

Nome:

GABANITO

Matrícula: /

Prova 2

1) (6.0) Na implementação MIPS uniciclo simplificada desenvolvida durante o curso várias instruções bastante úteis estão ausentes. Mantendo a compatibilidade do código em linguagem de máquina à ISA MIPS para cada instrução abaixo:

- 1.1) modifique adequadamente o caminho de dados no verso desta folha;
- 1.2) modifique adequadamente a unidade de controle.

a)(1,0) mul \$rs,\$rt	# {Hi,Lo}=R[rs]*R[rt]
b)(1,0) mflo \$rd	# R[rd]=Lo
c)(2,0) blez \$rs, LABEL	# se R[rs]<=0 então vai para LABEL : considere opcode=0x14 e rt=0
d)(2,0) push \$rs	# Atualiza o topo (\$sp) e coloca o valor R[rs] na pilha considere opcode=0x00 funtc=0x1c rt=0x00 e rd=0x00

2) (5.0) Considerando apenas os seguintes tempos de atraso do bloco operativo de uma CPU MIPS:

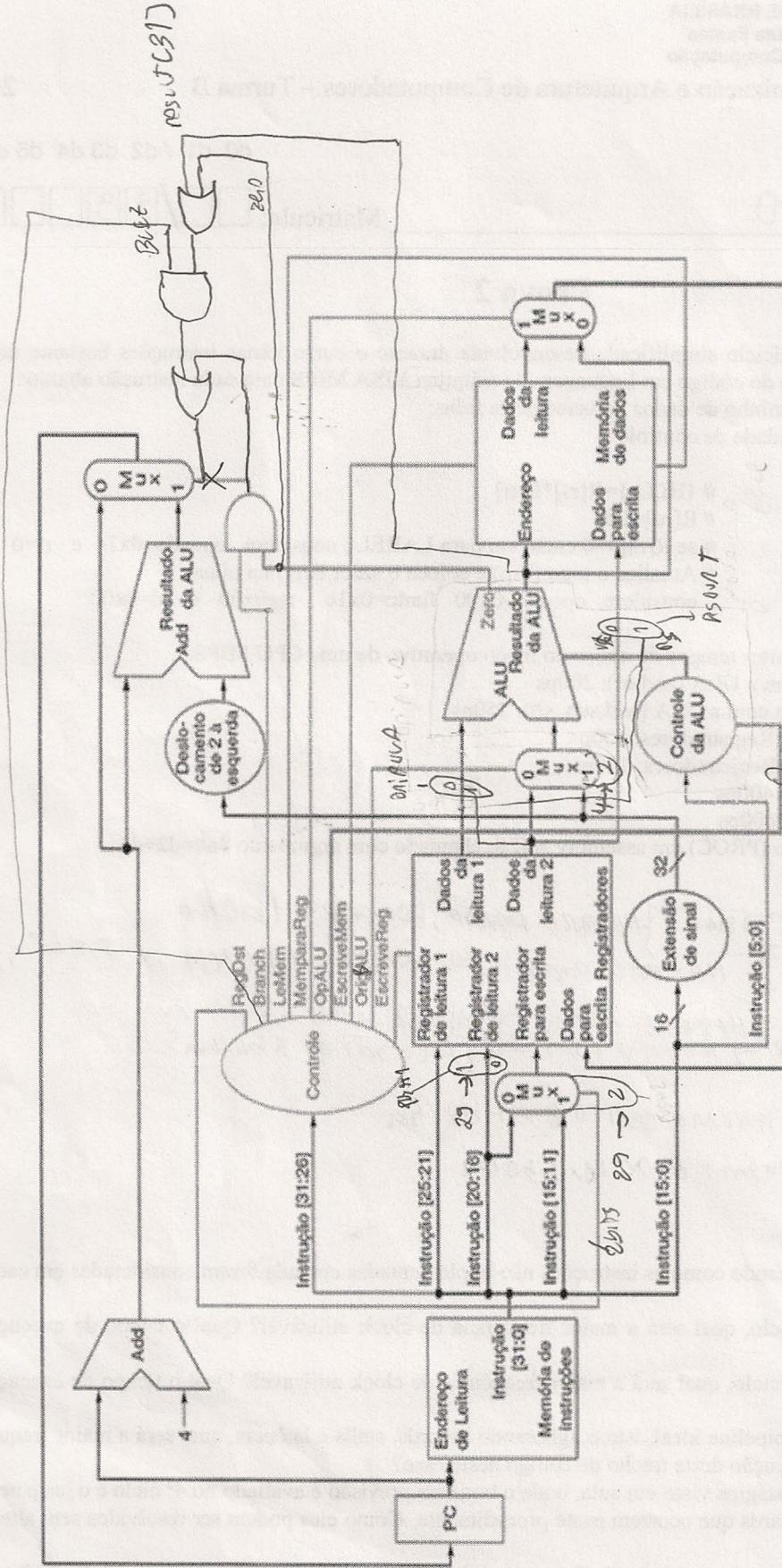
Operação Lógica com a ULA (and,or): 200ps
Operação Aritmética com a ULA (add,sub, slt): 250ps
Leitura do Banco de Registradores: 100ps
Escrita no Banco de Registradores: 150ps
Leitura da memória: 400ps
Escrita na memória: 600ps

