

Zadání:

Zjisti přesnost čítače na AT mega 16, porovnej naměřenou hodnotu s vypočítanou, sestroj grafy a udělej závěr.

Teorie:

Čítač – má počítací a odpočítávací funkci, jeho úkolem je číselným údajem zaznamenat počet událostí nebo procesů a informovat, kolikrát proběhly. Je vytvořen proto, aby dokázal rychle čítat elektrické impulsy, jejichž frekvence je zaznamenána v kHz, MHz a GHz.

Osciloskop – elektronický měřicí přístroj s obrazovkou, který zaznamenává průběh měřeného napětového signálu. Existuje několik typů osciloskopů, například analogové (klasické, paměťové, vzorkovací) nebo digitální (spolupracují s osobním počítačem).

V našem případě byl použit digitální, tedy čtvercovou vlnu jsme mohli vidět na PC softwarově.

Průběh přerušení:

- 1) Přijde žádost o přerušení (na jádro od periferie)
- 2) Uloží návratovou adresu (kde byl přerušen)
- 3) Skočí do tabulky vektorů přerušení do adresy, která odpovídá typu žádosti. V tomto místě je „jmp jméno-obsluhy“ -> TIM0_CON
Vše do teď bylo čistě HW, od 3 a dál je zas FW
- 4) Skočí do podprogramu obsluhy
- 5) Reti „od popne“ návratovou adresu a nahodí I. Bit v SREG
- 6) Skočí do místa, kde byl přerušen

Použité přístroje:

Osciloskop – max input: 30Vpp, mx output: 10Vpp ,2x 12MHz PC-Scope -> používaný vstup 2

Programátor – pro spojení desky s PC => (AVR-ISP)

Deska – Krystal typu: HC49/S QM- 14,7456 MHz, používaný typ portu -> D

Počítač – Použité programy: AVR_ISP_prog, PcLab2000LT, AVR studio 4

Postup:

Napsal jsem si program v AVR, který má za funkci čítat při každém přejetí mainu dokud hodnota v (TIMER_COUNTER_0 -> **TCNT0**) nedojede do hodnoty overflow (TIMER_COUNTER_0 -> **OCRO**) => smyčka. Následně při dojetí do této hodnoty se nahodí na portu v mém případě zvoleném D I. Bit. – přesnější průběh přerušení v teorii.

Po testování a ověření, že to dělá to, co má jsem si zapojil osciloskop k PC spolu programátorem a deskou, na desku jsem nahrál hex mého programu přes AVR_ISP_program a na osciloskopu (PcLab2000LT) jsem mohl sledovat čtvercovou vlnu spolu s potřebnou frekvencí, kterou jsem si zapsal. Poté jsem si vypočítal frekvenci, která by měla vyjít a rozdíl mezi naměřenou a reálnou frekvencí v procentech.

Pro výpočet frekvence jsem použil následující vzorec:

$$f_{vyp} = \frac{\text{Hodnota krystalu}}{2 * \text{dělení hodin} * \text{top hodnota}}$$

dělení hodin - (bez ,8,64,256,1024)

top hodnota – hodnota pro overflow

hodnota krystalu – pro nás tedy stálá konstanta vzhledem k tomu, že jsme jiný krystal nepoužívali (14,7456 MHz)

Příklad výpočtu pro *top hodnotu* 96 při *dělení* 8, označen tučně v tabule:

$$f_{vyp} = \frac{14,7456 * 10^6}{2 * 8 * 96 * 10^3} = \underline{\underline{9,6 \text{ kHz}}}$$

Výpočet chyby:

$$d_x = 100 - \left(\frac{9,22}{9,6} * 100 \right) = \underline{\underline{3,96\%}}$$

Tabulky:

