DAXPY (Double precision- real Alpha X Plus Y)

AC N PTC

- Unidades funcionales (UF):
 - > 1 unidad de carga (instrucción (1)) segmentada en 2 etapas de 1 ciclo cada etapa,
 - > 1 unidad para almacenamiento (inst. (7)) de 0 ciclos,
 - > 2 unidades ALU para enteros (addl, addq, cmpl) de 1 ciclo,
 - > 1 unidad para mulpd de segmentada en 4 etapas de 1 ciclo cada etapa,
 - > 1 unidad para addpd segmentada en 2 etapas de 1 ciclo cada etapa, y
 - > 1 unidad de saltos (jb) de 1 ciclo en la etapa de ejecución.

```
for (i=0; i<N; i++) {
   y[i]=a*x[i]+y[i];
}
```

- > Se captan, decodifican, emiten y se retiran del ROB 4 instrucciones ciclo.
 - > ROB: Entrada registro renombrado operando validez del operando marca(i,x,f)) flush
 - > Se pueden captar junto a una instrucción de salto las instrucciones a ejecutar según la predicción del salto.
- Hay 5 etapas: captación (IF), decodificación+emisión (ID), envío a UF (E), ejecución (EX) y terminación del procesamiento (W). Todas las etapas consumen 1 ciclo de reloj, excepto EX cuyo consumo dependerá de la instrucción.
- > Los valores de los registros están disponibles (válidos) al comienzo del procesamiento.
- Estación de reserva centralizada:
 - > La etapa ID (decodificación+emisión) emite instrucciones a la estación de reserva
 - La etapa E (envío a UF) puede enviar a ejecutar instrucciones que tienen todos sus operandos disponibles. No puede enviar dos instrucciones en el mismo ciclo a la misma unidad funcional.

ROB y ventana de instruccio centralizada. Envío desorden y (i) = a*x[i]+y[i];

... for (i=0; i<N; i++) {

AC 🔊	PTC PTC																												•••	
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load x	IF	ID																									1-	
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load y	IF	ID																									1-	E-r-o-v-m-f
addl	\$1, %edx	;(3) i++	IF	ID																									11	
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4) a*x	IF	ID																									10	
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID																								11	
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID																								11	
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7) a*x+y		IF	ID																								00	
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store y		IF	ID																								00	
cmpl	%edi, %edx	;(9) i <n?< td=""><td></td><td></td><td>IF</td><td>ID</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td></td></n?<>			IF	ID																							10	
jb	.L7	;(10)			IF	ID																							01	
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load x			IF	ID																							0-	
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load y			IF	ID																							0-	
addl	\$1, %edx	;(13) i++				IF	ID																						10	
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14) a*x				IF	ID																						10	
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID																						10	
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID																						10	
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)a*x+y					IF	ID																					00	
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18)storey					IF	ID																					00	
cmpl	%edi, %edx	;(19) i <n?< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td>IF</td><td>ID</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>10</td><td></td></n?<>					IF	ID																					10	
jb	.L7	;(20)						ID																					01	

Situación al finalizar el ciclo 2 (almacenamiento y etapas usadas)

AC (3)	DIC CONTRACTOR																													
AC 🔊																														
instr.	fuente, fuente/de	stino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 1	14	15 ^	16	17 1	8 1	9 2	0 21	1 22	23	24	25	26	ok	ROB	
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID																								1-	1-x10-	-i-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID																								1-	2-x30-	-i-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID																								11	3-dx0-	-i-O
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID																								10	4-x10-	-i-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF																								11		
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF																								11		
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF																								00		
movaps	%xmm1,-16(%rax);(8) store		IF																								00		
cmpl	%edi, %edx	;(9)																										10		
jb	.L7	;(10)																										01		
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load																										0-		
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load																										0-		
addl	\$1, %edx	;(13)																										10		
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)																										10		
addq	\$16, %rax	;(15)																										10		
addq	\$16, %rsi	;(16)																										10		
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)																										00		
movaps	%xmm1,-16(%rax);(18) store																										00		
cmpl	%edi, %edx	;(19)																										10		
jb	.L7	;(20)																										01		