Com relação ao seguinte procedimento (PROC) em assembly MIPS, chamado com argumento **\$a0=d2+d3**:

```
1  PROC: add,$t0,$zero,$zero
2      lw $t4,100($fp)    # $t4 = 1 → HAZARD DADOS, FORWARD + 150/4a
3      sub,$t1,$a0,$t4
4  LOOP: beq,$t1,$t4, OUT { HAZARD DADOS, FORWARD + HAZARD CONTROL, Prev, 301 } , 360/4as
5  NEW! { div,$a0,$t1
6      mfhi,$t2            } HAZARD DADOS, FORWARD + 150/4a
7      bne,$t2,$zero, OUT2 } HAZARD CONTROL, Prev. Sā ou 3 bolhas
8      add,$t0,$t0,$t4
9  OUT2: sub,$t1,$t1,$t4 → HAZARD CONTROL, 150/4a
10     j LOOP
11  OUT: or,$v0,$t0,$zero → HAZARD CONTROL, 150/4a
12     jr,$ra
13     add,$t0,$t0,$t4
14     add,$t2,$t1,$t3
```

Responda as questões abaixo especificando como as instruções não implementadas em aula foram consideradas em cada caso:

- a)(0,5) Para uma implementação uniciclo, qual será a maior frequência de clock utilizável? Qual o tempo de execução deste trecho de código neste caso?
- b)(0,5) Para uma implementação multiciclo, qual será a maior frequência de clock utilizável? Qual o tempo de execução deste trecho de código neste caso?
- c)(0,5) Para uma implementação com pipeline ideal, isto é, ignorando hazards, stalls e latência, qual será a maior frequência de clock utilizável? Qual o tempo de execução deste trecho de código neste caso?
- d)(1,0) Considerando o pipeline de 5 estágios visto em aula, onde o beq sem previsão é avaliado no 4º ciclo e o jump necessita 2 ciclos. Identifique e classifique os hazards que ocorrem neste procedimento. Como eles podem ser resolvidos sem alteração no programa? (Resposta nesta folha!)
- e)(1,0) Qual o tempo de execução, se todos os hazards forem tratados apenas com inserção de bolhas? Considere que os registradores só podem ser lidos após sua escrita ser completada no banco de registradores.
- f)(1,5) Qual o tempo de execução, se os hazards forem tratados eficientemente com forwarding e/ou bolhas? Defina o tipo de previsão mais adequado ao beq e ao bne neste programa. Considere que os registradores a serem escritos podem ser lidos no mesmo ciclo que serão escritos e os branches avaliados no 2º ciclo.