dělení x-krystalu	top hodnota	f (KHz) - přčtena	f (KHz) - vypočítaná	Chyba (%)
bez dělení	6	238	1228,80	80,63
bez dělení	12	199	614,40	67,61
bez dělení	18	171	409,60	58,25
bez dělení	24	150	307,20	51,17
bez dělení	30	134	245,76	45,48
bez dělení	36	121	204,80	40,92
bez dělení	42	110	175,54	37,34
bez dělení	48	101	153,60	34,24
bez dělení	54	93	136,53	31,88
bez dělení	60	87	122,88	29,20
bez dělení	66	81	111,71	27,49
bez dělení	72	76	102,40	25,78
bez dělení	78	72	94,52	23,83
bez dělení	84	68	87,77	22,53
bez dělení	90	64	81,92	21,88
bez dělení	96	61	76,80	20,57
bez dělení	102	58	72,28	19,76
bez dělení	108	55	68,27	19,43
bez dělení	114	53	64,67	18,05
bez dělení	120	51	61,44	16,99
bez dělení	126	49	58,51	16,26
bez dělení	132	47	55,85	15,85
bez dělení	138	45	53,43	15,77
bez dělení	144	44	51,20	14,06
bez dělení	150	42	49,15	14,55
bez dělení	156	41	47,26	13,25
bez dělení	162	39	45,51	14,31
bez dělení	168	38	43,89	13,41
bez dělení	174	37	42,37	12,68
bez dělení	180	36	40,96	12,11
bez dělení	186	35	39,64	11,70
bez dělení	192	34	38,40	11,46
bez dělení	198	33	37,24	11,38
bez dělení	204	32	36,14	11,46
bez dělení	210	31	35,11	11,70
bez dělení	216	31	34,13	9,18
bez dělení	222	30	33,21	9,67
bez dělení	228	29	32,34	10,32
bez dělení	234	28	31,51	11,13
bez dělení	240	28	30,72	8,85
bez dělení	246	27	29,97	9,91
bez dělení	252	27	29,26	7,71

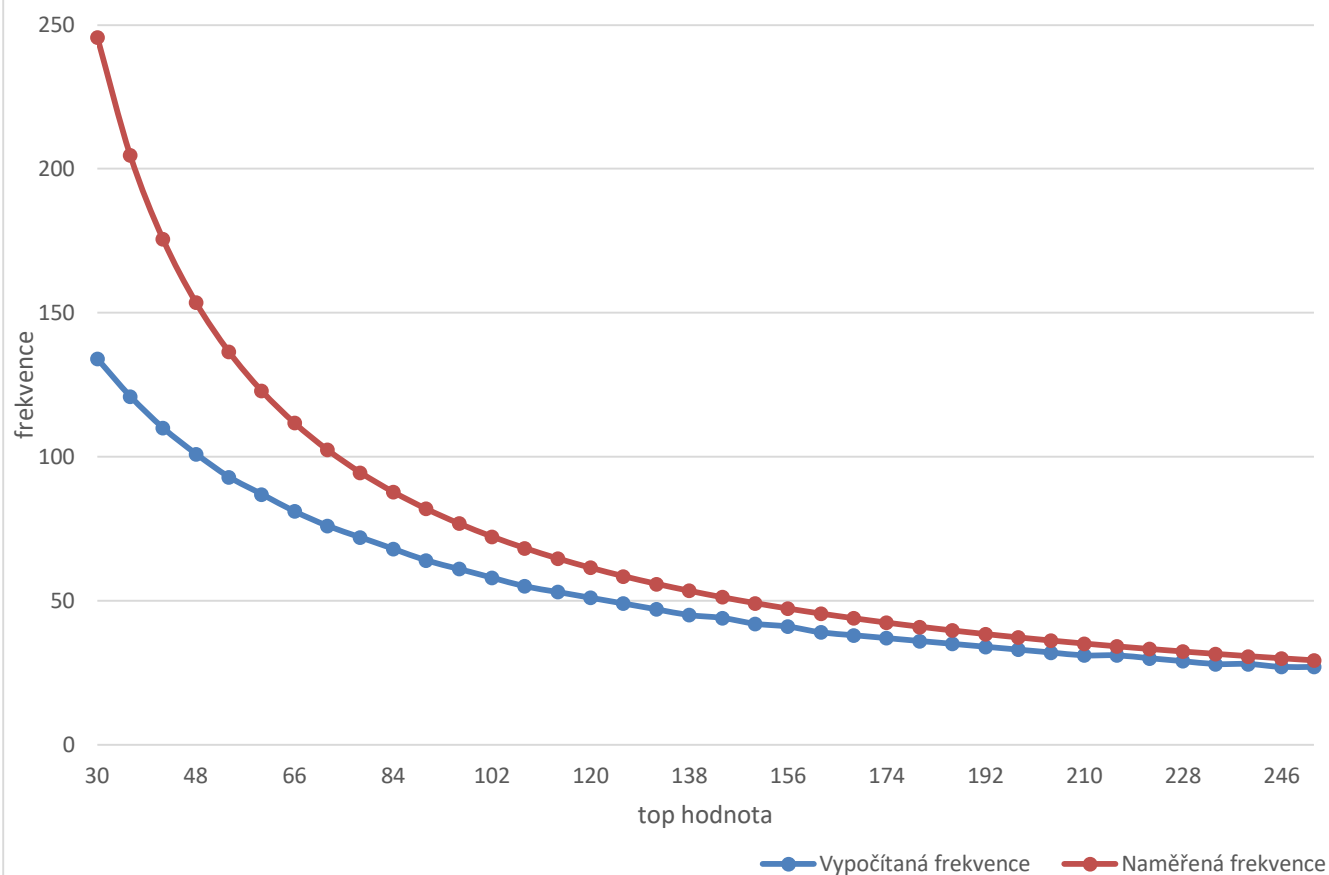
dělení x-krystalu	top hodnota	f (kHz) - přechena	f (kHz) - vypočítaná	Chyba (%)
dělení 8	6	92,2	153,60	39,97
dělení 8	12	58,1	76,80	24,35
dělení 8	18	42,2	51,20	17,58
dělení 8	24	33,5	38,40	12,76
dělení 8	30	27,8	30,72	9,51
dělení 8	36	23,7	25,60	7,42
dělení 8	42	20,3	21,94	7,49
dělení 8	48	18,2	19,20	5,21
dělení 8	54	15,9	17,07	6,84
dělení 8	60	14,4	15,36	6,25
dělení 8	66	13,2	13,96	5,47
dělení 8	72	12,1	12,80	5,47
dělení 8	78	11,2	11,82	5,21
dělení 8	84	10,5	10,97	4,30
dělení 8	90	9,81	10,24	4,20
dělení 8	96	9,22	9,60	3,96
dělení 8	102	8,77	9,04	2,94
dělení 8	108	8,23	8,53	3,55
dělení 8	114	7,81	8,08	3,39
dělení 8	120	7,43	7,68	3,26
dělení 8	126	7,09	7,31	3,07
dělení 8	132	6,78	6,98	2,89
dělení 8	138	6,49	6,68	2,82
dělení 8	144	6,23	6,40	2,66
dělení 8	150	5,98	6,14	2,67
dělení 8	156	5,76	5,91	2,50
dělení 8	162	5,55	5,69	2,44
dělení 8	168	5,36	5,49	2,29
dělení 8	174	5,18	5,30	2,20
dělení 8	180	5,01	5,12	2,15
dělení 8	186	4,85	4,95	2,12
dělení 8	192	4,7	4,80	2,08
dělení 8	198	4,56	4,65	2,03
dělení 8	204	4,43	4,52	1,94
dělení 8	210	4,31	4,39	1,79
dělení 8	216	4,19	4,27	1,80
dělení 8	222	4,08	4,15	1,72
dělení 8	228	3,97	4,04	1,78
dělení 8	234	3,87	3,94	1,74
dělení 8	240	3,78	3,84	1,56
dělení 8	246	3,69	3,75	1,50
dělení 8	252	3,6	3,66	1,56