Situación al finalizar el ciclo 3. Se predice saltar con antelación

AC 🔊	PTC T																															
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 1	15	16	17 1	8 1	9 2	02	21 2	22 2	23 2	24 2	25 2	ô ok		RO	В	
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е																Т			T				1-	1-x	1	0- x	-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID																								1-	2-x	3-	-0-i-	-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е																							11	3-d	X	0- x	-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID																							\perp	10	4-x	1-	-0-i-	-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID																							11	5-a	X- ·	-0-i-	-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID																							11	6-9	si	0-i-	0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																							00	7-x	1	-0-i-	-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																							00	8-		-0-i	0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF																							10				
jb	.L7	;(10)			IF																							01				
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF																							0-				
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF																							0-				
addl	\$1, %edx	;(13)																										10				
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)																										10				
addq	\$16, %rax	;(15)																										10				
addq	\$16, %rsi	;(16)																										10				
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)																										00				
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(18) store																										00				
cmpl	%edi, %edx	;(19)																										10				
jb	.L7	;(20)																										01				

Situación al finalizar el ciclo 4 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	ATC.																												
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 1	5	16 1	7	18	19	20	21	22	23	24	25 2	ô ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	ΞX																					1-	1-x10-x-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е																						1-	2-x30-x-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	EX																						11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID													╛											10	4-x10-i-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е																						11	5-ax0- x -0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е																						11	6-si0- x -0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																							00	7-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																							00	80-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID																						11	9-dx0-i-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID																						01	100-i-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID																						0-	11-x10-i-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID																						0-	12-x30-i-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF																						10	
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF																						10	
addq	\$16, %rax	;(15)				IF																						10	
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF																						10	
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)																										00	
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store																										00	
cmpl	%edi, %edx	;(19)																										10	
jb	.L7	;(20)												• /														01	

Situación al finalizar el ciclo 5 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	ATC TO THE PROPERTY OF THE PRO																												
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 1	15	16	17	18	19 2	20 2	21 2	22 2	23 2	24 25	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Ε	ΕX	EX																					1-	1-x1- <mark>v-1-f</mark> -0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		E	EX	EX																				1-	2-x30-x-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Ε	ΕX																						11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	l ;(4)	IF	ID																								11	4-x10-i-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	EX																					11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	E	EX																					11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																							00	7-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax);(8) store		IF	ID																							01	80-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е																					11	9-dx0- x -0
jb	.L7	;(10)			IF	ID																						01	100-i-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID																						1-	11-x10-i-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID																						1-	12-x30-i-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID																					10	13-dx0-i-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID																					10	14-x10-i-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID																					11	15-ax0-i-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID																					11	16-si0-i-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF																					00	
movaps	%xmm1,-16(%rax);(18) store					IF																					00	
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF																					10	
jb	.L7	;(20)					IF																					01	

Situación al finalizar el ciclo 6 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PITC																													
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 1	13 1	4 1	5 1	6 1	7 1	8 19	9 20) 21	22	23	24	25	26	ok	ROB	_
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W									Т		T									1-	1-x1-v-1-f-(C
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		E	EX	EX																				1-	2-x3-v-1-f-(Э
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	EX																						11	3-dx-v-1-f-(C
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е																				11	4-x10- <mark>x</mark> -0	<u>)</u>
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX																					11	5-ax-v-1-f-0	C
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	E	ΕX																					11	6-si-v-1-f-0)
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																							1 0	7-x10-i-0)
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																							01	80-i-0)
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Ε	ΕX																				11	9-dx- <mark>v-1-f</mark> -0	C
jb	.L7	;(10)			IF	ID																						1 1	100-i-0)
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е																				1-	11-x10- <mark>x</mark> -0	S
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID											T											1-	12-x30-i-(0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID																					11	13-dx0-i-C)
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID																					10	14-x10-i-(0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е																				11	15-ax0- <mark>x</mark> -0	O
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Е																				11	16-si0- x -0	C
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																				00	17-x10-i-(O
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store					IF	ID																				00	180-i-C)
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID																				11	19-dx0-i-0	O
jb 57	.L7	;(20)					$\overline{}$	ID																				01	200-i-0)

Situación al finalizar el ciclo 7 (almacenamiento y etapas usadas)

AC D	TC C																												
instr.	fuente, fuente/de	stino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 1	4 1:	5 16	3 17	18	19	20	21	22 2	23 2	4 2	5 2	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W									Τ									T		1-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	ΕX	ΞΧ	W																			1-	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																			11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				E	EX	EX	ΕX	ΕX																11	4-x10-x-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX																					11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	ΕX																					11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																							10	7-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax);(8) store		IF	ID																							01	80-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	ΞΧ																				11	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			Ε																			11	100- x -0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	ΕX	EX																		1-	11-x10-x-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε								Τ									T		1-	12-x30- <mark>x</mark> -0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε																			11	13-dx0- <mark>x</mark> -0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID																					10	14-x10-i-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	ΕX																			11	15-ax- <mark>v-1-f</mark> -0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Е	ΕX																			11	16-si- <mark>v-1-f</mark> -0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																				00	17-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax);(18) store					IF	ID																				01	180-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Ε																			11	19-dx0- <mark>x</mark> -0
jb 58	.L7 Tema 4 Arquited	;(20)					IF	_							<u> </u>													01	20O-i-O

