



Universidade de Brasília

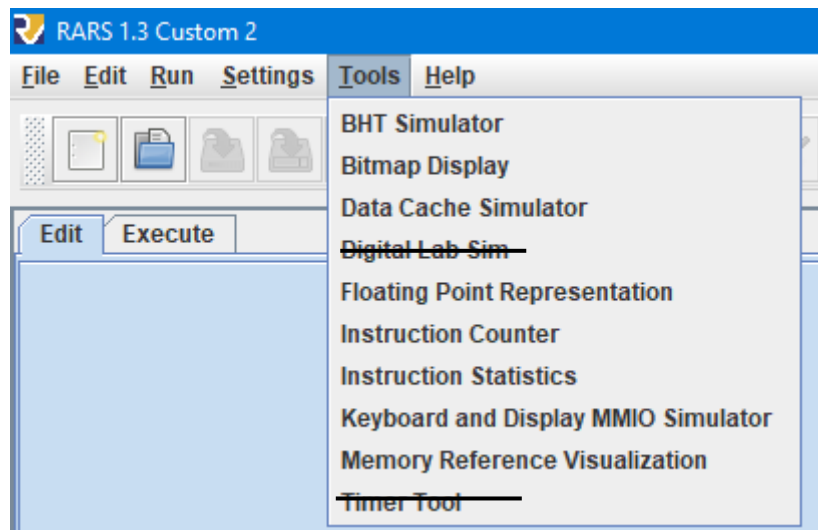
Departamento de Ciência da Computação

Rars

**RISC-V Assembler and Runtime
Simulator**

RARS 1.5 Custom 2

- O Rars é uma ferramenta que permite:
 - Escrita de um programa em Assembly RISC-V (Editor de Texto)
 - Montagem para código de máquina (Montador)
 - Execução de um programa na ISA RV32IMFD ou RV64IMFD (Simulador)
 - Serviços básicos de sistema (Micro Sistema Operacional)
- Contém diversas ferramentas adicionais (Menu tools)





Operações de Entrada e Saída

■ Por Polling: (software)

- ☐ O processador testa periodicamente se dispositivo está pronto para realizar a transferência de dados
- ☐ Problema: toma muito tempo do processador

■ Por Interrupção: (hardware)

- ☐ O dispositivo avisa ao processador a sua disponibilidade
- ☐ Problema: hardware mais complexo, processador deve suportar interrupções

Operações de Entrada e Saída

■ Exemplo de Polling no RISC-V

Endereço BASE no registrador `s0`

No endereço `BASE+STATUS` temos a sinalização do dispositivo

No endereço `BASE+DATA` temos o dado enviado pelo dispositivo

```
WAIT:  lw   t0, STATUS(s0)           # lê estado do dispositivo s0
        andi t1, t0, MASK           # Isola o bit status por MASK
        beq t1, zero, WAIT          # se não está pronto repete
        lw   s1, DATA(s0)         # senão lê o dado para s1
```

Ferramentas de IO hardware no Rars:

■ Keyboard and Display MMIO Simulator

- ☐ Entrada por leitura do teclado
- ☐ Saída em terminal de texto
- ☐ Simula IO por Polling ou por Interrupção

■ Bitmap Display

- ☐ Saída gráfica em display VGA
- ☐ Resolução selecionável (mas usem sempre 320×240)
- ☐ Acesso direto à Memória de Vídeo (sem GPU)

■ Sintetizador de Áudio

- ☐ Saída de áudio por sintetizador MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*)
- ☐ Definição do instrumento, nota, duração e volume

Keyboard and Display MMIO Simulator

■ Endereço

Função

0xFF20 0000

bit 0 → Status do teclado

bit 1 → Define Interrupção ou Polling

0xFF20 0004

bits 7-0 → Código ASCII da tecla

0xFF20 0008

bit 0 → Status do monitor

bit 1 → Define Interrupção ou Polling

0xFF20 000C

bits 7-0 → Define ASCII do caractere

ASCII: 12 clear screen

ASCII: 7 posiciona cursor em (x,y)