dělení x-krystalu	top hodnota	f (kHz) - přečtena	f (kHz) - vypočítaná	Chyba (%)
dělení 64	6	16500	19200,00	14,06
dělení 64	12	8860	9600,00	7,71
dělení 64	18	6070	6400,00	5,16
dělení 64	24	4610	4800,00	3,96
dělení 64	30	3720	3840,00	3,13
dělení 64	36	3110	3200,00	2,81
dělení 64	42	2680	2742,86	2,29
dělení 64	48	2350	2400,00	2,08
dělení 64	54	2090	2133,33	2,03
dělení 64	60	1890	1920,00	1,56
dělení 64	66	1720	1745,45	1,46
dělení 64	72	1580	1600,00	1,25
dělení 64	78	1460	1476,92	1,15
dělení 64	84	1360	1371,43	0,83
dělení 64	90	1027 (1270)	1280,00	19,77 (0,78)
dělení 64	96	1190	1200,00	0,83
dělení 64	102	1120	1129,41	0,83
dělení 64	108	1060	1066,67	0,63
dělení 64	114	1000	1010,53	1,04
dělení 64	120	952	960,00	0,83
dělení 64	126	907	914,29	0,80
dělení 64	132	866	872,73	0,77
dělení 64	138	829	834,78	0,69
dělení 64	144	795	800,00	0,63
dělení 64	150	763	768,00	0,65
dělení 64	156	734	738,46	0,60
dělení 64	162	707	711,11	0,58
dělení 64	168	682	685,71	0,54
dělení 64	174	658	662,07	0,61
dělení 64	180	637	640,00	0,47
dělení 64	186	616	619,35	0,54
dělení 64	192	597	600,00	0,50
dělení 64	198	579	581,82	0,48
dělení 64	204	562	564,71	0,48
dělení 64	210	546	548,57	0,47
dělení 64	216	531	533,33	0,44
dělení 64	222	517	518,92	0,37
dělení 64	228	503	505,26	0,45
dělení 64	234	490	492,31	0,47
dělení 64	240	478	480,00	0,42
dělení 64	246	467	468,29	0,27
dělení 64	252	456	457,14	0,25

