

0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

#include <stdio.h>

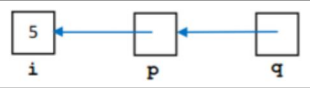
```
int a;
extern int b;
const int c;
```

Úttak:  
1  
2

```
int f() {
    static int t = 0;
    t++;
    return t;
}
```

```
int main() {
    printf("%d\n", f());
    printf("%d\n", f());
    return 0;
}
```

```
int i = 5;
int *p = &i;
int **q = &p;
```



```
a[0] = 4;
*a = 4;
```

```
char litur[] = "blár";
char *litp = "gulur";
```

```
a[2] = 8;
*(a+2) = 8;
```

```
01101001
^ 01010101
00111100
```

Segðir með signed int og unsigned int:  
• int er kastað yfir í unsigned!!

	8	16	32	64
UMax	255	65,535	4,294,967,295	18,446,744,073,709,551,615
TMax	127	32,767	2,147,483,647	9,223,372,036,854,775,807
TMin	-128	-32,768	-2,147,483,648	-9,223,372,036,854,775,808

Gagnatag	32-bita	64-bita	printf
char	1	1	%c
short int	2	2	%hd
int	4	4	%d
long int	4	8	%ld
long long int	8	8	%lld
float	4	4	%f
double	8	8	%lf

```
sum = 0;
for (i=0; i<100; i++)
    sum += a[i];
```

```
sum = 0;
for (i=0; i<100; i++)
    sum += *(a+i);
```

```
sum = 0;
for (p=a; p<&a[100]; p++)
    sum += *p;
```

- Utfærir í raun mátreikning  
 $s = UAdd_w(u, v) = u + v \bmod 2^w$

unsigned char	1110 1001	E9	223
+	1101 0101	+ D5	+ 213
	1 1011 1110	1BE	446
	1011 1110	BE	190

– Samlagning með/án formerkis í C:

```
int s, t, u, v;
s = (int) ((unsigned) u + (unsigned) v);
t = u + v
```

– Mun gefa s == t

	1110 1001	E9	-23
+	1101 0101	+ D5	+ -43
	1 1011 1110	1BE	-66
	1011 1110	BE	-66

HÁSKÓLI ÍSLANDS  
IDNADARVERKFRÆÐI, VÉLAVERKFRÆÐI  
OG TÖLVUNARFRÆÐI

Útfærir mátreikning:

$UMult_w(u, v) = u \cdot v \bmod 2^w$

	1110 1001	E9	223
*	1101 0101	* D5	* 213
	1100 0001 1101 1101	C1DD	47499
	1101 1101	DD	221

HÁSKÓLI ÍSLANDS  
IDNADARVERKFRÆÐI, VÉLAVERKFRÆÐI  
OG TÖLVUNARFRÆÐI

	Division	Computed	Hex	Binary
x	15213	15213	3B 6D	00111011 01101101
x >> 1	7606.5	7606	1D B6	00011101 10110110
x >> 4	950.8125	950	03 B6	00000011 10110110
x >> 8	59.4257813	59	00 3B	00000000 00111011

Deiling neikvæðrar tölur með heilu veldi af 2

- Viljum  $\lceil x / 2^k \rceil$  (rúnnað 0)
- Reiknum  $\lfloor (x+2^k-1) / 2^k \rfloor$ 
  - Í C:  $(x + (1<<k) - 1) >> k$
  - Bjögum deilistofn (teljara) að 0

## Sérstök gildi

Tilvik 1:  $exp = 111...1$ ,  $frac = 000...0$   
– Táknar gildið  $\infty$  (óendanlegt)  
Tilvik 2:  $exp = 111...1$ ,  $frac \neq 000...0$   
– Not-a-Number (NaN)

## Heiltölureikningur: Helstu reglur

Samlagning:

- Með/án formerki: Venjuleg samlagning og svo stýfing, sama aðgerð á bita-lagi
- Án formerkis: samlagning  $\bmod 2^w$
- Með formerki: breytt samlagning  $\bmod 2^w$  (útkoma á réttu bili)

Margföldun:

- Með/án formerki: Venjuleg margföldun og svo stýfing, sama aðgerð á bita-lagi
- Án formerkis: margföldun  $\bmod 2^w$
- Með formerki: breytt margföldun  $\bmod 2^w$  (útkoma á réttu bili)

Viljum reikna  $-13/4$  (eða  $-13/2^2$ )