Situación al finalizar el ciclo 8. Predicción errónea

AC 🔊	PTC PTC																														
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 °	16	17 1	8 1	9/2	20 2	21	22 2	23 2	24 25	5 26	ok		ROB	3
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W																				1-	1-x1	-\/- ′	1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	ΕX	ΕX	W																			1-	2-x3	-\/-	1-f-O
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																			11	3-dx	-\/-	1-f-O
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е	EX	ΕX	EX	ΕX																11	4-x1	C)-x-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX																					11	5-ax	-V-1	1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	ΕX																					11	6-si	-v-1	l-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																							10	7-x1	(0-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																							01	8-	C)-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	ΕX																				11	9-dx	-V-1	1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			Ε	ΕX																		11	10-	-v-1	1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	ΕX	ΕX																		1-	11-x1	- V -	1-f-1
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	EX																	1-	12-x3	3()-x- <mark>1</mark>
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX																		11	13-dx	(- <mark>V</mark> -	1-f-1
mulpd	%xmm2, %xmm ²	1 ;(14)				IF	ID																					11	14-x	1(0-i- <mark>1</mark>
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Ε	EX																			11	15-ax	(-V-	1-f- <mark>1</mark>
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Ε	ΕX																			11	16-si	-V-´	1-f- <mark>1</mark>
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																				00	17-x	1(0-i-1
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store					IF	ID																				01	18-	()-i-1
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Ε	EX																		11	19-dx	(- <mark>V</mark> -	1-f-1
jb 59	.L7	;(20)					IF																					1 1	20-	0)-i-1

Situación al finalizar el ciclo 8. Predicción correcta

AC 🔊	PTC																											
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 1	13 1	4 1	5 16	3 17	18	19	20	21	22	23	24 2	5 26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W																			1-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	ΕX	ΕX	W																		1-	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																		11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е	EX	EX	EX	ΕX															11	4-x10-x-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX																				11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	ΕX																				11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																						10	7-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																						01	80-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	ΕX																			11	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			E	EX																	11	10v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	EX	EX																	1-	11-x1- <mark>v-1-f-0</mark>
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	ΕX																1-	12-x30-x- <mark>0</mark>
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX							Γ										11	13-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	1 ;(14)				IF	ID																				11	14-x10-i- <mark>0</mark>
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	ΕX																		11	15-ax-v-1-f- <mark>0</mark>
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Е	ΕX																		11	16-si-v-1-f- <mark>0</mark>
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																			00	17-x10-i- <mark>0</mark>
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store					IF	ID																			01	180-i- <mark>0</mark>
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Ε	EX																	11	19-dx-v-1-f-0
jb 60	.L7 Tema 4 Arquite	;(20)					IF	_																			1 1	20 0-i- <mark>0</mark>

Situación al finalizar el ciclo 9 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PITC																										
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 1	12 13	3 14	15	16 1	7 18	3 19	20	21	22 2	23 2	24 25	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	E	EX	EX	W																		1-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Ε	EX	EX	W																	1-	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	E	EX			W																	11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е	EX	ΕX	ΕX	EX														11	4-x10-x-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	EX																			11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Ε	EX																			11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID																					10	7-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	<);(8) store		IF	ID																					01	80-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX																		11	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			Ε	ΕX																11	10v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	EX	ΕX																1-	11-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	ΕX															1-	12-x3- <mark>v-1-f</mark> -0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX																11	13-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Е															11	14-x10- x -0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Ε	EX																	11	15-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Ε	ΕX																	11	16-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																		1 0	17-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	κ);(18) store					IF	ID																		01	180-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Е	ΕX																11	19-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(20)					IF	ID			Е															11	20 0- x -0
61	Tema 4. Arquite	ecturas con	pa	iral	eli	sm	o a	ni	vel	de	in	stru	ıcci	ón	(ILP												