3113
sdp 0/ALU

1

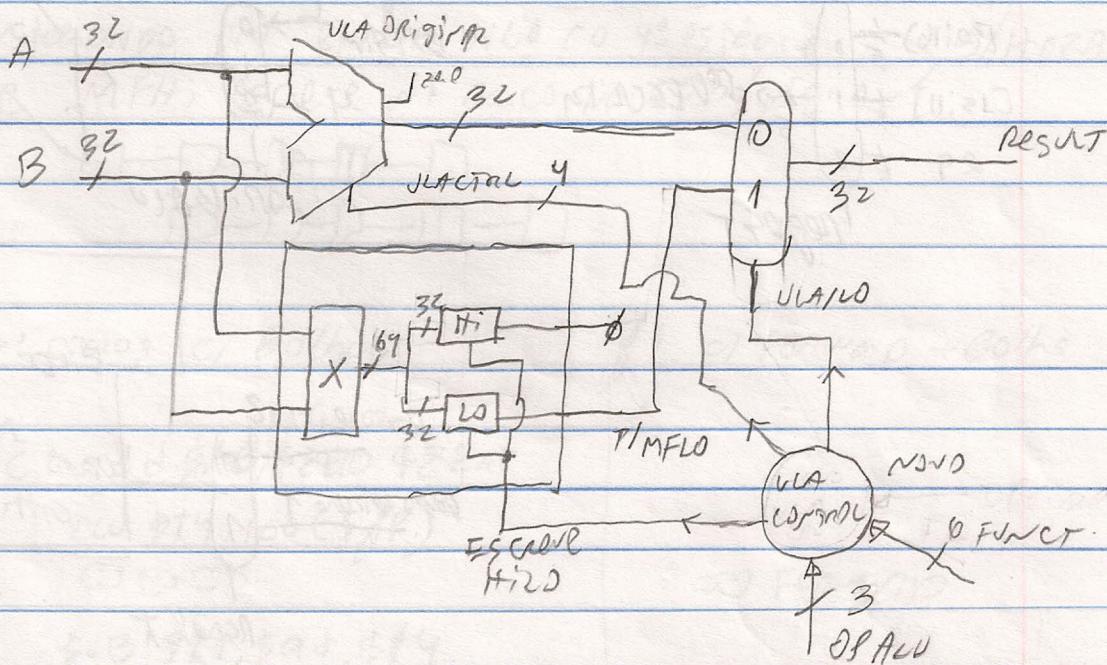
OAC - TURMA B
2^º PROVA

2008/1

GABAR, >0

101)

1) a/b) Dada a unidade de multiplicação e reg. Sinais, o que é incorreto à ULA:



DPAU:	AUCTAL	ESCAHIZO	ULAGU
+ 000 → +	0	0	
- 0,01 → -	0	0	
FURC 0,10 → FURC	0	0	
MULT 011 → X ^{Tanto} _{Fat}	1	0	
MFCO 100 → X ^{Tanto} _{Fat}	0	1	

