

一、(14 分) 假设通过某不可靠信道传输 8 位原始数据，具体数据如下

$D_8D_7D_6D_5D_4D_3D_2D_1=0110\ 1100$

生成多项式为  $x^6+x^5+x^3+x^2+x+1$

(1) 则生成多项式编码为\_\_\_\_\_，假设校验位置于低位，请给出最终的 CRC 校验码的十六进制编码。(4 分)

\_\_\_\_\_

(2) 如果接收方接收到的 CRC 校验码中校验位不变，原始数据  $D_8D_7D_6D_5D_4D_3D_2D_1$  变成 0110 1110，请简单说明接收方如何定位错误。(4 分)

(3) 在本课程 CRC 编码实验中我们尝试对 16 位汉字编码进行 CRC 编码，你最终选择的生成多项式是\_\_\_\_\_位，余数是\_\_\_\_\_位，在假定没有 3 位以上错误发生的前提下，该生成多项式生成的 CRC 编码检错时能否区分 1 位错和 2 位错？为什么？(6 分)

二、(12 分) 已知  $[x]_{\text{补}} = \underline{100001}$ ,  $[y]_{\text{补}} = \underline{011101}$ , 用补码一位乘法计算  $[x \times y]_{\text{补}} = ?$  (单符号位)

将答案填写在下面, 并将计算过程填写在表格中。

1)  $[-x]_{\text{补}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $[x \times y]_{\text{补}} = \underline{\hspace{2cm}}$  (16 进制) (8 分)

2) 补码一位乘法运算速度较慢, 如何进一步优化乘法器速度? (2 分)

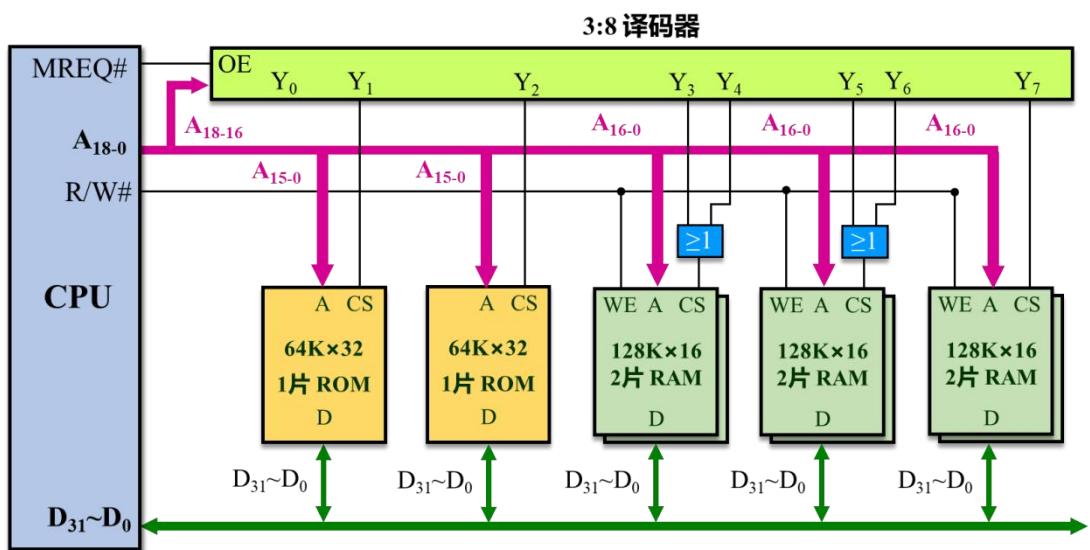
3) 假设运算结果只有 7 位, 第 1 问中的乘法运算是否溢出, 判断依据是什么? (2 分)

#	运算	部分积	移出位	判断位 $y_n y_{n+1}$
1		—		— —
2		—		
3		—		
4		—		— —
5		—		
6		—		
7		—		— —
8		—		
9		—		
10		—		— —
11				
12		—		
13		—		— —
14				
15		—		
16		—		—
17		—		
18		—		

三、(12分) 某计算机字长为32位，主存容量为 $512K \times 32$ 位，其地址空间划分为： $00000H \sim 0FFFFH$ 是保留区域， $10000H \sim 2FFFFH$ 是ROM区域， $30000H \sim 7FFFFH$ 是RAM区域。请用 $64K \times 32$ 位的ROM芯片和 $128K \times 16$ 位的RAM芯片为该计算机设计一个主存储器。

