Simulace v Quartus II 13.0sp1 Richard Šusta, Katedra řídicí techniky ČVUT-FEL v Praze

V Quartus II 13.0sp1 postup simulace mnohem jednodušší než v předchozích verzích. <u>Předpokládejme</u>, že máte vytvořený obvod majorita a **jeho úplný překlad proběhl bez chyby**, tj. vypsalo se hlášení "*Info: Quartus II Full Compilation was successful.*". Okno Quartus II vypadá takto zhruba podobně jako toto:



Pokud se objevily nějaké chyby, vyhledejte je a odstraňte. Můžete si pomoci "Vybranými hlášeními překladače", které najdete v PDF souboru na stránce předmětu SPS (Struktury počítačových systémů).

Z hlavního menu Quartus zadejte "File->New..." a v dialogu, který se poté objeví, vyberte typ souboru pro simulaci: "University Program VWF" (Vector Waveform File) a dejte [OK]



Otevře se okno Simulation Waveform Editor pro zadání průběhů.

Simulation	Waveform Edito	or - E:/@QUARTUS	/majorita/m	ajor3 - major3 -	[Waveform1.vwf]			along the star	- Charles		_
File Edit	View Simulat	tion Help 🕏									
🕟 🔍 🗴	x ⊕ A ≞ >	ि ×ेम ₩४ ×ेट ש	X2 XB R	P. R. 20 (mb)	影						
Master Tim	e Bar: 0 ps			Pr	ointer: 655 ps		Interv	val: 655 ps		Start:	
Name	Value at	0 ps 80	0.0 ns	160,0 ns	240,0 ns	320,0 ns	400.0 ns	480,0 ns	560,0 ns	640,0 n	ıs 72
	0 ps	0 ps									
		🔇 Insert No	de or Bus	7	X	Node Finder				6	X
		Name:			ОК	Named: *		Filter: Pins: al			ОК
		Type:	INPUT	•	Cancel	Look in: *				List	Cancel
	1	Value ty	9-Level	• _		Nodes Found	l:		Selected Nodes	: 🕇	
		Radix: B	inary	- Noc	le Finder	Name	Туре		Name	Туре	
		Bus widi	1			🖐 LEDR	Output Group			3	
		Start inc	0		2	EDR[0]	Output				
			v grav code	count as bina	ry count	⇒ SW[0]	Input Group		Ð		
			g.a, coac	Count do Dina	.,	- SW[1]	Input				
						₩ SW[2]	Input	<			
						- 4	1				

Nyní proveď te následující postup:

- 1. Levou myší udělejte dvojklik do okna Name, viz šipka 1.
- 2. V dialogu Insert Node or Bus stiskněte [Node Finder...].
- 3. V dialogu Node Finder stiskněte [List].
- 4. Mezi Nodes Found pomocí Ctrl+levá myš vyberte požadované signály.
- 5. Stiskem [>] tlačítka překopírujete vybrané signály mezi Selected Nodes.
- 6. Tlačítkem [OK] zavřete Node Finder dialog.
- 7. Tlačítkem [OK] zavřete dialog Insert Node or Bus.

Pokud jste vše udělali správně, v okně Simulation Waveform Editor se objevily vybrané signály:

Simulation Waveform Editor - E:/@QUARTUS/majorita/major3 - major3 - [Waveform.vwf]*													
File	Edit View	Simulatio	n Help 🛡										
	💫 🔍 蒸 凸 土 🍊 江 冱 ﷺ XC 沤 XZ XE 🦧 🥰 📾 既												
Ma	Master Time Bar: 0 ps												
	Name	Value at 0 ps	0 ps 0 ps	80.0 ns	160,0 ns	240,0 ns							
in_	SW[0]	B 0											
in_	SW[1]	B 0											
in_	SW[2]	B 0											
out	LEDR[0]	ВX		~~~~~~~~~~									

Máte-li signály v jiném pořadí, můžete si je libovolně přeuspořádat. Stačí přetáhnout řádky v Name podokně na jiné pozice běžným způsobem pomocí myši.

Nyní nakreslíme testovací signály pro vstupy. Vybereme levou myší vždy část signálu, kterou chceme změnit, a stisknete některé z označených tlačítek, pro definování na 0, na 1 či inverzi stávajícího průběhu. Lze také vybrat i několik signálů a zadat jim hodnotu najednou.