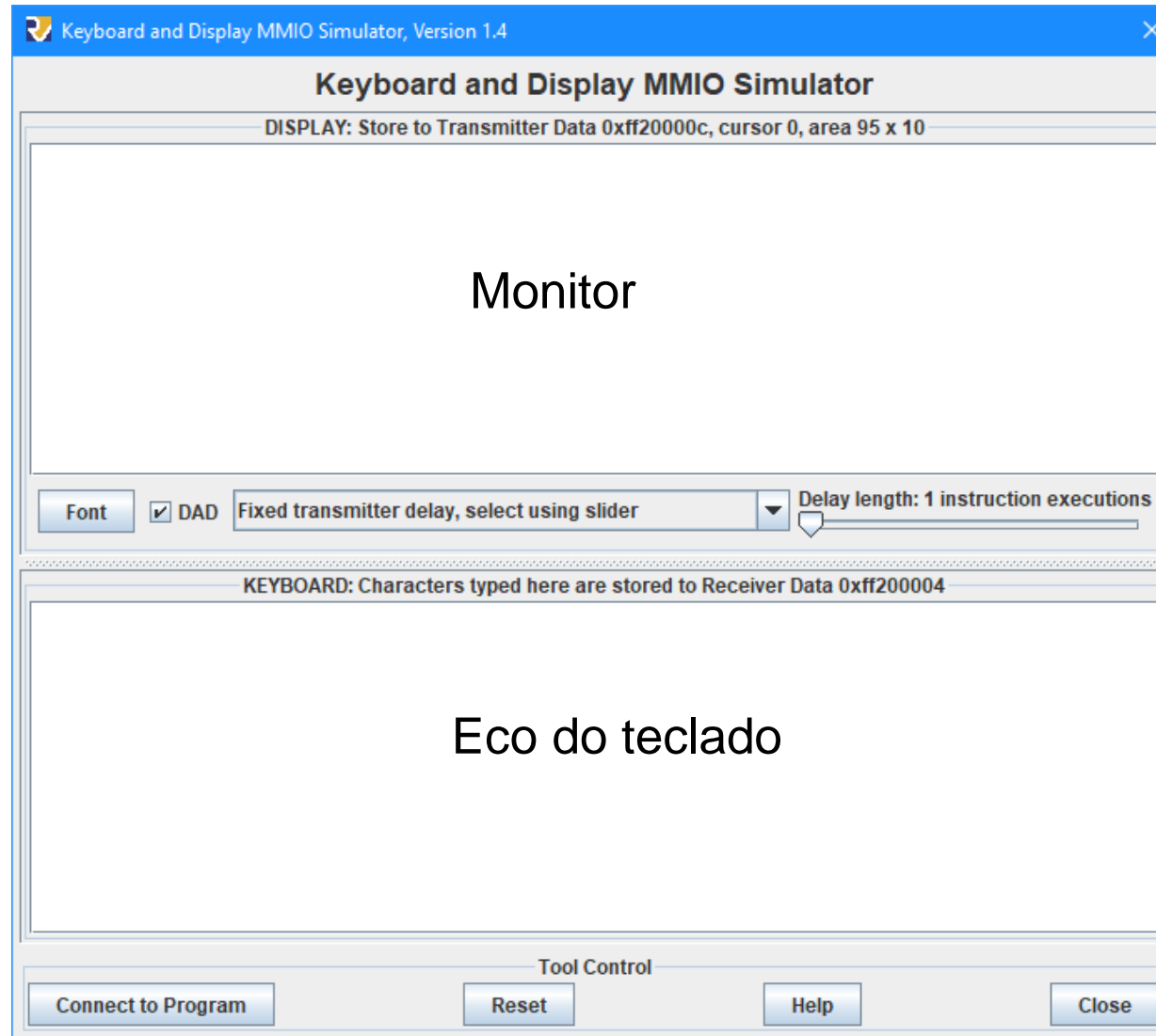
x: bits 31-20

y: bits 19-8

Keyboard and Display MMIO Simulator

■ Exemplos:

