Modelagem e Implementação em VHDL de Soma e Multiplicação em Ponto Flutuante de 32 bits Segundo o Padrão IEEE-754

Autores: João Pampanini, Cainã Trevisan, Clara Darú,

Jean Diogo, Roberto Hexsel

Depto de Informática, UFPR

Contexto:

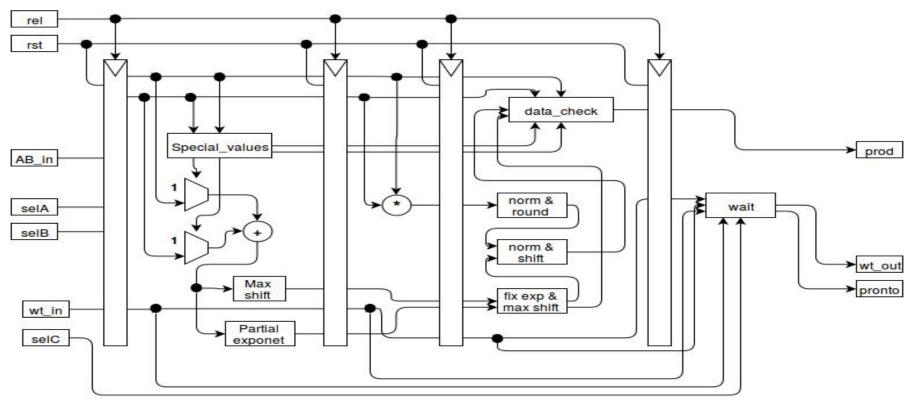
O projeto começou na segundo semestre de 2014 com a ideia de implementar uma unidade de ponto flutuante completa segundo o padrão IEEE-754 a ser embarcado no cMIPS.

ATÉ AGORA:

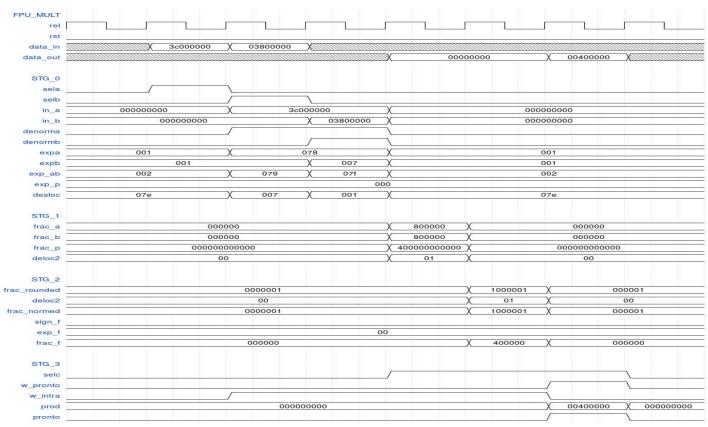
Estão funcionando a soma e multiplicação.

A divisão ainda não foi terminada.