c) bles \$vs. case ▷ como big

Fazer \$115 - \$200 e avançar o resultado \$100

OR 0 GIT + SIGNIFICATIVO DE RESULTADO

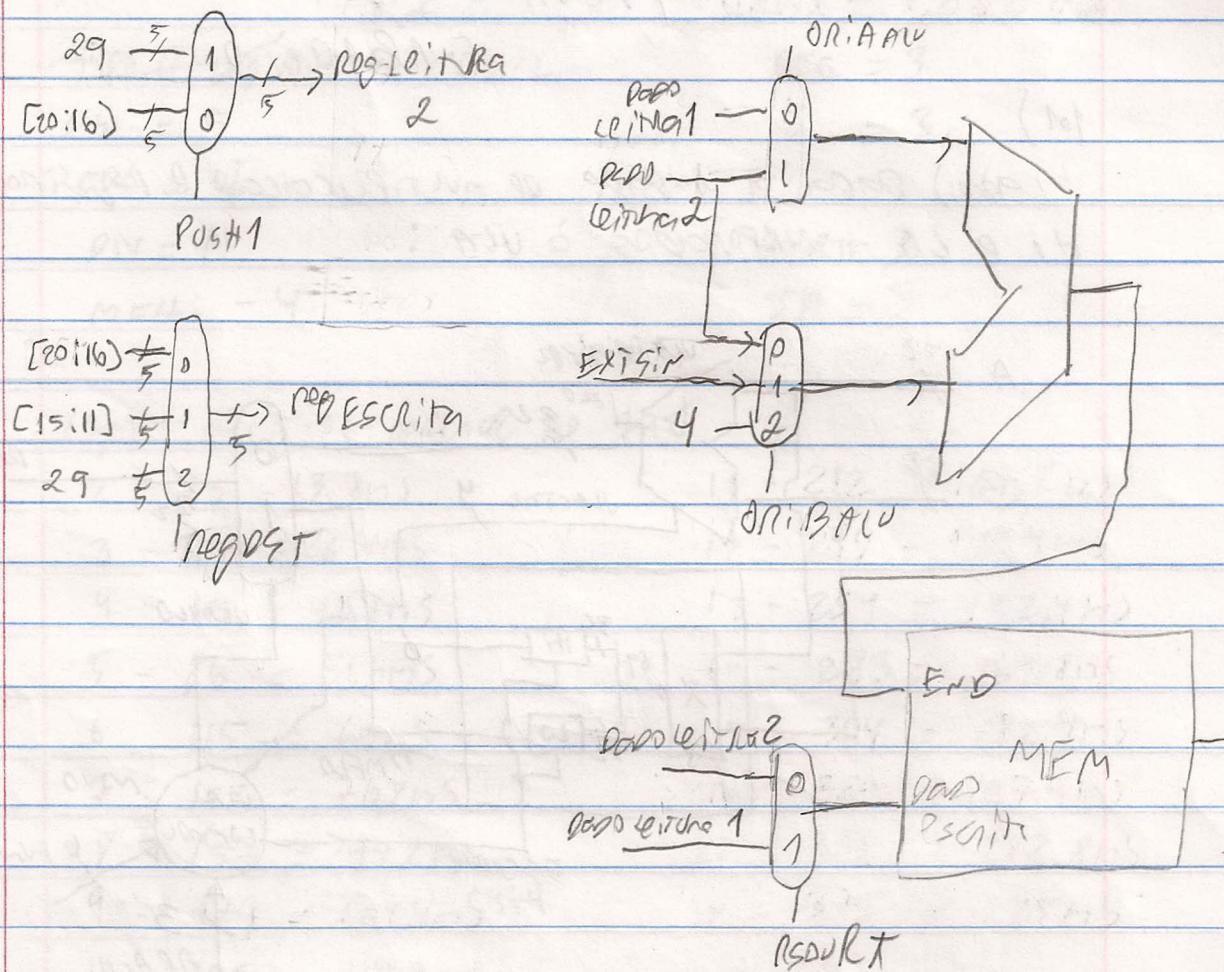
d) push \$rs : → esp \$sp

→ calculate \$5P-4

→ AMMENAR 9SP-4 - 15P

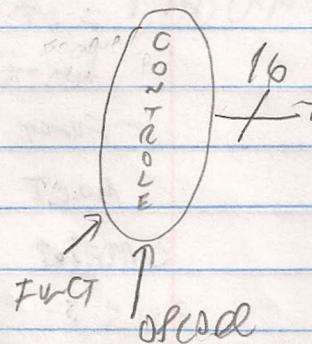
→ RNA zerne \$rs → memória (EF-4)

Arranjo de multiplexores



1.2) Controle

instrução	REQUEST	DIA[4]	DIA[4]	REMAP[5]	ESCRITORES	LLEN	ESCRITORES	BRANCH	OPAL[2]	PLH[1]	PSO[2]	PSO[2]	RESULT	MEM	PSO[1]	END
Tipo-R	01	0	00	0	1	0	0	0	010	0	X	0				
LW	00	0	01	1	1	1	0	0	000	0	X	0				
SW	XX	0	01	X	0	0	1	0	000	0	0	0				
BEQ	XX	0	00	X	0	0	0	1	001	0	X	0			FUNCT	
MUL	XX	0	00	X	0	0	0	0	011	0	X	0				
MFLD	00	X	XX	0	1	0	0	0	100	X	X	0				
BLEZ	XX	0	00	X	0	0	0	0	001	0	X	1				
PUSH	10	1	10	0	1	0	1	0	001	1	1	0				