- ☐ `keypoll.s`
- ☐ `keyint.s`



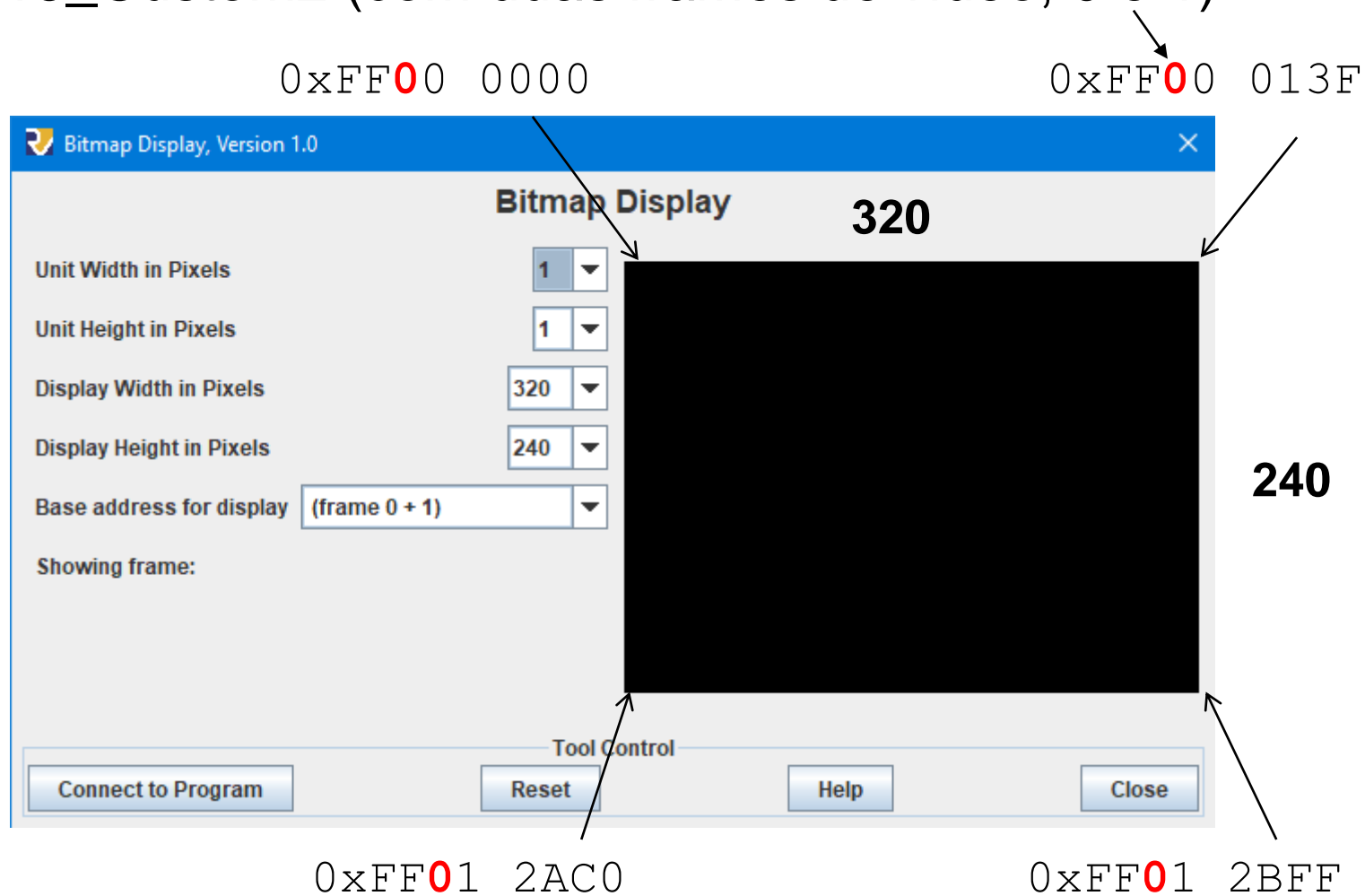
ecalls usando o Keyboard and Display

- Inclua no seu programa no Rars o arquivo SYSTEMv21.s

Serviço	a7	Argumentos	Resultados
read integer	105		Lê um número inteiro do teclado para a0
read float	106		Lê um número float do teclado para fa0
read string	108	a0=endereço do buffer da string a1=número máximo de caracteres	Lê uma string de até a1 caracteres do teclado para o buffer em a0
read char	112		Lê um caractere ASCII do teclado para a0

Bitmap Display

- Mapeamento da memória de vídeo VGA no Rars15_Custom2 (com duas frames de vídeo, 0 e 1)



Bitmap Display

- A frame que está sendo apresentada é selecionável escrevendo 0 ou 1 no endereço 0xFF200604
- $\text{Endereço}(X,Y) = \text{Endereço Base (0xFF00 0000)} + Y \times 320 + X$
- Com X de 0 a 319 e Y de 0 a 239.