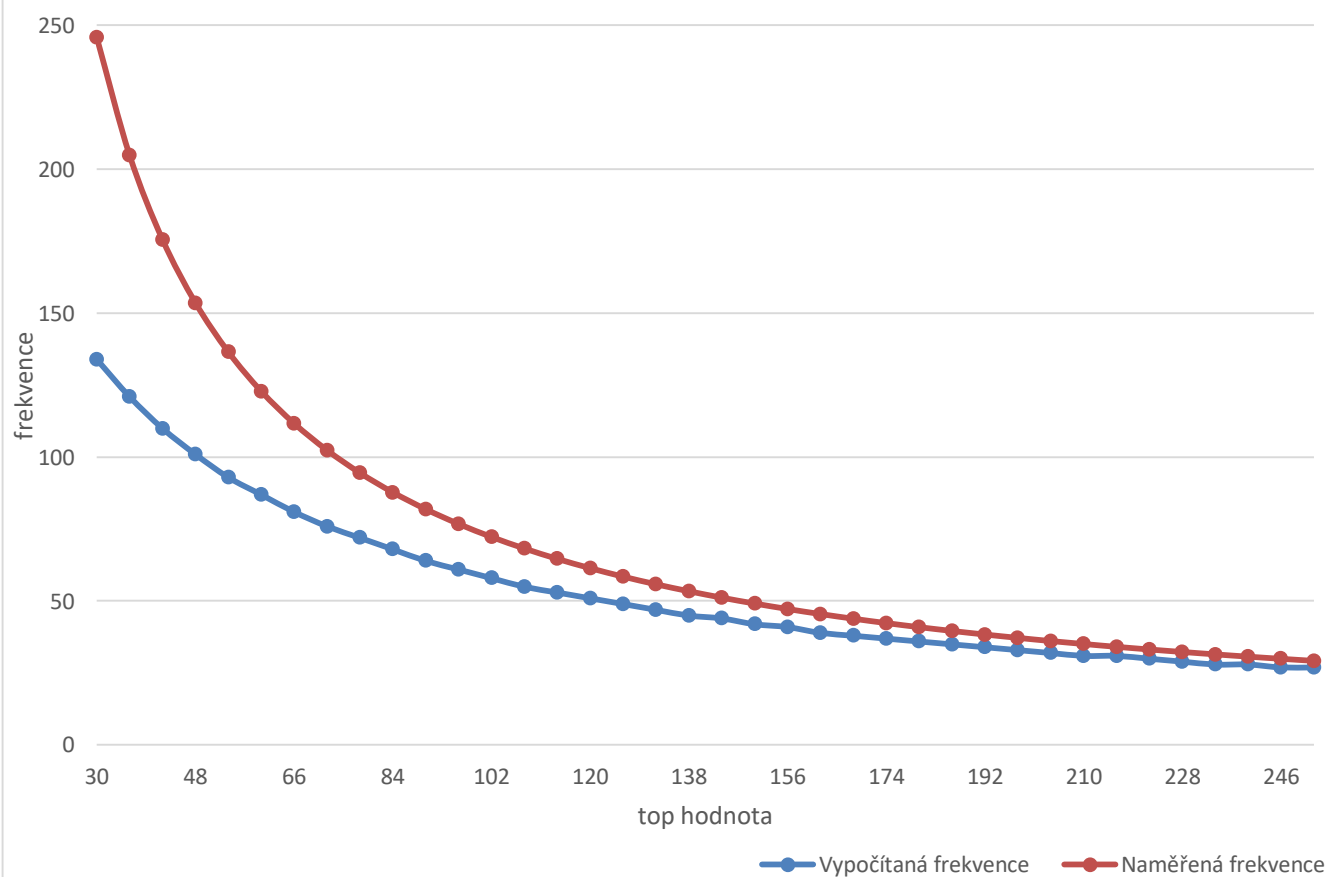
dělení x-krystalu	top hodnota	f (kHz) - přečtena	f (kHz) - vypočítaná	Chyba (%)
dělení 256	6	4110	4800	14,38
dělení 256	12	2220	2400	7,50
dělení 256	18	1520	1600	5,00
dělení 256	24	1150	1200	4,17
dělení 256	30	927	960	3,44
dělení 256	36	779	800	2,63
dělení 256	42	670	685,71	2,29
dělení 256	48	588	600	2,00
dělení 256	54	524	533,33	1,75
dělení 256	60	472	480	1,67
dělení 256	66	430	436,36	1,46
dělení 256	72	395	400	1,25
dělení 256	78	365	369,23	1,15
dělení 256	84	339	342,86	1,13
dělení 256	90	317	320	0,94
dělení 256	96	297	300	1,00
dělení 256	102	280	282,35	0,83
dělení 256	108	264	266,67	1,00
dělení 256	114	251	252,63	0,65
dělení 256	120	238	240	0,83
dělení 256	126	227	228,57	0,69
dělení 256	132	217	218,18	0,54
dělení 256	138	207	208,70	0,81
dělení 256	144	199	200	0,50
dělení 256	150	191	192	0,52
dělení 256	156	183	184,62	0,88
dělení 256	162	177	177,78	0,44
dělení 256	168	170	171,43	0,83
dělení 256	174	165	165,52	0,31
dělení 256	180	159	160	0,63
dělení 256	186	154	154,84	0,54
dělení 256	192	149	150,00	0,67
dělení 256	198	145	145,45	0,31
dělení 256	204	140	141,18	0,83
dělení 256	210	137	137,14	0,10
dělení 256	216	133	133,33	0,25
dělení 256	222	129	129,73	0,56
dělení 256	228	126	126,32	0,25
dělení 256	234	123	123,08	0,06
dělení 256	240	120	120	0
dělení 256	246	117	117,07	0,06
dělení 256	252	114	114,29	0,25