2)

a) UNICICLO \rightarrow INSTRUÇÃO + LEITA

$$\text{TIPO-R: } t = 400 + 100 + 200 + 150 = 850$$

Lógica

$$\text{TIPO-R: } t = 400 + 100 + 250 + 150 = 900$$

Aritmética

$$\text{lw: } t = 400 + 100 + 250 + 400 + 150 = 1300$$

$$sw: t = 400 + 100 + 250 + 600 = 1350 \quad \cancel{\text{+}} \text{ tempo,}$$

$$BEQ: t = 400 + 100 + 250 = 750$$

$$J: t = 400 = 400$$

$$DIV: t = \text{TIPO-R Aritmética} = 900$$

$$MUL: t = \text{TIPO-R Lógica} = 850$$

$$BNE: t = BEQ = 750,$$

$$GR: t = 400 + 100 = 500$$

$$\text{Logo: } T = 1350 \text{ ps} \rightarrow f_{\max} = 740,74 \text{ MHz} //$$

Nº INSTRUÇÕES DE PLEIAO \rightarrow $t_{inst} = 12 + 0,3$

$$2 - 6 = 8,1 \text{ ns} \quad 10 - 56 = 75,6 \text{ ns}$$

$$3 - 12 = 10,2 \text{ ns} \quad 11 - 60 = 81,0 \text{ ns}$$

$$4 - 19 = 25,65 \text{ ns} \quad 12 - 70 = 97,5 \text{ ns}$$

$$5 - 24 = 32,4 \text{ ns} \quad 13 - 72 = 93,2 \text{ ns}$$

$$6 - 32 = 43,2 \text{ ns} \quad 14 - 80 = 108,0 \text{ ns}$$

$$7 - 36 = 48,6 \text{ ns} \quad 15 - 86 = 116,1 \text{ ns}$$

$$8 - 44 = 59,9 \text{ ns} \quad 16 - 93 = 125,55 \text{ ns}$$

$$9 - 49 = 66,15 \text{ ns} \quad 17 - 96 = 129,6 \text{ ns}$$

$$18 - 106 = 143,1 \text{ ns}$$

$$\text{Logo: } t_{inst} = 1350 \text{ ps} \times N^{\circ} \text{ inst}$$

b) multiciclo \rightarrow ETapa + Lata: Escala menor a 600 ps
CPI = $\rightarrow f_{MAX} = 1,66 \text{ GHz}$

Tipo-R Log. Anit = 4 Ciclos

BEG = 3

LW = 5

J = 3

GW = 4

BNE = 3

MFH = 4

JN = 3

Logo: n° ciclos operación de syst.