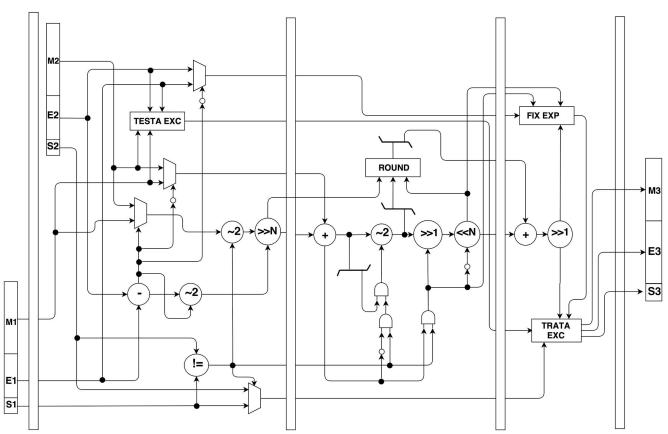
Multiplicador



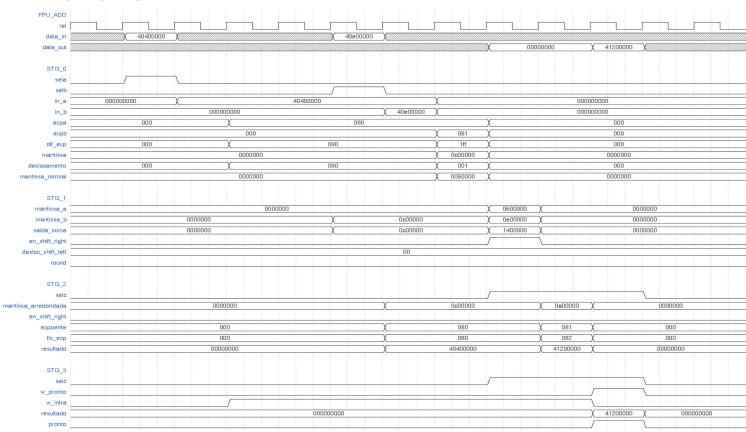
Multiplicador



Somador



Somador



Testes:

Os testes foram realizados em duas etapas:

- Casos de exceção (Testes de caixa branca) Gerados manualmente, tentando cobrir todos os casos de exceção.
- Aleatórios (Testes de caixa preta)

Gerados aleatoriamente pelo processador, com milhares de testes.

Controle FPU:

- Acesso com LW's e SW's

```
sw ra,0(FPU)  # ra => FPU
sw rb,4(FPU)  # rb => FPU+4
lw rc,0(FPU)  # rc <= FPU</pre>
```

- Entrega do resultado

Segura o resultado enquanto o processador não o requisitar.

Avisa o processador que o resultado não está pronto (rdy = '1').

Trabalhos Futuros:

- Reduzir número de estágios

Atualmente as unidades usam 5 estágios: 1 para entrada dos operandos, 1 para a saída do resultado e 3 estágios de execução.

- Implementação da divisão

Falta completar o projeto e a implementação do circuito de divisão.

- Melhorar interface com Programador

Criar uma biblioteca de funções para facilitar a utilização pelo programador.

Disponível em:

GITLAB-C3SL:

https://gitlab.c3sl.ufpr.br/roberto/cmips

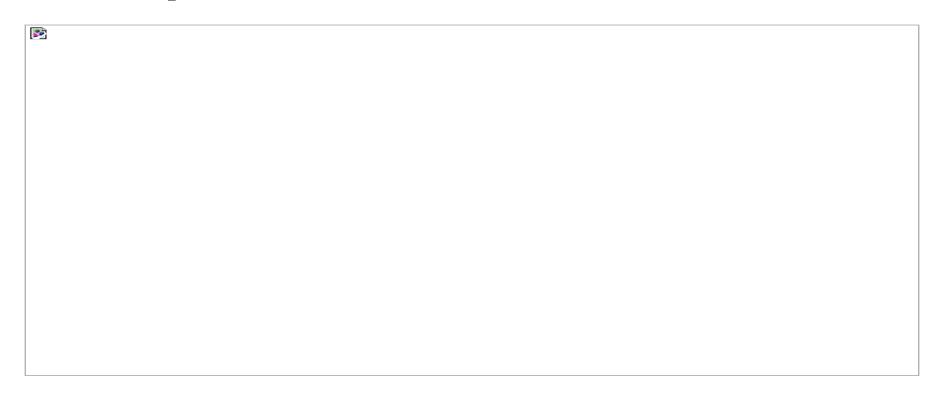
Perguntas?

Contatos:

{jmpf13,cct11,cdhd12,jckd12,roberto}@inf.ufpr.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Multiplicador



