröð rofarnir skipta um stöðu.

Tími	Rofi B	Rofi A	Ljós
1	0	0	0
2	0	1	0
3	1	0	0
4	1	1	1

Til að sjá betur þetta samspil tíma og stöðu inn- og útganga, búum við til mynd sem sýnir þetta myndrænt.

A	0	1	0	1
B	0	0	1	1
Ljós	0	0	0	1
<b>Tími</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

Púlsaritið er líkast sannleikstöflu á hlið eftir að við höfum skrifað 0 og 1 inn í ritið. Venjulega teiknum við aðeins línurnar og lesum 0 og 1 út úr stöðu hverrar línu. Ef línan er í neðri stöðu merkir það 0 og þegar hún er í efri stöðunni merkir hún 1.

**Lo eða Hi:** Stafrænar rásir byggja á þessum einföldu merkjum, annaðhvort er staðan á merkinu 0 eða 1, Lo eða Hi. Við segjum að stafrænt merki hafi aðeins tvær stöður, Hi eða Lo (1 eða 0). Púlsaritið sýnir vel hve lýsandi þessi hugtök eru fyrir Hi- og Lo-stöðurnar (uppi eða niðri).

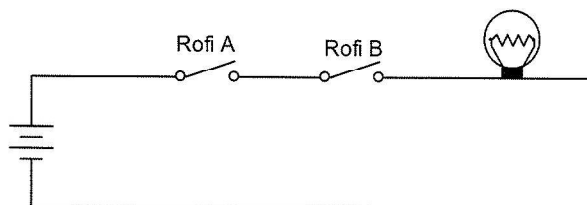
## Verkefni 2.1.1:

## A OG B

Tengið rásina á mynd A og fyllið út sannleikstöfluna hér að neðan:

Notum núna 0 fyrir rofa sem er opinn / AF og 1 fyrir rofa sem er Á. Og eins notum við 0 fyrir slökkt á peru og 1 fyrir kveikt á peru.

Í töflunni eru 4 línur sem sýna 4 mismunandi stöður rofanna.



Mynd A

Rofi A	Rofi B	Ljós
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Rofarnir mynda ákveðin skilyrði fyrir því að ljósið lýsi.

**Rofi A OG rofi B verða báðir að vera á til að ljósið lýsi.**

**Rásin á mynd A virkar með OG skilyrði.**

Fyllið út í töfluna hér að neðan og notið OG skilyrði fyrir því að ljósið lýsi.

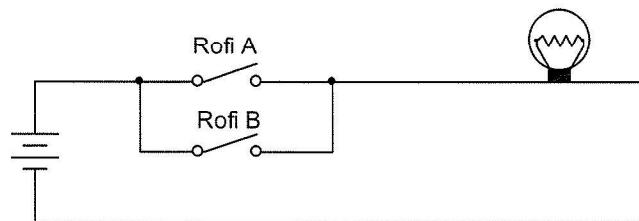
Rofi A	Rofi B	Rofi C	Ljós



## Verkefni 2.1.2:

A EÐA B

Tengið nú rásina á mynd B og fyllið út töfluna hér að neðan.



Mynd B

Rofi A	Rofi B	Ljós
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Nú kemur í ljós allt önnur hegðun en í mynd A. Nú er skilyrðið: Rofi A EÐA rofi B verður að vera Á til að ljósið lýsi. **Rásin á mynd B virkar með EÐA skilyrði.**

Fyllið út í töfluna hér að neðan og notið EÐA skilyrði fyrir því að ljósið lýsi.

Rofi A	Rofi B	Rofi C	Ljós

**Verkefni 2.1.3:****Púlsarit:**

Teiknið upp púlsarit fyrir sannleikstöfluna hér að neðan.

Tími	B	A	Útg.
1	0	0	0
2	0	1	1
3	1	0	1
4	1	1	0

A    \_\_\_

B    \_\_\_

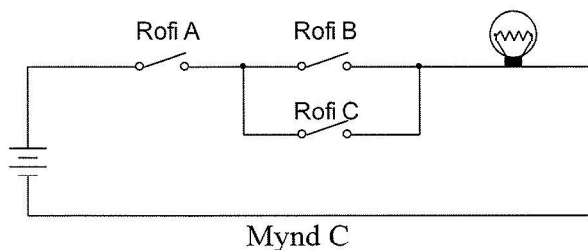
Útg. \_\_\_

Tími        1            2            3            4

**Verkefni 2.1.4:****Blönduð rök:**

Rásin á mynd C virkar ekki eins og rásirnar á myndum A og B.