$$2 - 23 = 13,8 \text{ ns}$$

$$11 - 212 = 127,2 \text{ ns}$$

$$3 - 44 = 26,4 \text{ ns}$$

$$12 - 249 = 149,4 \text{ ns}$$

$$4 - 69 = 41,4 \text{ ns}$$

$$13 - 254 = 152,4 \text{ ns}$$

$$5 - 86 = 51,6 \text{ ns}$$

$$14 - 283 = 169,8 \text{ ns}$$

$$6 - 115 = 69 \text{ ns}$$

$$15 - 304 = 182,4 \text{ ns}$$

$$7 - 128 = 76,8 \text{ ns}$$

$$16 - 329 = 197,4 \text{ ns}$$

$$8 - 157 = 94,2 \text{ ns}$$

$$17 - 338 = 202,8 \text{ ns}$$

$$9 - 174 = 104,4 \text{ ns}$$

$$18 - 375 = 225 \text{ ns}$$

$$10 - 199 = 119,4 \text{ ns}$$

c) PIPELine ideal $T = 600 \text{ ps} \rightarrow f_{MAX} = 1,66 \text{ GHz}$

n° ciclos = n° instruções $\rightarrow CPI = 1$

$$2 - 6 = 3,9 \text{ ns}$$

$$11 - 60 = 36 \text{ ns}$$

$$3 - 12 = 7,2 \text{ ns}$$

$$12 - 70 = 42,0 \text{ ns}$$

$$4 - 19 = 11,4 \text{ ns}$$

$$13 - 77 = 43,2 \text{ ns}$$

$$5 - 29 = 14,4 \text{ ns}$$

$$14 - 80 = 48,0 \text{ ns}$$

$$6 - 32 = 19,2 \text{ ns}$$

$$15 - 86 = 51,6 \text{ ns}$$

$$7 - 36 = 21,6 \text{ ns}$$

$$16 - 93 = 55,8 \text{ ns}$$

$$8 - 44 = 26,4 \text{ ns}$$

$$17 - 96 = 57,6 \text{ ns}$$

$$9 - 49 = 29,4 \text{ ns}$$

$$18 - 106 = 63,6 \text{ ns}$$

$$10 - 56 = 33,6 \text{ ns}$$

①

OAC - TURMA B

2008/1

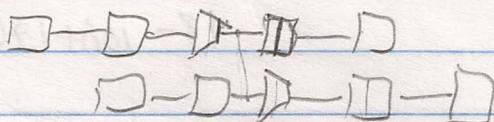
2º PROVA

GABARITO

cent

d) BEQ → 4º Círculo → 3 bolhas ou Prev.↓
J → 2 Círculos → 1 Bolha

considerando DIV escrivendo no 4º passo → 5º forward
e MFHi escrivendo no 5º passo → 6º forward



e) n° círculos c/ bolhas

f) c/ forward + bolha

PROC: add \$t0,\$zero,\$zero

lw \$t4,100(\$fp)

wwww

sub \$t1,\$a0,\$t4

wwww

loop: BEQ \$t1,\$t4,OUT

wwww

div \$a0,\$t1

MFHi \$t2

wwww

BNE \$t2,\$zero,OUT2

wwww

add \$t0,\$t0,\$t4

OUT2: SUB \$t1,\$t1,\$t4

J loop

ww

OUT: OR \$ra,\$t0,\$zero

Jr \$ra

ww

ww Forward

Forward

acerto → 0 BEQ 2º Círculo

EMP → 1 Prev. 5º no TURMA

acerto → 0 BEQ 2º Círculo

EMP → 1 Prev. 5º no TURMA

so errado 4x
não manda

c) $N^2C_12CO_5 = N^2 \text{ insinuadas} + N^2 \text{ bolhas}$ para C_5S_0

d) $N^2C_12CO_5 = N^2 \text{ insinuadas} + N^2 \text{ bolhas}$ melhor caso

$$2 - 6+10 \quad 6+3$$

$$11 - 60+100 \quad 60+12$$

$$3 - 12+20 \quad 12+4$$

$$12 - 70+110 \quad 70+17$$

$$4 - 19+30 \quad 19+6$$

$$13 - 72+120 \quad 72+14$$

$$5 - 24+40 \quad 24+6$$

$$14 - 80+130 \quad 80+17$$

$$6 - 32+50 \quad 32+9$$

$$15 - 86+140 \quad 86+18$$

$$7 - 36+60 \quad 36+8$$

$$16 - 93+150 \quad 93+20$$

$$8 - 44+70 \quad 44+11$$

$$17 - 96+160 \quad 96+18$$

$$9 - 49+80 \quad 49+11$$

$$18 - 106+170 \quad 106+23$$

$$10 - 56+90 \quad 56+13$$

c) 2 - 9,6ns

11 - 96,01ns

3 - 19,2ns

12 - 108,01ns

4 - 29,4ns

13 - 115,2ns

5 - 38,41ns

14 - 126,01ns

6 - 49,2ns

15 - 135,6ns

7 - 57,6ns

16 - 145,81ns

8 - 68,4ns

17 - 153,6 ns

9 - 77,41ns

18 - 165,6ns

10 - 87,6ns

f) 2 - 5,4ns

11 - 43,2ns

3 - 9,6ns

12 - 52,21ns

4 - 15,01ns

13 - 51,6ns

5 - 18,01ns

14 - 58,2ns

6 - 24,6ns

15 - 62,4ns

7 - 26,4ns

16 - 67,8ns

8 - 33,01ns

17 - 68,4ns

9 - 36,0ns

18 - 87,4ns

10 - 41,4ns