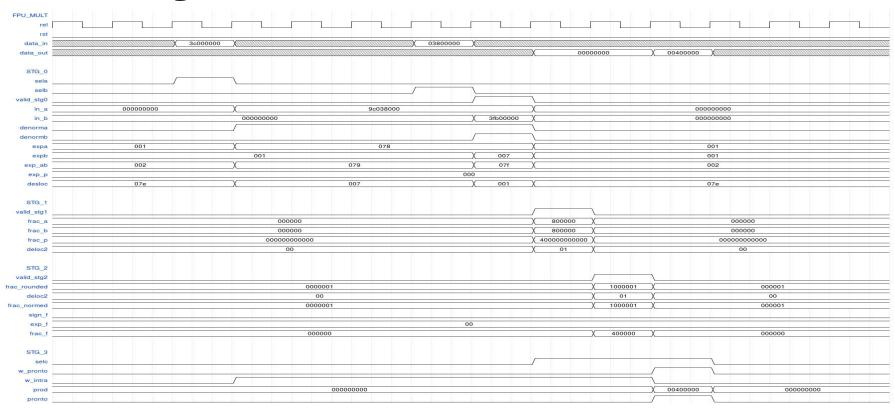
					2100 HS					2200 HS	
										1	
990		00000994	00000998		/0000099C	X000009A0	X000009A4				000009A8
00+ X8C	A60000		C6600CC	00000000		8C6600C8	AFA60010	X8FA60010			
		Vanagagaga	V2222222		Vanaana.	Vaccase	Vaccasia				Vananasas
994		00000998 00000994	0000099C		000009A0	000009A4 000009A0	∑000009A8 ∑000009A4				000009AC 000009A8
0990		00000994	%00000998 %01980330		0000009C 00000000	01980320	000009A4 0E980040				ДОООООЭАВ
0000		00017FDC	(OF000000		00000000	uuu+ 0F000000	00017FB8				
0000		доогиве	,0.000000		,00000000	/4444 /01 000000	00017150				
500C8		8CA60000	AC6600CC		(00000000	/8C6600C8	AFA60010				8FA60010
)(23)(2B),00)(23)2B				23
		5	(3		/о	(3)29				
)o	6					
			7270474								
		6	XO			<u>/6</u>	X ₀				<u>)</u> (6
						<u> </u>	18				
17FD0	X0F000000		X00017FDC	X0F000000		X00000000	X0F000000	X00017FB8			
000000	X000000C8		00000000	X000000CC		00000000	000000C8	X00000010			
17FD0	X0F0000C8		X00017FDC	X0F0000CC		00000000	X0F0000C8	00017FC8			
	Хо		√6	 (o			\/6	Хо			
00	X1111						X0000	(1111			
(XXXXX	0980000F	xxxxxxx		89800000	xxxxxxx		XXXXXXXX	00000000		003C0000	xxxxxxxx
cxxxxx			0980000F	xxxxxxx		89800000	xxxxxxx				
017FEX	00017FD0	0F0000C8		00017FDC	(0F0000CC		0000000X	0F0000C8			00017FC8
	(6	0)6	XO			\\\(6)(0
		X0	<u>/1</u>		0	X1					Xo
xxxxx	00017FE8	0980000F	XXXXXXXX		89800000	XXXXXXXX		X00000000			003C0000
17FCC	00017FE8	00017FD0 00017FD0	/0F0000C8 /0F000000		00017FDC 00017FDC	X0F0000CC X0F000000		\00000000 \00000000			0F0000C8 0F000000
0009C8	000017FE4	X00000990	00000994		00017FDC	X0000099C		00000000 00000000			00000000 000009A4
000000		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,						,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,			
000000											
000000											
(XXXXX	00017FE8	0980000F	OF0000C8		89800000	(0F0000CC		(00000000			003C0000
) <mark>4</mark>	4)6)0				<u> </u>		(6			
	1.0	X2		1,7	3		/(0),2			
_											