**Búið til sannleikstöflu fyrir þessa rás.** Notið 3 dálka fyrir inngangana, rofa A, B og C, og svo einn dálk fyrir útganginn, peruna.



Til að fylla út töfluna, þurfum við að hugsa okkur alla möguleika (einn í einu) og finna út með hjálp myndarinnar hvort peran lýsir eða ekki.

Svar:

Rofi A	Rofi B	Rofi C	Ljós

Hvernig getum við lýst virkni rásarinnar með orðum.

Notum OG og EÐA hugtökin.

(Við notum sviga til að binda saman hluta sem eiga saman).

Svar: \_\_\_\_\_

**Verkefni 2.1.5:****Inniljósið í bílnum:**

Í öllum bílum eru hurðirnar látnar stjórna því hvort inniljósið lýsir.  
Í hurðarkörmunum eru rofar sem skynja hvort hurð er opin eða lokuð.  
Hvaða rök (OG eða EÐA) eru fyrir því að inniljósið í bílnum logi?  
Skrifið upp rökin fyrir 4ra dyra bíl.

Svar: \_\_\_\_\_

Tengið æfingakassann þannig að rofarnir virki eins og hurðarofar í bíl og ljósaperurnar í kassanum lýsi allar þegar hurð opnast.  
Teiknið fyrst tengimynd sem sýnir nákvæmlega hvernig við getum tengt þetta án þess að þurfa að tengja snúrurnar hvora aftan í aðra. Það þýðir að þið notið tengifermingana (pallana með 4 tengjum) til að fjölga tengimöguleikum. Tengid sítan rásina og prófið hvort hún virkar rétt.

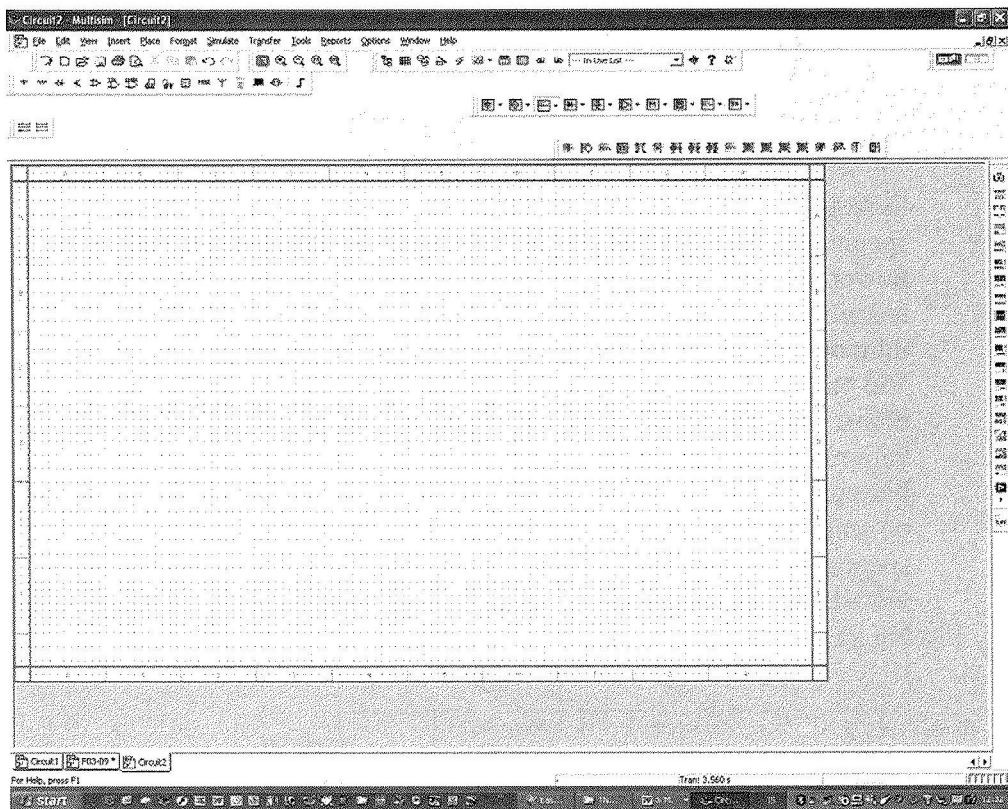
Teiknið endanlega tengimynd hér inn á blaðið:

Tengimynd:

**Verkefni 2.1.5:**

Multisim er svokallað CAD (Computer Aided Design) forrit eða það sem við gætum kallað hönnunarforrit. Með þessum hugbúnaði getum við meðal annars teiknað alls konar rafrásir og síðan prófað rásirnar ásamt því að gera alls konar mælingar í þeim, ekki ólíkt því sem gerist í raunveruleikanum. Í þessari æfingu ætlum við að teikna einfalda rás og læra hvernig við prófum hana.