Simulation Waveform Editor - E:/@QUARTUS/majorita/major3 - major3 - [Waveform.vwf]*												
File	Edit View	Simulatio	n Help									
	💫 🔍 👗 😃 🕂 🚄 义正 Xē 🞇 70 Xā Xā Xē 💐 💐 🚎 職 際											
Ma	Master Time Bar: 0 ps Pointer: 2.64 ns											
	Name	Value at 0 ps	0 ps 0 ps	80.0 ns	160. <mark>0 ns</mark>	240,0 ns						
in_	SW[0]	B 0										
in_	SW[1]	B 0										
in_	SW[2]	B 0										
out	LEDR[0]	ВХ	\times		********	******						

Eventuálně lze signály vkládat i přes kontextové menu (pravá myš) nebo klávesovými zkratkami:

: 😂	🖏 Simulation Waveform Editor - E;/@QUARTUS/majorita/major3 - major3 - [Waveform.vwf]*											
File	e Edit View	Simulatio	n Help 🛡									
	k 🔍 👗 🕹	Å <u>≍</u> Xī	<u> </u>	X2 XB 🗞	kn N	🊈 📠 🐘						
Ma	aster Time Bar	: 0 ps			•	Pointe	r: 127.38 ns			Interval: 12	7.38 ns	
	Name	Value at	0 ps	80.0 ns	1	60,0 ns	240,0 ns	320,0 ns		400,0 ns	480,0 ns	560,0
		0 ps	o ps									
	- SW[0]	B 0										
in in	- SW[1]	B 0			×	Delete		Del	H			
in	- SW[2]	B 0			_				H			
<u>eu</u>	LEDR[0]	ВX		Select Entire Waveform Interval						$\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!\times\!\!$	******	\times
						Insert Wav	eform Interval	•				
					Value			•	×	Forcing Unknown	(X) Ct	rl+Alt+X
					Radix				ല	Forcing Low (0)	C	rl+Alt+0
					T				Å	Forcing High (1)	C	rl+Alt+1
									z	High Impedance	(Z) Ci	rl+Alt+Z
									χī	Weak Low (L)	Ct	rl+Alt+L
									XH	Weak High (H)	C	rl+Alt+H
										Invert	C	rl+Alt+I
									χē	Count Value	C	rl+Alt+V
									Xð	Overwrite Clock.	. ci	rl+Alt+K
									χ?	Arbitrary Value	C	rl+Alt+B
									XB	Random Values	. Ci	trl+Alt+R

Postupně zadáme všechny kombinace vstupů, až dostaneme něco podobného obrázku dole:

Simulation Waveform Editor - E:/@QUARTUS/majorita/major3 - major3 - [Waveform.vwf]*												
File	Edit View	Simulatio	n Help	Ţ								
	- 💫 🔍 ※ º 片 🚢 XE 涎 ※ ZE XZ XE 📌 🦧 画 账											
Mas	ster Time Bar	: 0 ps			Point	er: 1.32 ns						
	Name	Value at 0 ps	0 ps 0 ps	40.0 ns	80.0 ns	120.0 ns	160,					
in_	SW[0]	B 0	-									
in_	SW[1]	B 0										
in_	SW[2]	B 0										
out	LEDR[0]	ВX		~~~~~~~~~			\times					

Zrychlená metoda vložení signálů:

Potřebujeme-li vyčerpat všechny možnosti, můžeme využít čítač. Pro ten musíme signály seskupit. 1. V podokně Name vybereme signály pro skupinu a pravou myší vyvoláme kontextové menu:

		0 2	-		-	-		2	2			
: 🏓	Sim	ulation Wave	eforn	n Editor	- E:/@Q	UARTU	S/majorita	/major3	3 - maj	or3 -	[Wavef	orm.vwf
File	e	Edit View	Si	mulatio	n Hel	p 🛡						
	3	🔍 👗 🕑	Å	z XI	XH WY	Xē X	<u>8</u> X2 XB		2 74		<mark>际</mark>	
Ma	iste	er Time Bar	: 0	ps						Po	inter:	330 pe
		Name	Vä	alue at 0 ps	0 ps 0 ps		40.0 ns		80.0	ns		120,0
in	-	SW[0]	В	0								
in	-	SW[1]	В	0								
in		SW[2]	В	0								
out		LEDR[0]	×	Delet	e			[Del	~~~	~~~~	****
				Insert	Node	or Bus						
				Group	ing				•	G	roup	
				Rever	se Gro	up or E	rder		U	ngrou	p	
				Dadiu								

2. Volíme Grouping->Group... V dialogu zadáme libovolní jméno skupiny, třeba SW, a dáme [OK]

🚭 Group		×
Group name:	SW	
Radix:	Binary	-
🔲 Display gray cod	e count as	binary count
	OK	Cancel

Vznikne nám skupina signálů.