-13: 1111 0011<sub>2</sub>  
-13 >> 2 = 1111 1100<sub>2</sub> = -4

Rúnnast í átt að  $-\infty$  í stað 0

Bætum við bjögun (bias):  $2^2-1 = 3$

Reiknum þá  $(-13+3) >> 2$

eða  $-10 >> 2 = 1111 0110_2 >> 2 = 1111 1101_2 = -3$

Fáum nú rétta útkomu

Einföld nákvæmni:

$s=1$ ,  $exp=8$ ,

$frac=23$

Tvöföld

nákvæmni:

$S=1$ ,  $exp=11$ ,

$frac=52$

Háenda

0x100	0x101	0x102	0x103
01	23	45	67

Lágenda

0x100	0x101	0x102	0x103
67	45	23	01

00...00	exp ≠ 0 og exp ≠ 11...11	11...11
óstaðlaðar (denormalized)	staðlaðar (normalized)	sérstakar (special)

$bias = 2^{k-1} - 1$

Gildi: float F = 15213.0;

$-15213_{10} = 11101101101101_2$   
 $= 1.1101101101101_2 \times 2^{13}$

Brothluti

$M = 1.1101101101101_2$   
 $frac = 11011011011010000000000_2$

Veldishluti

$E = 13$   
 $bias = 127$   
 $exp = 140 = 10001100_2$

STAÐLAÐ

Útkoma:

0	10001100	11011011011010000000000
s	exp	frac

Brothluti hefur nú falið 0 fremst:  $M = 0.xxx...x_2$

–  $xxx...x$ : bitar í frac

Veldisgildi:  $E = 1 - bias$  (í stað  $exp - Bias$ )

Tvö undirtílvik:

ÓSTAÐLAÐ

–  $exp = 000...0$ ,  $frac = 000...0$

- Táknar gildið núll
- Athugið að það eru tvö núll: +0 og -0 (af hverju?)

–  $exp = 000...0$ ,  $frac \neq 000...0$

- Tölurnar sem eru næstar 0.0
- Jafnt bil á milli þeirra

## Gildissvið (s=0)

$v = (-1)^s M 2^E$   
staðl:  $E = exp - Bias$   
óstaðl:  $E = 1 - Bias$

	s	exp	frac	E	Gildi	Óstaðl: $E = 1 - Bias$
Óstaðlaðar tölur	0	0000	000	-6	0	
	0	0000	001	-6	$1/8 * 1/64 = 1/512$	næst núlli
	0	0000	010	-6	$2/8 * 1/64 = 2/512$	$(-1)^0 (0 + 1/4) * 2^{-6}$
	...					
	0	0000	110	-6	$6/8 * 1/64 = 6/512$	
	0	0000	111	-6	$7/8 * 1/64 = 7/512$	stærsta óstaðlaða
Staðlaðar tölur	0	0001	000	-6	$8/8 * 1/64 = 8/512$	minnsta staðlaða
	0	0001	001	-6	$9/8 * 1/64 = 9/512$	$(-1)^0 (1 + 1/8) * 2^{-6}$
	...					
	0	0110	110	-1	$14/8 * 1/2 = 14/16$	
	0	0110	111	-1	$15/8 * 1/2 = 15/16$	næst 1 neðanfrá
	0	0111	000	0	$8/8 * 1 = 1$	
	0	0111	001	0	$9/8 * 1 = 9/8$	næst 1 ofanfrá
	0	0111	010	0	$10/8 * 1 = 10/8$	
	...					
	0	1110	110	7	$14/8 * 128 = 224$	
0	1110	111	7	$15/8 * 128 = 240$	stærsta staðlaða	
0	1111	000	n/a	inf		



Table with 4 columns: 1. BBGRXXX, 2. GRS, 3. Hæka?, 4. Rúnað. Rows show binary values and corresponding text like 'Nei', 'Já'.

8-byte register, Bytes 0-3, Bytes 0-1, Byte 0. Table mapping registers to byte fields.