Þegar við ræsum forritið birtist eins konar teikniforrit á skjánum, teikniborð og alls konar tól og hellings gagnabanki sem geymir mikinn fjölda alls konar íhluta sem við notum í rásirnar sem við ætlum að teikna.



Efstu tvær stikurnar eru mjög svipaðar venjulegum Windows. Þriðja stikan er svo íhlutalagerinn:

Lengst til vinstri í þeirri stiku er hólfi táknað með  $\frac{1}{\square}$ . Þar á bak við eru alls konar spennugjafar og merkjagjafar.

Þar við hliðina er  $\sim \wedge \wedge \sim$ . Þar á bak við eru alls konar viðnám, spólar, rofar og margt fleira.

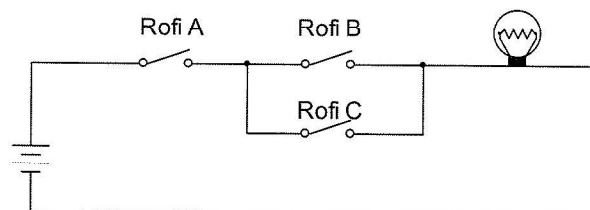
Næst þessu hólfi koma hólfi með díóðum, transistorum, rökrásum og alls konar sérstökum rásum.

En í 10. hólfinu, sem er svartur rammi utan um rauð strik, eru alls konar perur og ljós:

Hægra megin við teikniborðið er lóðrétt stíka. Hún hefur að geyma alls konar mælitæki sem nýtast okkur við að rannsaka virkni rásarinnar sem við teiknuðum á teikniborðið.

Prófum að teikna þessa rás inn á Multisim-borðið.

Ath. Það fyrsta sem við þurfum að passa uppá er að við séum að teikna í réttum teiknistaðli. Undir efstu stíkunni, Options, Global Preferences, Parts, getum við valið undir Symbol standard ANSI eða DIN. ANSI er amerískur staðall en DIN er þýskur. Núna skulum við velja ANSI. (Sjá nánar í 4. kafla).



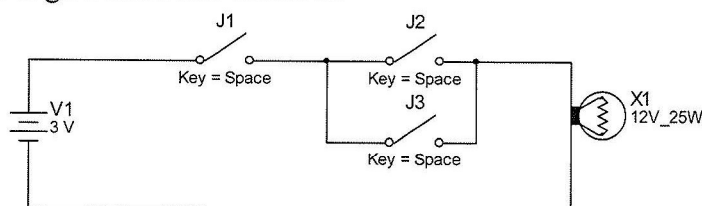
Fyrst þurfum við að sækja íhlutina í íhlutageymsluna og byrjum á spennugjafanum og förum lengst til vinstri í íhlutastíkunna; Sources, Power\_Sources. Tvíklíkkum á DC\_Power og rafhlöðumyndin birtist á teikniborðinu. Síðan sækjum við rofana í hólf númer tvö í íhlutastíkunni; Place Basic, SWITCH og veljum SPST-rofann.

Við þurfum 3 rofa og endurtökum þetta því tvisvar í viðbót.

Síðast sækjum við peruuna í rauða Indicator-hólfíð undir Lamp. Þar veljum við 12 Volta peru.

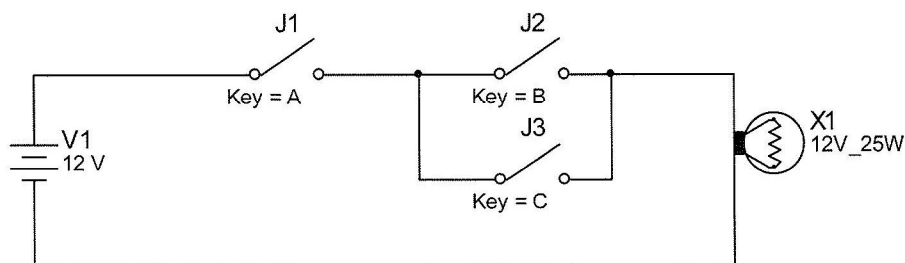
Þar með höfum við alla íhlutina og þurfum að raða þeim rétt upp á blaðið og tengja saman. Það gerum við með því að klikka með músinni á t.d. + pól spennugjafans og draga músina inn á annan pól rofans. Svona tengjum við alla íhlutina saman.