Situación al finalizar el ciclo 10 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PITC																										
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 1	12 13	3 14	15	16 1	7 18	8 19	20	21	22 2	23 2	24 25	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	EX	EX	W																		1-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	ΙF	ID		Ε	EX	EX	W																	1-	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	EX			W																	11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Ε	ΕX	ΕX	EX	ΕX														11	4-x1- <mark>v-1-f</mark> -0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	EX																			11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Ε	EX																			11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm ²	1 ;(7)		IF	ID																					11	7-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																					01	80-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX																		11	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			E	EX																11	10v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Ε	EX	EX																1-	11-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	EX	ΕX															1-	12-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Е	EX																11	13-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Е	ΕX	EXE	EXE)	X											11	14-x10-x-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Ε	EX																	11	15-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Ε	ΕX																	11	16-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																		10	17-x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store					IF	ID																		01	180-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Ε	EX																11	19-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(20)					IF	ID			Е	ΕX														11	20v-1-f-0
62	Tema 4. Arquite	ecturas con	pa	ıral	eli	sm	o a	ni	vel	de	in	strı	ucci	ón	(ILP)												

Situación al finalizar el ciclo 11 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PTC																													
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 1	3 14	15	16	17	18	19 2	02	1 22	2 23	3 24	25	26	ok		ROB	
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	E	EX	EX	W																			1-	1-x	1-v-1-f-(0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	EX	EX	W																		1-	2-x	3-v-1-f-(0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	EX			W																		11	3-d	x-v-1-f-(0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				E	EX	EX	EX	ΕX	W														11	4-x	1-v-1-f-(0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	E	EX						W														11	5-a	x-v-1-f-(0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	E	EX						W														11	6-s	si-v-1-f-C	J
addpd	%xmm3, %xmm	1 ;(7)		IF	ID								Е	EXE	X												11	7-x	10- x -(0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(8) store		IF	ID																						01	8-	0-i-0)
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX																			11	9-d	x-v-1-f-(0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			E	ΕX																	11	10-	-v-1-f-(0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	EX	EX																	1-	11-x	(1-v-1-f-	.0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Е	ΕX	ΕX																1-	12-x	(3-v-1-f-	-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Е	ΕX																	11	13-c	dx-v-1-f-	-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Ε	ΕX	EX	EXE	X												11	14-x	(10-x-	-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	EX																		11	15-a	ax-v-1-f-	-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Ε	EX																		11	16-9	si-v-1-f-(0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID																			10	17-x	x10-i-(0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store					IF	ID																			01	18-	0-i-(0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Е	EX																	11	19-d	dx-v-1-f-	0
jb	.L7	;(20)					IF	ID			Е	ΕX															11	20-	-v-1-f-(0
63	Tema 4. Arquite	ecturas con	ра	iral	eli	sm	o a	ni	vel	de	in	strı	ucc	ción	(ILP)														

Situación al finalizar el ciclo 13 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	ALC N																												
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 1	3 14	4 15	16	17	18	19 2	20 2	21 2	22 2	23	24 2	5 26	ok		ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	E	EX	EX	W																			1-	1-x	1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	EX	EX	W																		1-	2-x	3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	EX			W																		11	3-d	x-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				E	EX	ΕX	ΕX	ΕX	W														11	4-x	1- v-1-f-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	EX						W														11	5-a	x-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	E	ΕX						W														11	6-8	si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID								Е	EXE	X												11	7-x	1-v-1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%ra	x);(8) store		IF	ID																						1 1	8-	0-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX																			11	9-d	x-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			E	ΕX																	11	10-	-v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	EX	ΕX																	1-	11-x	(1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Е	ΕX	ΕX																1-	12-x	(3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Е	ΕX																	11	13-c	dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Е	ΕX	ΕX	EXE	X												11	14-x	(1- <mark>v-1-f</mark> -0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	EX																		11	15-a	ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Е	ΕX																		11	16-9	si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm	1 ;(17)					IF	ID																			11	17->	x10-i-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	x);(18) store					IF	ID																			01	18-	0-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Е	ΕX																	11	19-c	dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(20)					IF	ID			Ε	ΕX															11	20-	-v-1-f-0
64	Tema 4. Arquite	ecturas con	ра	ıral	eli	sm	o a	ni	vel	de	in	strı	ucc	ción	(ILI	2)													