dělení x-krystalu	top hodnota	f (kHz) - přechena	f (kHz) - vypočítaná	Chyba (%)
dělení 1024	6	1028	1200	2,50
dělení 1024	12	554	600	2,58
dělení 1024	18	379	400	2,00
dělení 1024	24	288	300	1,75
dělení 1024	30	232	240	1,67
dělení 1024	36	195	200	1,92
dělení 1024	42	167	171,43	1,40
dělení 1024	48	147	150	1,20
dělení 1024	54	131	133,33	1,18
dělení 1024	60	118	120	1,13
dělení 1024	66	107	109,09	1,07
dělení 1024	72	98,6	100	0,98
dělení 1024	78	91,2	92,31	0,85
dělení 1024	84	84,7	85,71	0,88
dělení 1024	90	79,1	80	0,83
dělení 1024	96	74,2	75	0,77
dělení 1024	102	69,9	70,59	0,82
dělení 1024	108	66,1	66,67	0,72
dělení 1024	114	62,6	63,16	0,60
dělení 1024	120	59,5	60	0,63
dělení 1024	126	56,7	57,14	0,55
dělení 1024	132	54,1	54,55	0,55
dělení 1024	138	51,8	52,17	0,60
dělení 1024	144	49,7	50	0,67
dělení 1024	150	47,7	48	0,50
dělení 1024	156	45,9	46,15	0,54
dělení 1024	162	44,2	44,44	0,53
dělení 1024	168	42,6	42,86	0,45
dělení 1024	174	41,1	41,38	0,55
dělení 1024	180	39,8	40,00	0,54
dělení 1024	186	38,5	38,71	0,40
dělení 1024	192	37,3	37,50	0,41
dělení 1024	198	36,2	36,36	0,57
dělení 1024	204	35,1	35,29	0,55
dělení 1024	210	34,1	34,29	0,33
dělení 1024	216	33,2	33,33	0,23
dělení 1024	222	32,3	32,43	0,25
dělení 1024	228	31,4	31,58	0,18
dělení 1024	234	30,6	30,77	0,17
dělení 1024	240	29,9	30	0,10
dělení 1024	246	29,2	29,27	0,07
dělení 1024	252	28,5	28,57	0,07