Nú gæti rásin litið svona út:



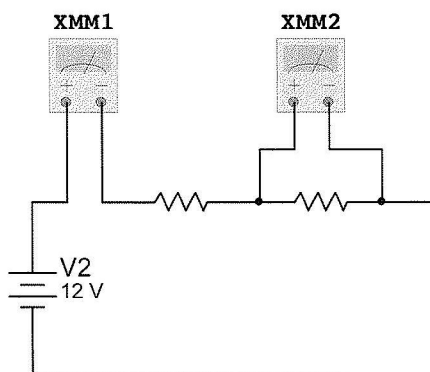
Við sjáum að rafhlaðan er 3 Volt en peran 12V. Til að laga þetta þarf að tvíklíkka á t.d. rafhlöðuna og þá opnast stýrispjalld fyrir rafhlöðuna. Þarna getum við stillt spennu og margt fleira. Þetta er hægt að gera við alla íhluti í Multisim og stilla margs konar atriði.

Eftir að hafa stillt rafhlöðuna á 12 Volt getum við prófað að ræsa rásina okkar. Það er gert með t.d. veltiروفanum sem myndin er af á stikusvæðinu. Við klikkum á rofann og þá veltur hann til hægri og þar með er komin spenna á rásina. Allir rofar eru opnir svo það er engin von til að það kveikni ljós á perunni. Prófið nú að ýta á orðabilið á tölvuborðinu. Þar með lokast allir rofarnir samtímis og peran lýsir. Ýtum aftur og rofarnir opnast og ljósið slokknar. Nú skulum við slökkva á rásinni með því að klikka á veltiروفann. Klikkið nú á rofann sem á fyrirmyndinni heitir Rofi A. Þá birtist stýrispjald rofans og við veljum Value. Þarna getum við valið hvaða lykill á lykklaborði tölvunnar stjórnar þessum rofa. Klikkum á veltipíluna og veljum bókstafinn A. Lokum svo spjaldinu. Endurtökum þetta fyrir hina rofana og merkjum þá B og C. Klikkum nú aftur á veltiروفann og prófum. Nú getum við stjórnað hverjum rofa sérstaklega með því að velja A, B eða C. Nú lítur rásin svona út:



Prófið nú rásina og finnið út hvaða rökskilyrði þurfa að vera fyrir hendi til að ljósið logi á perunni. Þessa mynd getum við afritað og klippt inn í allflest skjöl.

Í 10. kafla er fjallað um Multisim. Kíkið á hann og prófið að setja inn mótstöður í staðinn fyrir rofana og notið mælinn sem er efst í mælitækjastikunni. Tvíklikkið á mælana og stillið stýrispjaldið rétt, fyrri mælinn sem Ampermæli og hinn mælinn sem Voltmæli. Klikkið á veltiروفann og bíðið smástund. Þá birtast mæligildin í stýrispjöldum mælanna.







## 3. kafli

### Rökrásir og talnakerfi

Efni kaflans:

1. Tölur myndaðar með Hi og Lo.
2. Uppbygging tvíundar- og tugatalna.
3. Tölum breytt milli tvíundar- og tugakerfa.
4. Grunntölur talnakerfa.
5. Sextándakerfi – Hexadecimal-kerfi.
6. Tölum breytt milli tvíundar-, tuga- og sextándakerfa.
7. Skilgreining fagorða; bit, nibble, byte og word.

### 3.1 Rökrásir og talnakerfi

Stafrænar rásir hafa aðeins tvær stöður, Hi og Lo (1 og 0). Þær geta ekki myndað eitthvað eins og t.d. hálf Hi eða tvö Hi. Það er aðeins um Hi eða Lo að ræða hjá hverjum útgangi. Það er því ekki hægt fyrir stafrænar rásir að nýta sér flókin talnakerfi, eins og t.d. tugakerfið sem hefur 10 mismunandi stöður í hverju sæti.

En ef við þekktum bara tvö gildi, 0 og 1, þá þyrftum við að telja:

0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000 .....o.s.frv.

Einmitt svona telja tölvurnar því þær þekkja aðeins tvær stöður, 0 og 1.

Þið kannist við þessar tölur úr sannleikstöflunum í verkefnunum hér á undan.

#### Tugatölur:

Tugatölur (decimal) er nafn á talnakerfi sem hefur 10 mismunandi stöður.

Hvert sæti í tugatölu hefur sitt vægi. Fyrsta sætið til vinstri við kommu hefur vægið 1 (1, 2, 3, 4...9), næsta sæti til vinstri við hana hefur vægið 10 (10, 20, 30...90), 3ja sætið vægið 100 (100, 200, 300,...900) og svo koll af kolli.