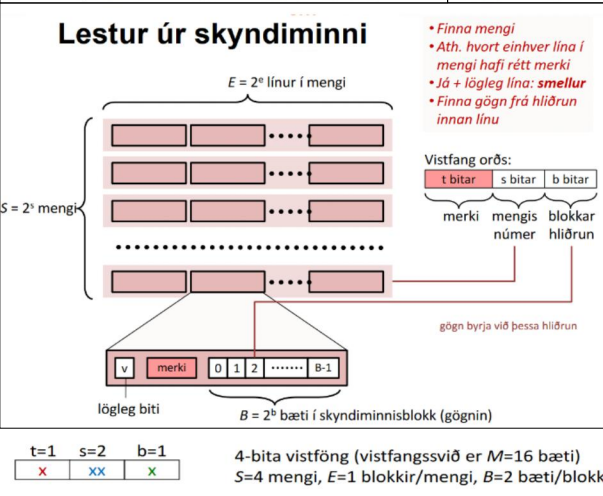
cmpq b, a. Table with columns: cmpq, b, a, eins og að reikna, a-b, án skilagildis. Rows show various instructions and their effects.

Segð, Vistfangsútreikningur, Vistfang. Table showing register operations and their results.

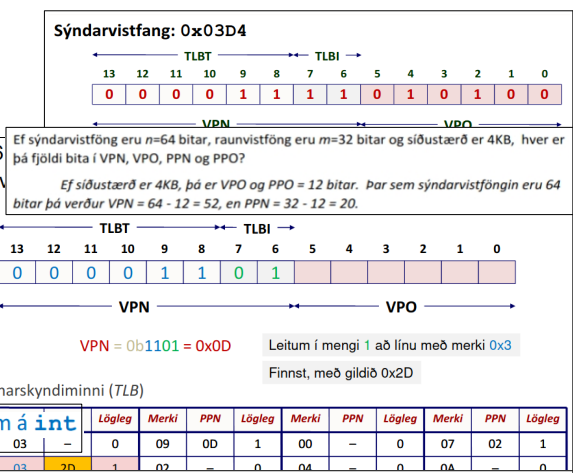
movq. Table showing register and memory operations.

Dæmi: addq Src, Dest ↔ t = a+b. CF á ef geymt/lánað út úr efsta bita (yfirlæði án formerkis). ZF á ef t == 0. SF á ef t < 0 (sem tvíandhverfu tala). OF á ef tvíandhverfu (formerkis) yfirlæði (a>0 && b>0 && t<0) || (a<0 && b<0 && t>0).

movzsd, movssd, leaq, salq, addq, subq, imulq, sarq, shrq, xorq, andq, orq. Table of instructions and their effects.



pid\_t getpid(void). pid\_t getppid(void). Skilar ferlanúmeri (PID) núverandi ferlis. Skilar ferlanúmeri (PID) foreldraferlis.



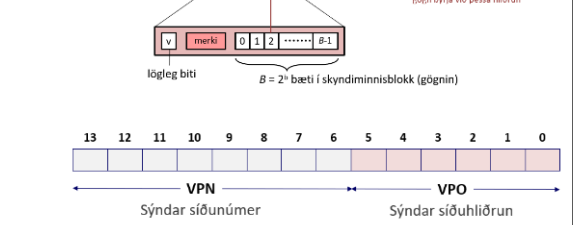
Vistfangs ferill (lestur, eitt bæti lesið í einu). Table with 4 columns: 0, 1, 7, 8, 0. Rows show binary values and corresponding text like 'skellur', 'smellur'.

int \*p[13] p er 13 staka fylki af bendum á int. int (\*p)[13] p er bendir á 13 staka fylki af int. int \*p[13] p er 13 staka fylki af bendum á int.

Vörpunarskyndiminni (TLB). Table with 4 columns: Lögleg, Merki, PPN, Lögleg, Merki, PPN, Lögleg, Merki, PPN, Lögleg. Rows show binary values and corresponding text like 'Leitum í mengi 1 að línu með merki 0x3'.

symtab kaffi, .rel. text kaffi, .rel. data kaffi, .debug kaffi. Table showing various assembly instructions and their effects.

Hlutar í sýndarvistfangi (VA). TLBI: TLB visir (index). TLBT: TLB merki (tag). VPO: Sýndar síðuhliðrun. VPN: Sýndar síðunúmer.



Kaflatafla, ELF haus, Svæðatafla, .text kaffi, .rodata kaffi, .data kaffi, .symtab kaffi, .rel. txt kaffi, .rel. data kaffi, .debug kaffi. Table showing various assembly instructions and their effects.

Hlutar í raunvistfangi (PA). PPO: Raun síðuhliðrun (sama og VPO). PPN: Raun síðunúmer. CO: Hliðrun innan skyndiminnislínu. CI: Númer mengis í skyndiminni. CT: Merki (tag) línu í skyndiminni.