Situación al finalizar el ciclo 14 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PITC																	Ī										
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 1	14 1	5 1	6 1	7 18	19	20	21	22 2	23 2	24 25	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	E	EX	EX	W																			1-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		E	EX	EX	W																		1-	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	EX			W																		11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				E	EX	ΈX	EX	EX	W														11	4-x1- v-1-f-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	EX						W														11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	E	EX						W														11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID								E	EXE	EXI	N											11	7-x1-v-1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	κ);(8) store		IF	ID											E											11	8v-1-f-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX																			11	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			Ε	EX																	11	10v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	EX	ΈX																	1-	11-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Е	EX	EX																1-	12-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX																	11	13-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Е	EX	EX	EXE	ΞX												11	14-x1- <mark>v-1-f</mark> -0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	EX																		11	15-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Ε	EX																		11	16-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID								EE	XΕ	X									11	17-x10- x -0
movaps	%xmm1,-16(%rax	k);(18) store					IF	ID																			01	180-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Е	EX																	11	19-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(20)						ID			_	EX	_														11	20v-1-f-0
65	Tema 4. Arquite	ecturas con	pa	aral	leli	sm	o a	ni	vel	de	: in	str	uco	ción	(IL	.P)												

Situación al finalizar el ciclo 15 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PATC																											
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12 1	3 1	4 1	5 16	17	18	19	20/2	21 2	22 2	3 2	4 25	26	ok	ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W						П													1-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	ΕX	ΕX	W																		1-	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																		11	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е	EX	ΕX	ΕX	ΕX	W														11	4-x1- v-1-f-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX						W														11	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	ΕX						W														11	6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID								Е	EXE	XV	٧											11	7-x1-v-1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(8) store		IF	ID										E	<u> </u>	/										11	8v-1-f-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	ΕX								V	/										11	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			Ε	ΕX						٧	/										11	10v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	ΕX	EX						V	/										1-	11-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	ΕX																1-	12-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX																	11	13-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Е	ΕX	ΕX	EXE	X	Τ	Τ			\exists	T		Т	Τ			11	14-x1-v-1-f-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Ε	EX																		11	15-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Ε	ΕX					Т	Т	Т	Τ	П	П	П	T	T	Т	Τ			11	16-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID							E	ΕΕ	XEX										11	17-x10-x-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(18) store					IF	ID																			01	180-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Е	ΕX																	11	19-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(20)					IF	ID			Е	ΕX															11	20v-1-f-0
66	Tema 4. Arquite	ecturas con	pa	ral	elis	m	o a	ni	vel	de	in	str	ucc	ción	(IL	P)												

Situación al finalizar el ciclo 16 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	PATC																												
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15 1	6 1	7 18	3 19	20	21	22	23	24 25	26	ok	ROE	3
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W																			1-	1-x1-v-	1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	ΕX	ΕX	W																		1-	2-x3-v-	1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																		11	3-dx-v-	1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				E	EX	ΕX	ΕX	EX	W														11	4-x1- v-	1-f-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX						W														11	5-ax-v-	1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	ΕX						W														11	6-si-v-	1-f-O
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID								Ε	EX	ΞX	W											11	7-x1-v-	1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(8) store		IF	ID											Εľ	W										11	8V-	1-f-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	ΕX									W										11	9-dx-v-	1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			Ε	ΕX						'	W										11	10v-	1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	EX	ΕX							W										1-	11-x1-v-	1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	ΕX						١	N									1-	12-x3-v-	1-f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX							V	N									11	13-dx-v-	1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Ε	EX	ΕX	ΕXI	ΞX	Т	١	N	Τ	Г						Г	11	14-x1-v-	1-f-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	EX								V	N									11	15-ax-v-	1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Е	EX							Т	T	Т	Т	Г			П		Т	Г	11	16-si-v-	1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID								E	ΞXE	X									11	17-x1- <mark>v</mark> -	1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(18) store					IF	ID																			11	18	0-i-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Ε	ΕX																	11	19-dx-v-	1-f-0
jb	.L7	;(20)					IF	ID			Ε	EX															11	20v-	1-f-0
67	Tema 4. Arquite	ecturas con	pa	iral	elis	smo	o a	ni	vel	de	in	str	uc	ciór	ı (İl	LP)													