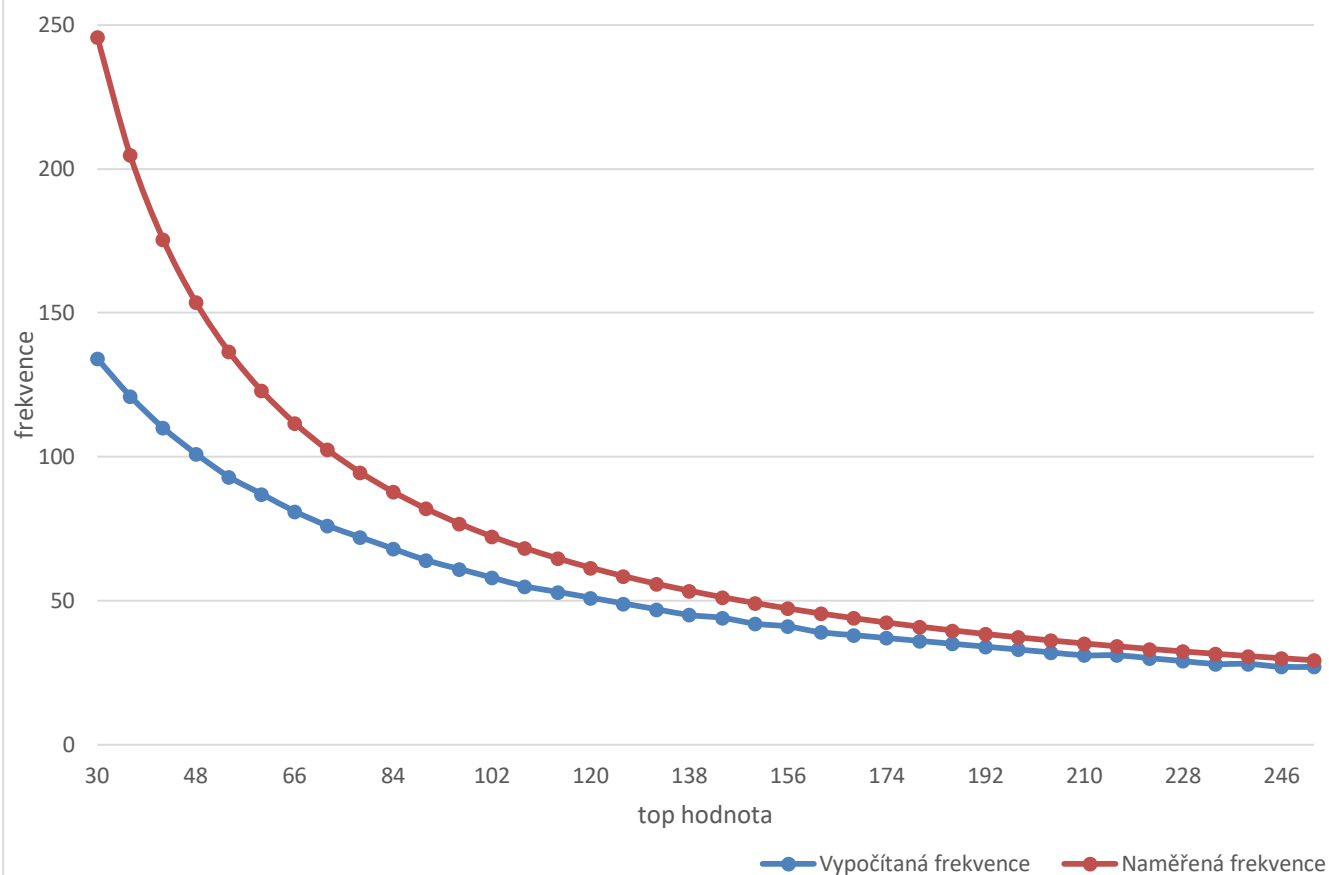
Bez dělení



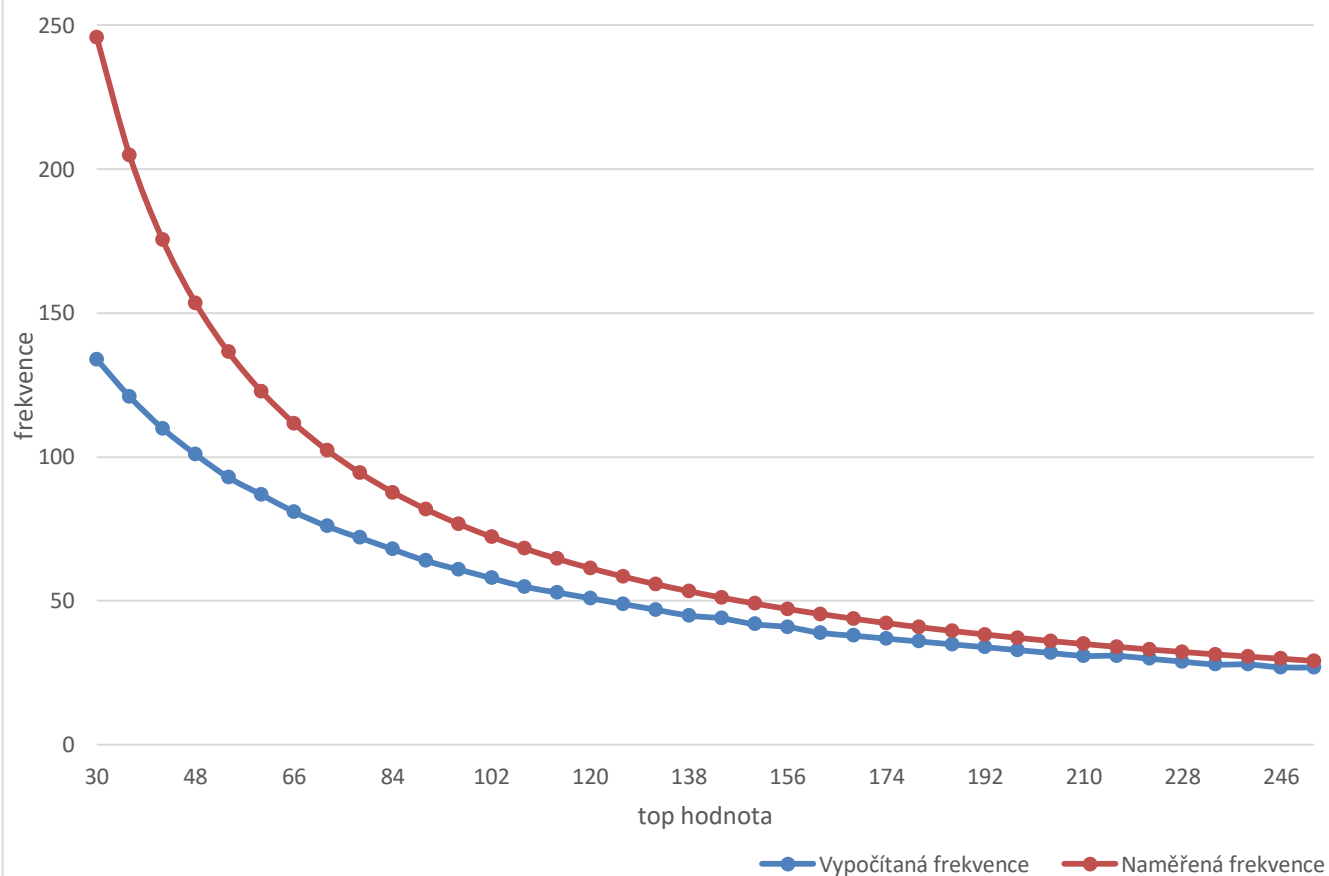
Dělení 8

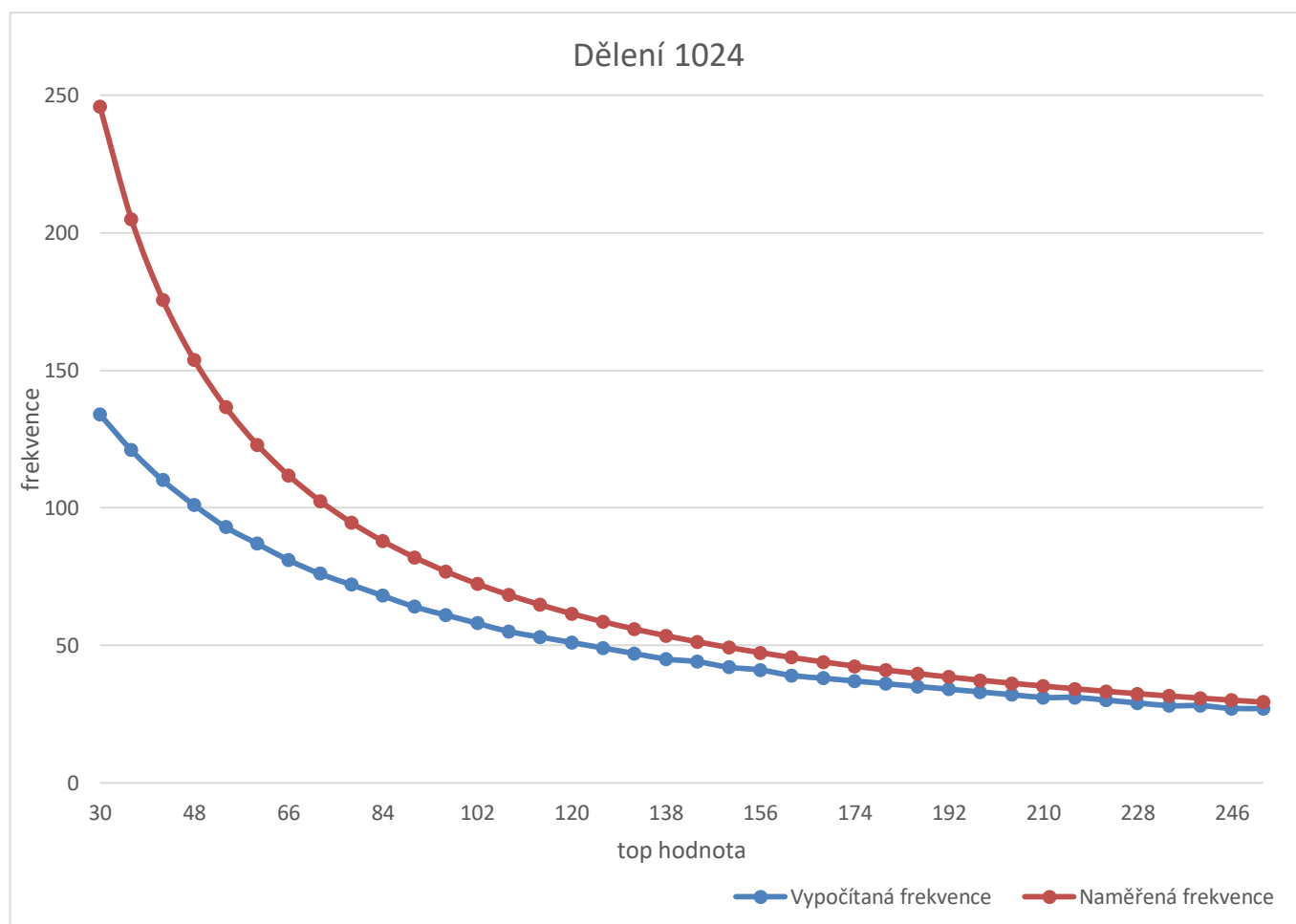


Dělení 64



Dělení 256





Závěr:

Jelikož bylo více času, mohl jsem si dovolit změřit hodnoty pro dělení (bez, 8,64,256,1024). Zvedanou hodnotu беру od 30, protože potřebuju čas na jádro, a i proto zde vychází velmi nepřesná čísla. Od 30 беру, protože kolem této hranice se chyba ustaluje a neklesá po velkých kusech.

Největší odchylky, pokud tedy vynecháme zvedané hodnoty do (6-30) již ze zmíněných důvodů jsou většinou při hodnotě 30. Zpozoroval jsem, že čím menší zvedaná hodnota je, tím větší je i odchylka.