- Codificação da Cor: 8 bits/pixel

7 6	5 4 3	2 1 0
B B	G G G	R R R

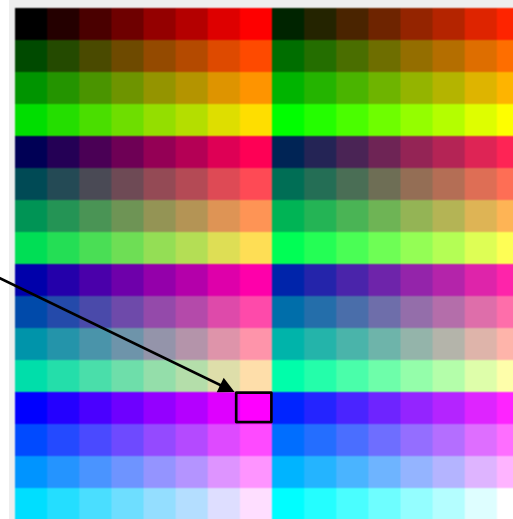
Obs.: a cor 0xC7 é transparente!

- Exemplos:

`bitmap.s`

`frames.s`

Paleta de cores



ecalls usando o Bitmap Display

- Inclua no seu programa no Rars o arquivo SYSTEMv21.s

Serviço	a7	Argumentos	Resultados
print integer	101	a0=inteiro a1=coluna a2=linha a3=cores a4=frame	Imprime o número inteiro complemento de 2 a0 na posição (a1,a2) da frame a4 com as cores a3={0...0BBGGGRRRbbgggrrr} sendo BGR fundo e bgr frente
print float	102	fa0=float a1=coluna a2=linha a3=cores a4=frame	Imprime na frame a4 o número float em fa0 na posição (a1,a2) com as cores a3
print string	104	a0=endereço string a1=coluna a2=linha a3=cores a4=frame	Imprime na frame a4 a string terminada em NULL presente no endereço a0 na posição (a1,a2) com as cores a3
print char	111	a0=char (ASCII) a1=coluna a2=linha a3=cores a4=frame	Imprime na frame a4 o caractere a0 (ASCII) na posição (a1,a2) com as cores a3
print int hex	134	a0=inteiro a1=coluna a2=linha a3=cores a4=frame	Imprime na frame a4 em hexadecimal o número em a0 na posição (a1,a2) com as cores a3

ecalls usando o Bitmap Display

Serviço	A7	Argumentos	Resultados
print int unsigned	36 136	a0=inteiro a1=coluna a2=linha a3=cores a4=frame	Imprime na frame a4 o número sem sinal em a0 na posição (a1,a2) com as cores a3
clear screen	48 148	a0=cor a1=frame	Preenche a frame a1 com a cor a0
draw line	47 147	a0=x0 a1=y0 a2=x1 a3=y1 a4=cor a5=frame	Desenha uma reta na frame a5 do ponto (a0,a1) ao ponto (a2,a3) com a cor a4

Ex.: testeECALLv21.s

Sintetizador de Áudio MIDI

- MIDI: *Musical Instrument Digital Interface*
- Protocolo de comunicação com instrumentos musicais
- Define 128 instrumentos, 128 notas, efeitos especiais, etc.
- Inclua no seu programa no Rars o arquivo SYSTEMv21.s

Serviço	a7	Argumentos	Resultados
MidiOut	31	a0=nota a1=duração a2=instrumento a3=volume	Sintetiza a nota a0, de duração a1, com o instrumento a2 e volume a3, e retorna ao programa enquanto a nota é tocada. Na DE1 o instrumento é fixo.
MidiOutSync	33	a0=nota a1=duração a2=instrumento a3=volume	Sintetiza a nota a0, de duração a1, com o instrumento a2 e volume a3, e pausa o programa até o final da execução da nota Na DE1 o instrumento é fixo.
Sleep	32	a0=tempo	Pausa a execução do programa por a0 milissegundos

Ex.: midi.s