Þegar við förum frá vinstri til hægri er vægi hvers sætis 1/10 af væginu til vinstri.

Vægið tífoldast frá hægri til vinstri og vægið deilist með tíu þegar farið er frá vinstri til hægri.

Ef við förum til hægri frá kommuni erum við komnir niður fyrir einn í gildi. Fyrsta sætið hægra megin við kommuna hefur vægið 0,1, næsta sæti 0,01 og þriðja sætið 0,001 o.s.frv.

Ef tugatalan 3259 er leyst upp í vægi og margfeldi þeirra sjáum við þetta betur:

$$3259 = 3 \times 1000 + 2 \times 100 + 5 \times 10 + 9 \times 1 = 3000 + 200 + 50 + 9$$

Þegar við teljum í tugakerfi, hækkum við töluna um einn í einu þar til við komum upp í 9, þá hækkum við töluna í sætinu til vinstri um 1 og byrjum aftur á 0.

**Tvíundartölur:**

Tvíundartölur (binary) er nafn á talnakerfi sem hefur aðeins tvær stöður.

Hvert sæti hefur aðeins 2 möguleg gildi, 0 og 1. Vægi sätanna tvöfaldast við að flytja sig um eitt sæti frá hægri til vinstri í tölunni, en helmingast við að flytja sig um eitt sæti frá vinstri til hægri.

Ef við byrjum á kommunni og flytjum okkur til vinstri, þá er vægi sätanna;

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 o.s.frv.

Ef við förum til hægri frá kommunni verður vægið  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$  o.s.frv.

Taflan hér að neðan sýnir okkur allar tvíundartölur frá 0 til 7.

Tvíundartölur Vægi sätanna			Tugatölur
4	2	1	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Tvíundartalan 110 er því  $1 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1 = 4 + 2 + 0 = 6$ .

Tvíundartalan 1101 er með sömu aðferð:

$$1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 8 + 4 + 1 = 13$$

Berum saman tvíundartölur og tugatölur sem eru leystar upp í vægi:

Vægi sæta í tvíundartölum							Vægi sæta í tugatölum		
64	32	16	8	4	2	1	100	10	1
0	0	0	1	0	0	1			9
0	0	1	0	1	0	1		2	1
1	0	0	1	1	0	0		9	2
1	1	1	1	1	1	1	1	2	7

**Hvaða talnakerfi tilheyrir talan?**

Oft þurfum við að merkja tölur þannig að við vitum hvaða talnakerfi þær tilheyra.

Tugatalan  $1011_{10}$  er allt önnur stærð en tvíundartalan  $1011_2$

Reiknið út tugatölugildi tvíundartölunnar  $1011_2$  og berið saman tölugildin.

**Tvíundartölu breytt í tugatölu:**

Til að finna tugatölugildi tvíundartölu er auðveldast að leggja saman vægi þeirra sæta sem hafa gildið 1. Tvíundartalan  $1010_2$  hefur tugatölugildið  $8 + 0 + 2 + 0 = 10_{10}$

Tvíundartalan  $1011011_2$  hefur tugatölugildið  $128 + 0 + 32 + 16 + 0 + 4 + 2 + 1 = 183_{10}$

Og tvíundartalan  $11101101_2$  er með nánari aðferð:

$$1 \times 128 + 1 \times 64 + 1 \times 32 + 0 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 128 + 64 + 32 + 8 + 4 + 1 = 237_{10}$$

**Tugatölu breytt í tvíundartölu:**

Til að breyta tugatölu í tvíundartölu er auðveldast að gera eins og gert er í dæminu hér að neðan. Alltaf er dregið frá tugatölunni hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir tugatölunni, reiknaður afgangurinn og hæsta mögulega tvíundartöluvægi dregið frá afganginum og svo koll af kolli.

Tugatala	235	
Hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir 235	-128	1
Afgangur	107	
Hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir 107	-64	1
Afgangur	43	
Hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir 43	-32	1
Afgangur	11	
Hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir 11	-8	1
Afgangur	3	
Hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir 3	-2	1
Afgangur	1	
Hæsta mögulega tvíundartöluvægi undir 1	-1	1
Afgangur	0	0

Við sjáum að vægin sem eru notuð eru; 128, 64, 32, 8, 2 og 1  
Vægin 16 og 4 passa ekki með og tvíundartalan er:  $11101011_2$

Skoðum þetta aðeins nánar:

Í dæminu hér að ofan var tugatölunni 235 breytt í tvíundartölu.

$$235_{10} = 11101011_2.$$

Þegar við förum til baka og leggjum saman vægi tvíundartölu-sætanna:  $11101011_2 = 128 + 64 + 32 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 = 235_{10}$

Síðast skrifum við upp tvíundartöluna og setjum 1 í þau sæti sem tvíundartöluvægið á við, en 0 í þau sæti sem ekki voru notuð:

Vægin:	128	64	32	16	8	4	2	1
Svarið:	1	1	1	0	1	0	1	1.