Jednotlivě:

Bez dělení – hodnoty vycházeli velmi pozoruhodně, odchylka přes 30%, Pro další dělení (8;64;256...) jsem měl odchylky relativně menší. Největší odchylkou byla hodnota **45,48%** při top hodnotě 30.

Dělení 8 – Při tomto dělení největší odchylka od vypočtené hodnoty **9,51 %** při top hodnotě 30

Dělení 64—U tohoto dělení je největší odchylka od vypočtené hodnoty **3,13%**, je zde i větší odchylka přesněji o hodnotě 19,77%. Tu avšak nepočítám, jelikož jsem právě zde provedl chybu pozorovatel a zřejmě jsem se u této frekvence přepsal, má následující oprava by probíhala takto (1027=>1270). Při této hodnotě je odchylka 0,78 %. Opravu jsem označil v tabulce.

Dělení 256 - Zde je největší odchylka od vypočtené hodnoty **3,44%** při top hodnotě 30.

Dělení 1024—U tohoto dělení hodnoty vyšly od vypočítaných nejpřesněji ze všech, přičemž největší odchylka je zde **1,67 %**.

Ač některé hodnoty nevycházely tak hezky, jak jsem předpokládal, měření považuju za splněné. Mnohé důvody pro větší odchylku mohli být způsobeny tím, že základní krystal není tepelně stabilní nebo že osciloskop je čistě softwarový do 4 MHz do 3-5% chyby je dle mého hodnota akceptovatelná. Tento úkol nás naučil používat osciloskop, udělat čítač a používat hlavičkové soubory v assembleru.