Simulation Wave	form Editor	 E:/@QUARTUS/majorita/maj 	jor3 - major3 - [Wa
File Edit View	Simulatio	n Help 🗟	
[💫 🔍 👗 🕑	▶ <u>►</u>)도	XH 💥 XC XX X? XB 🛛 🤻	😵 🚈 📾 🐘
Master Time Bai	: 0 ps		Pointe
Name	Value at 0 ps	0 ps 40.0 ns 0 ps	80.0 ns
🍉 🔺 SW	B 000		
i≞- SW[0]	B 0		
in_ SW[1]	B 0		
i≞- SW[2]	B 0		
LEDR[0]	ВX		********

3. Pokud nám jejich pořadí nevyhovuje, můžeme ho obrátit přes kontextové menu skupiny

	Nama	Value at	0	ps	40.0 ns	80.0 ns										
	Name	0 ps	0 [ps						Namo	Value at	0 p	s		40.Ņ	ns
in_	▲ SW	B 000								Name	0 ps	0 p	5			
in_	SW[0]	B 0	×	Delete			Del	[i	⊿ SW	B 000					
in_	SW[1]	B 0		Insert M	Node or Bus			L	in	SW[2]	B 0					
in_	SW[2]	B 0		Groupin	Ig		•	L	in_−	SW[1]	B 0		-			
out	LEDR[0]	ΒХ		Reverse	e Group or Bu	us Bit Order		ζ.	in	SW[0]	B 0					
				Radix			+		out	LEDR[0]	ВX	\approx	⋙	\Leftrightarrow	***	\bigotimes

4. Vyberem skupinu SW a stisneme tlačítko XC na liště nástrojů. V dialogu, který se objeví, vyplníme údaje o periodě čítání, volte ji raději větší. Dialog nabízí 10 ns jako výchozí hodnotu, ale tak rychlý obvod nemáme, zadejte ji radši 25 ns či ještě delší periodu. Dále můžete vybrat typ čítače, buď binární čítající v pořadí čísel nebo Gray code, kde jsou čísla uspořádána tak, aby se vždy mněnil jen jeden bit.

Zadejte [OK] a signály se nám naplní automaticky vytvořenými průběhy, viz dole.

🔇 Count Value	X
Radix:	Binary •
Start value:	000
Increment by:	1
Count type	
Binary	
Gray code	
Transitions of	ccur
Count every:	25.0 ns •
	OK Cancel

Ma	ster Time Bar	: 0 ps			Po		In	
	Name	Value at 0 ps	0 ps 0 ps	40.0 ns	80.0 ns	120,0 ns	160.0 ns	200.0
i ®	⊿ SW	B 000	000	001	010 🗙 011	X 100 X 101	<u> </u>	111
in_	SW[2]	В 0						
in_	SW[1]	B 0						
in_	SW[0]	B 0						
out	LEDR[0]	ВX						

Poté můžete skupinu případně zrušit přes kontextové menu Grouping->Ungroup. Někdy ji totiž simulátor nechce, ale v tomto příkladě ji nemusíme rušit, máme indexované signály, zde skupinu vezme.

Mas	ster	Time I	Bar:	0 ps						Point	er: 202
		Name		Value at 0 ps	0 ps 0 ps		40.0 ns		80.0	ns	120
in	4	SW		R 000	000	7	001	010	ΞXT	011 X	100
in_		SW[×	Delete				Del			
in_		SW[Insert No	ode or Bu	s					
in_		SW[Grouping	j			,	•	Group	
out		LEDR[(Reverse	Group or	Bus	Bit Orde	er		Ungrou	p
				Radix				,			
			2	Propertie	es						

5. Nakreslené průběhy uložíme File->Save As třeba jako soubor WaveformMajorita.vwf.

6. Dále potřebujeme nastavit typ simulace. Z hlavního menu volíme Simulation->Options



V dialogu zadáme Quartus II Simulator určený pro University Program, který pracuje vždy; program ModelSim chce nastavit správně cesty a proměnné operačního systému.

7. Spustime simulaci: Simulation->Run Functional Simulation.

8. Proběhne výpočet a objeví se nové okno s výsledky. To nelze editovat, jen prohlížet. Chcete-li změnit průběhy a provést jinou simulaci, musíte se vrátit k původnímu oknu.



Popis simulace je velmi stručný a slouží pro začátek. Další možnosti simulace najdete v manuálu: <u>ftp://ftp.altera.com/up/pub/Altera_Material/13.0/Tutorials/VHDL/Quartus_II_Simulation.pdf</u>