Til þæginda skrifum við tvíundartöluna með 4 sæti í grúppu: 1110 1011

**Verkefni 3.1.1:**

1. Tvíundartölum breytt í tugatölur.  
Reiknið út tugatölugildi tvíundartalnanna í töflunni hér að neðan:  
Við leggjum saman þau vægi sem hafa gildið 1.

Vægi sætanna									
256	128	64	32	16	8	4	2	1	
Tvíundartölur									Tugatala
1	0	0	1	0	1	1	0	1	
0	0	1	0	1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	1	1	0	0	0	1	1	1	

**Verkefni 3.1.2:**

Tugatölum breytt í tvíundartölur:

Reiknið út tvíundartölugildi tugatalnanna í töflunni hér að neðan:

Vægi sætanna									
256	128	64	32	16	8	4	2	1	
Tvíundartölur									Tugatala
									65
									188
									255
									17
									33
									7
									47

**Verkefni 3.1.3:**

Breytið tvíundartölunum í tugatölur:

<b>Tvíundartölur</b>	<b>Tugatölur</b>
0000 1110	
0000 1010	
0011 0010	
0001 1111	
1000 0000	
0001 0101	
0101 0101	
1100 1011	
1001 1111	
0011 1000	
0101 1100	
1010 1101	



**Verkefni 3.1.4:**

Breytið tugatölunum í tvíundartölur:

<b>Tugatölur</b>	<b>Tvíundartölur</b>
12	
45	
77	
158	
198	
286	
345	
234	
127	
456	
555	
1047	
511	
4097	

Tölur milli 0 og 1.

**Verkefni 3.1.5:** Breytið  $1001,011_2$  í tugatölu.

Svar: \_\_\_\_\_

**Verkefni 3.1.6:** Breytið  $1101,1111_2$  í tugatölu.

Svar: \_\_\_\_\_

**Verkefni 3.1.7:** Breytið tugatölunni  $35,625_{10}$  í tvíundartölu.

Svar: \_\_\_\_\_

**Verkefni 3.1.8:** Breytið tugatölunni  $23,71875_{10}$  í tvíundartölu.

Svar: \_\_\_\_\_

### 3.2 Grunntölur talnakerfa:

Grunntalan er grunnur talnakerfisins rétt eins og hliðin eru grunnur rökrásanna. Grunntalan 10 segir til um að talnakerfið hefur 10 tölur mögulegar í hverju sæti og vægi sätanna tífaldast þegar farið er til vinstri í tölunni, og deilist með 10 þegar farið er til hægri í tölunni. Tugakerfið er einmitt með grunntöluna 10.

Grunntalan 2 merkir að talnakerfið hefur 2 tölur mögulegar í hverju sæti. Vægið tvöfaldast við að fara til vinstri og helmingast við að fara til hægri. Við erum að tala um tvíundartölurnar eða tvíundartölur (á ensku binary).

Grunntalan 5 merkir að talnakerfið hefur 5 tölur í hverju sæti, 0, 1, 2, 3 og 4, og vægið 5-faldast við hvert sæti til vinstri og deilist með 5 við hvert sæti til hægri.

Talnakerfi með grunntöluna 2 er ekki hentugt þegar vinna þarf með stórar tölur eins og t.d. 100 þúsund. Tugatalan  $100.000_{10}$  er  $1100\ 0110\ 1010\ 0000_2$  eða alls 16 stafa tala og því ekki auðvelt að muna hana meðan maður t.d. slær hana inn í tölvuna. Þetta er ástæðan fyrir að notuð eru talnakerfi með stærri grunntölu og þá grunntölur sem eru vægi í tvíundartölum eins og 8 eða 16. (Talan 10 er ekki vægi neins sætis í tvíundartölu.)

Talnakerfi með grunntölu 8 er oftast kallað OCTAL-kerfi og talnakerfi með grunntölu 16 er oftast kallað Hexadecimal eða eingöngu HEX-tölur.