Situación al finalizar el ciclo 17 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	ATC																												
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 1	4 1	5 1	6 17	<mark>7</mark> 18	19	20	21	22	23	24 2	25 26	ok		ROB
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Ε	ΕX	ΕX	W																			1-	-	1-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	ΕX	EX	W																		1-	4	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																		11	3	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е	EX	ΕX	ΕX	EX	W														11	4	1-x1- v-1-f-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	ΕX						W														11	L	5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	ΕX						W														11		6-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID								Е	EXE	EXV	N											11	-	7-x1-v-1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(8) store		IF	ID											E V	۷										11		8v-1-f-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX								۷	۷										11	()	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			E	ΕX						۷	۷										11	,	10v-1-f-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	ΕX	ΕX						V	۷										1-	1	11-x1-v-1-f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	ΕX						٧	٧									1-	1	2-x3-v-1-f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX							٧	٧									11	1	3-dx-v-1-f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Е	ΕX	ΕX	EXE	X		٧	٧	Г						П		11	1	4-x1-v-1-f-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Ε	EX								V	٧											5-ax-v-1-f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF											Τ	W	/				П		П		11		16-si-v-1-f-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID							E	EE	XΕ	XW									11	1	7-x1-v-1-f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax	();(18) store					IF	ID										E									11	1	18 <mark>v-1-f</mark> -0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Е	ΕX																	11	1	9-dx-v-1-f-0
jb	.L7	;(20)					ΙF	ID			Е	ΕX															11	2	20v-1-f-0
68	Tema 4. Arquite	ecturas con	pa	iral	elis	smo	o a	ni	vel	de	in	str	ucc	ción	(IL	P)													

Situación al finalizar el ciclo 18 (almacenamiento y etapas usadas)

AC 🔊	न र C																													
instr.	fuente, fuente/de	estino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16 1	7 18	3 19	20	21	22	23	24 2	5 26	ok		ROB	
movapd	(%rsi), %xmm1	;(1) load	IF	ID	Е	ΕX	EX	W																			1-	1.	-x1-v-1-f	-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(2) load	IF	ID		Е	EX	EX	W																		1-	2	-x3-v-1-f	-0
addl	\$1, %edx	;(3)	IF	ID	Е	ΕX			W																		11	3.	-dx-v-1-f	-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(4)	IF	ID				Е	EX	ΕX	ΕX	EX	W														11	4-	-x1- v-1-f	f-0
addq	\$16, %rax	;(5)		IF	ID	Е	EX						W														11	5	-ax-v-1-f	-0
addq	\$16, %rsi	;(6)		IF	ID	Е	EX						W														11	6	S-si-v-1-f-	-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(7)		IF	ID								Ε	EX	ΕX	W											11	7	-x1-v-1-f	-0
movaps	%xmm1,-16(%rax);(8) store		IF	ID											E	W										11	8	v-1-f-	-0
cmpl	%edi, %edx	;(9)			IF	ID	Е	EX									W										11	9.	-dx-v-1-f	-0
jb	.L7	;(10)			IF	ID			E	ΕX							W										11	10	0v-1-f	-0
movapd	(%rsi), %xmm1	;(11) load			IF	ID		Е	ΕX	EX						,	w										1-	11	-x1-v-1-f	f-0
movapd	(%rax), %xmm3	;(12) load			IF	ID			Ε	ΕX	ΕX							W									1-	12	2-x3-v-1-1	f-0
addl	\$1, %edx	;(13)				IF	ID		Ε	ΕX								W									11	13	3-dx-v-1-1	f-0
mulpd	%xmm2, %xmm1	;(14)				IF	ID				Ε	EX	ΕX	EX	ΕX			W									11	14	-x1-v-1-1	f-0
addq	\$16, %rax	;(15)				IF	ID	Е	ΕX									W									11	15	-ax-v-1-f	f-0
addq	\$16, %rsi	;(16)				IF	ID	Е	ΕX									٧	٧								11	16	ô-si-v-1-f	-0
addpd	%xmm3, %xmm1	;(17)					IF	ID								E	ΞΧ	ΞXV	/								11	17	'-x1-v-1-f	f-0
movaps	%xmm1,-16(%rax);(18) store					IF	ID										E	Ξ V	/							11	18	3v-1-f	-0
cmpl	%edi, %edx	;(19)					IF	ID	Ε	ΕX									V	/							11	19)-dx-v-1-1	f-0
jb 69	.L7 Tema 4. Arquite	;(20)						ID				ΕX							٧	/							11	20	0v-1-f	-0

T_{CPU}, CPI

$$T_{CPU} = NI \times CPI \times T_{ciclo} = 18 \times T_{ciclo}$$

$$CPI = \frac{ciclos}{instrucciones} = \frac{18}{20} = 0.9$$

$$T_{CPU}(n \ instr.) = 18 \times T_{ciclo} = T_{LatenciaPrimeraInstr} + T_{RestoInstr}$$

= $6 \times T_{ciclo} + (20 - 1) \times CPI \times T_{ciclo}$

$$CPI = \frac{ciclos}{instrucciones} = \frac{18 - 6}{20 - 1} \approx 0.63$$