2200 ns

2100 ns

13	00 ns				14	00 ns	is					500 ns				1600 ns						
														2 2								
00000958	0000095C		00000960	00000964		00000968	0000096C	(0000)	00970						00000974	00000978	0000097C			00000984	00000988	0000098C
460000 XA	A600C0 8C860000 ACA600C4 00000000			/8CA600C0 /AFA60010 /8FA60010							X8C670000 X10				E60002 X00000000			X24420004 X24840004 X144				
																	01			00		X
0000095C	00000960		00000964	00000968		0000096C	00000970	0000	00974						00000978	0000097C	00000980			00000988	0000098C	(00000990
00000958	0000095C		00000960	00000964		00000968	0000096C	0000	00970						00000974	00000978	00000980		00000984	00000980	00000988	(0000098C)
01180000	02980300		02180000	02980310		00000000	02980300	0E98	80040							X019C0000	03980008			00000000	01080010	02100010
+ 00010+	OF000000	OF000000	(+)(000100E	30 OF00000	00	00000000	+ 0F0000	000	0017FE	D8						000100	00 ասսսսս	uu	407FFFFE	00000000	+ 000101	60 (00010+)
X8C460000	ACA600C0			ACA600C4			X8CA600C0	_	0010							X8C670000						(24840004
X23	X2B:		X23) <u>/</u> 2B		00	<u>//23</u>	<u> </u>							<u>23</u>	V	04			<u>/00</u>	X <u>09</u>	,
<u>//2</u>	<u>/</u> 5)(4	<u>)</u> (5		<u> </u>	<u>)</u> (5	29								ДЗ	7			<u> </u>	<u>/2</u>)(4)
X 6						X 0	<u></u>									<u> </u>	6			<u> </u>)(2) <u>(a</u>)
/(0	V-)/-	V-			\ <u></u>	7/-							V-	76					VG	,
/(0	<u> </u>		∖ 6	<u> </u>			<u> </u>	<u></u> %0							6),7	10				<u> </u>)(4)
28	V2.0						V-	X18										Vo			V-	X18
\ <u>28</u>	18	0F000000		X000100B0	VOEGGGGGG		X1 X00000000	_	00000	V00017	EDO						00010000	<u></u> %0	407FFFFE		X1 V00000000	X00010160 X
Vannansan	00000000				000000C4		00000000											407FFFFE	407FFFE			000000004
	00010160			-	0F0000C4		00000000			_								XXXXXXXX				00010164
A0100000	,00010100	MOLOGOCO		A000100B0	<u> </u>		NOOOOOOO	MOTOG	Jouco	,00017	120						00010000				00000000	,00010104)
\ 5	6	% 0		\\6	\\o			6		% 0						% 6	7	\\o				\(\(2\)
				,-	/-					7						-						
		X1111						X0000	0	X1111									0000			
		3FFFFFFF	xxxxxxxx		3FFFFFFF	xxxxxxxx		xxxx	xxxx	00000	0000		407	FFFFE	xxxxxxx		407FFFFE		xxxxxxxx			
				3FFFFFFF	xxxxxxx		3FFFFFFF	XXXX	xxxx							407FFFFE	xxxxxxx					
0000082X	00000F0X	00010160	(0F0000C0		000100B0	0F0000C4		0000	0000X	0F000	0C0				00017FE8			00010000	0001000X	0000000X		
								1								1						
X9) 5)(6) (0		6	Xo .) 6					X <u>o</u>		6)(7	0			
) (0	<u>/1</u>		0	<u>)</u> 1								\(\mathbb{O}\)	<u>/1</u>		<u>(</u> 0		<u>)</u> 1		
			ЗЕГЕГЕ	xxxxxxx		3FFFFFFF	xxxxxxxx								407FFFFE	xxxxxxx		407FFFFE		xxxxxxx		
00010178	00000000	OF000000	00010160			000100B0				00000					0F0000C0	00017FE8			00010000	XXXXXXXX)
	00000000	_			X0F000000	X000100B0				<u>X</u> 00000						00017FD8				uuuuuuu		407FFFFE
X00000950	00000954	X00000958	0000095C	00000960		00000964	00000968		X00000	0000096C			00000970	00000974		X00000978	0000097C	00000980)		
				V			V			_					V	V						
<u> 00010178</u>	00000000	0F000000	X3FFFFFFF	X0F0000C0		X3FFFFFFF	X0F0000C4			X <u>00000</u>	0000				407FFFFE	X00017FE8		407FFFFE		xxxxxxx		
	Va	Ve	V2	Va		V	Va								V2	V-		Ve	V-	Va		
	X9	<u>)(5</u>	∖6	∖ (0		γp	<u> </u>								√ 6	X0)(6	<i>M</i>	<u>X</u> o		

Execução



Somador