Skoðum Hex-talnakerfið betur:

Hexadecimal, eða Hex (sextándakerfi), er með grunntöluna 16 og hefur 16 mismunandi tölur í hverju sæti. Þar sem 16 er vægi í tvíundartölum hentar Hex-kerfið mjög vel þegar unnið er með stórar tvíundartölur.

Vægi fyrstu 4ra sæta til vinstri frá kommu eru 4096, 256, 16, 1 þar sem vægi hvers sætis er sextánfalt vægi sætisins til hægri.

Við eigum ekki til 16 mismunandi tákn fyrir tölur, eigum aðeins 10 mismunandi tákn frá 0 til 9. Til að bjarga því, notum við tölustafina 0 til 9 fyrir fyrstu 10 tölurnar en fyrir tölurnar frá 10 til 15 notum við bókstafina A til F: Talnarunan í Hex er því:

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F, alls 16 einingar í hverju sæti.

**Nokkrar skilgreiningar:**

Grunntala 2: Tvíundarkerfi, tvíundartölur, tvíundartölur, Binary-tölur.

Grunntala 8: Áttundarkerfi, áttundartölur, Octal-tölur.

Grunntala 16: Sextándakerfi, sextándatölur, Hexadecimal, Hex-tölur.

Þegar unnið er með tvíundartölur (binary):

Hver einstök tala innan tvíundartölnnar er kölluð biti (á ensku bit).

Talan 1101 er 4ra bita tala.

4 bitar í grúppu eru stundum kallað nibble (sjaldan notað).

8 bitar í grúppu er oft kallað Byte.

Talan 1011 1010 er 8 bita og 1 byte.

16 bitar saman í grúppu kallast Word (orð).

1 word = 2 byte = 4 nibble = 16 bit.

**Vægi sæta í mismunandi talnakerfum.**

Vægi sätanna er hægt að reikna með veldum af grunntölu viðkomandi kerfis.

Tökum tugakerfið sem dæmi:

$10^0 = 10^x / 10^x = 10^{x-x} = 10^0 = 1$ . Það er sama hvaða tala er í núllta veldi, hún er alltaf = 1.

Vægi 4ra sæta vinstra megin kommu og 4ra sæta hægra megin verður þá:

$10^3 \ 10^2 \ 10^1 \ 10^0, 10^{-1} \ 10^{-2} \ 10^{-3} \ 10^{-4}$  sem er sama og  
1000 100 10 1 , 0,1 0,01 0,001 0,0001.

Endurtökum vægin fyrir tvíundartölur:

$2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0, 2^{-1} \ 2^{-2} \ 2^{-3} = 8 \ 4 \ 2 \ 1, \frac{1}{2} \ \frac{1}{4} \ \frac{1}{8}$

Og fyrir Hex-tölur er vægi sätanna:

$16^3 \ 16^2 \ 16^1 \ 16^0, 16^{-1} \ 16^{-2} \ 16^{-3} = 4096 \ 256 \ 16 \ 1, \frac{1}{16} \ \frac{1}{256} \ \frac{1}{4096}$

Með þessari aðferð er auðvelt að finna vægi hvers bita í tvíundartölu.

Ef 1. biti hefur vægið  $2^0$  þá hefur 8. biti vægið  $2^7$  eða 128.

20. bitinn hefur vægið  $2^{19} = 524288$  o.s.frv.

Í töflunni hér að neðan eru 3 talnakerfi borin saman.

Tvíundartölur	Tugatölur	Hex-tölur
Grunntala 2	Grunntala 10	Grunntala 16
0	0	0
1	1	1
10	2	2
11	3	3
100	4	4
101	5	5
110	6	6
111	7	7
1000	8	8
1001	9	9
1010	10	A
1011	11	B
1100	12	C
1101	13	D
1110	14	E
1111	15	F
0001 0000	16	10
0001 0001	17	11
0001 0010	18	12
0001 0011	19	13
0001 0100	20	14

Takið eftir að HEX fullnýtir 4 bita þar sem grunntalan 16 er vægistala í tvíundarkerfinu.

Það er líka greinilegt að tugakerfið passar ekki við hin talnakerfin.

Dæmi:

$$15AC_{16} = 0001\ 0101\ 1010\ 1100_2 = 5548_{10}$$

Takið eftir hvernig tvíundartalan er lesin beint út úr HEX-tölunni.

**Verkefni 3.2.1:**

1. Breytið öllum tölum í hin talnakerfin:

<b>Binary</b>	<b>Decimal</b>	<b>Hex</b>
<b>1101</b>		
		<b>123</b>
	<b>187</b>	
		<b>C5E</b>
	<b>333</b>	
<b>0111 1010</b>		
		<b>999</b>
	<b>279</b>	
		<b>AF0</b>
	<b>739</b>	
<b>1011 0010</b>		
		<b>FF</b>
	<b>213</b>	
		<b>D3E4</b>
	<b>932</b>	
<b>0010 1101 0100</b>		
		<b>1F</b>
	<b>276</b>	
		<b>CFE</b>

**Notið veldisreikning og grunntölu við dæmin hér á eftir:**

**Verkefni 3.2.2:** Hvert er vægi 6. bitans í tvíundartölu?

Svar: \_\_\_\_\_

**Verkefni 3.2.3:** Hvert er vægi 16. bitans í tvíundartölu?

Svar: \_\_\_\_\_

**Verkefni 3.2.4:** Hvert er vægi 7. sætis í Hex-tölu ?

Svar: \_\_\_\_\_

### 3.3 Mismunandi framsetning / sendiaðferðir gagna.

Tvær aðferðir eru gjarnan notaðar þegar sýna þarf tölur. Ef við ætlum að sýna töluna 1234, gætum við valið um tvær leiðir. Við gætum sýnt töluna alla í einu en til þess þyrftum við pláss fyrir 4 tölur. Ef við hefðum aðeins pláss fyrir eina tölu í einu, yrðum við að nota aðra aðferð, þá að sýna aðeins eina tölu í einu og þá í ákveðinni röð, annaðhvort að sýna fyrstu töluna fyrst og síðan hinar koll af kolli, eða sýna síðustu töluna fyrst og síðan næstsíðustu og svo koll af kolli.

Þessi aðferð að sýna eina tölu í einu er kölluð RAÐ eða SERÍAL framsetning, en þegar við sýnum allar tölurnar í einu er það kallað HLIÐRÆN eða PARALLEL framsetning. Raðaðferðin er notuð þegar eitthvað takmarkar okkur svo við verðum að nota þessa tækni.

Þegar við þurfum að senda upplýsingar (Data) milli tækja, t.d. tveggja tölva eða milli tölvu og prentara, hafa til skamms tíma verið tvær leiðir í boði; gamla stóra tengið sem kallað er Parallel-tengi og svo litla 9-pinna tengið sem er kallað Serial-tengi. Þessi tvö tengi segja alla söguna. Þegar við ætlum að senda parallel þurfum við miklu fleiri víra / pinna en þegar við sendum á Serial-formi.

Dæmi:

Sendu á tvíundartöluna 0110 1100, 8 bita tölu, á milli tölva og prentara.

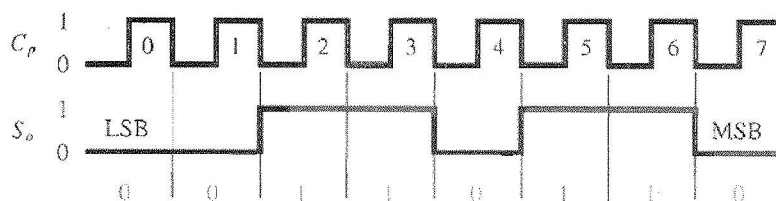
Parallel-aðferðin krefst þess að til sé einn vír í kaplinum fyrir hvern bita, auk stýrimerkja og jarðsambands (Ground).

Serial-aðferðin krefst aðeins 2ja víra, annan fyrir jörðina og hinn fyrir 1 bita. Þá er sendur einn biti í einu, fyrst sá fremsti og síðan hinir koll af kolli. Þetta sparar mikið af vír og tengin eru lítil. En aftur á móti sjáum við að þetta tekur að minnsta kosti 8 sinnum lengri tíma. Það þarf reyndar ekki að koma að sök þegar prentari á í hlut því hann er hvort sem er svo hægvirkur. Aftur á móti ef við værum að senda þetta milli tölva, þá eru báðar tölvurnar svo hraðvirkar að þetta mundi tefja þær báðar.

Serial-sendingar þurfa að vera tímastýrðar þannig að bæði sendir og móttakari viti hvaða biti er á leiðinni, fyrsti bitinn (MSB) nr. 7, síðan 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0 (LSB). Þessu er stjórnað með klukkupúlsum og hraðinn er stilltur sá sami á báðum endum.

Hér að neðan er púlssarit sem sýnir hvernig talan 0110 1100 er send yfir. Ath. að stærsti bitinn (MSB) er sendur fyrst (lengst til hægri).

Cp er Clock puls og So er Serial Out.



Ethernet og USB eru líklega algengustu staðlar sem nota serial-tækni. Meira verður fjallað um þessa tækni í TNT303 og TNT403.