1) 共需要 2 片 ROM 芯片和 6 片 RAM 芯片，给出简单计算分析 (4 分)。

2) 绘制 CPU 与存储芯片的连接示意图，注意标注译码器输出信号、地址线连接编号 (8 分)。



四、(12分) 在一个拥有 TLB 和一级数据缓存 (L1 d-cache) 的小存储系统中：存储器按字节寻址的，一次访问一个字节，虚拟地址是 14bit，物理地址是 12bit，页面大小 64B，TLB 四路组相联，总共 16 个条目，L1 d-cache 是物理地址寻址，直接映射，行大小为 4 字节，总共有 16 个组。下图展示了小存储系统的一个快照，包括 TLB (a)，部分页表 (b)，和 L1 高速缓存 (c)。

Set	Tag	PPN	Valid									
0	03	-	0	09	0D	1	00	-	0	07	02	1
1	03	2D	1	02	-	0	04	-	0	0A	-	0
2	02	-	0	08	-	0	06	-	0	03	-	0
3	07	-	0	03	0D	1	0A	34	1	02	-	0

(a) TLB: 四组，16 个条目，四路组相联

VPN	PPN	Valid	VPN	PPN	Valid
00	28	1	08	13	1
01	-	0	09	17	1
02	33	1	0A	09	1
03	02	1	0B	-	0
04	-	0	0C	-	0
05	16	1	0D	2D	1
06	-	0	0E	11	1
07	-	0	0F	0D	1

(b) 页表前 16 个页表项 PTE

Idx	Tag	Valid	Blk 0	Blk 1	Blk 2	Blk 3
0	19	1	99	11	23	11
1	15	0	-	-	-	-
2	1B	1	00	02	04	08
3	36	0	-	-	-	-
4	32	1	43	6D	8F	09
5	0D	1	36	72	F0	1D
6	31	0	-	-	-	-
7	16	1	11	C2	DF	03
8	24	1	3A	00	51	89
9	2D	0	-	-	-	-
A	2D	1	93	15	DA	3B
B	0B	0	-	-	-	-
C	12	0	-	-	-	-
D	16	1	04	96	34	15
E	13	1	83	77	1B	D3
F	14	0	-	-	-	-

(c) L1 d-cache: 16 个组，四字节的块，直接映射

(1) 请问虚拟地址中虚拟页号 (VPN) 字段占\_\_\_\_\_位，页内偏移 (VPO) 字段占\_\_\_\_\_位，TLB 索引 (TLBI) 字段占\_\_\_\_\_位，TLB 标记 (TLBT) 字段占\_\_\_\_\_位。

(2) 物理地址中物理页号 (PPN) 字段占\_\_\_\_\_位，cache 行索引字段占\_\_\_\_\_位。

(3) 当 CPU 访问 0x3D4 处字节时，虚拟地址转换为物理地址时 PPN 的值为\_\_\_\_\_，cache 行地址为\_\_\_\_\_，最终数据值为\_\_\_\_\_ (全部填写十六进制)。

(4) 当 CPU 访问 0x15F 处字节时，虚拟地址转换为物理地址时 PPN 的值为\_\_\_\_\_，cache 行地址为\_\_\_\_\_，最终数据值为\_\_\_\_\_ (全部填写十六进制)。

(最后一题错了，直接给分，其他每空一分)

五、(15分) 下图为 MIPS32 指令格式, 完成下列各问:

字段长度 (位) 指令 格式类型	字段名称						说明
	6	5	5	5	5	6	
R型	OP	rs	rt	rd	shamt	funct	算术类指令, funct 为运算操作码
I型	OP	rs	rt	地址/立即数			数据传输、分支、立即数指令
J型	OP	目标地址					跳转指令

- 1) 已知 OP 为零时为 R 型指令, 请问该指令格式最大能支持多少条指令, 其中 R 型指令最多多少条? I 型和 J 型指令总和最多多少条? 请写出理由。(4 分)
- 2) 指令是用户与硬件之间的接口, 从本题给出的指令格式看, 汇编级程序员可使用的源寄存器个数最多为多少? (3 分)
- 3) MIPS 通用寄存器中 0 号寄存器的意义是什么, MIPS CPU 为何要设计零号寄存器? (4 分)
- 4) beq 指令执行阶段的操作为  $PC \leftarrow PC + 4 + IR[15:0] \ll 2$ , 即将指令字中低 16 位左移 2 位后与  $PC+4$  的值相加生成 32 位地址, 请问这里为什么要左移 2 位? (4 分)

六、(15 分) 某计算机的 CPU 主频为 2GHz, CPI 为 0.5, 总线带宽为 400MB/s。该计算机现有键盘和网卡两个设备, 键盘以 32 位的字为单位进行数据传输, 平均数据传输率为 1MB/s; 网卡以 2KB 的块大小与主机交换数据, 平均数据传输率为 400MB/s。

(1) 如果计算机对键盘采用程序查询方式进行数据输入, 查询操作需要 100 个时钟周期, 求 CPU 为 I/O 查询所花费的时间占整个 CPU 时间的百分比, 假定进行足够的查询以避免数据丢失。(4 分)

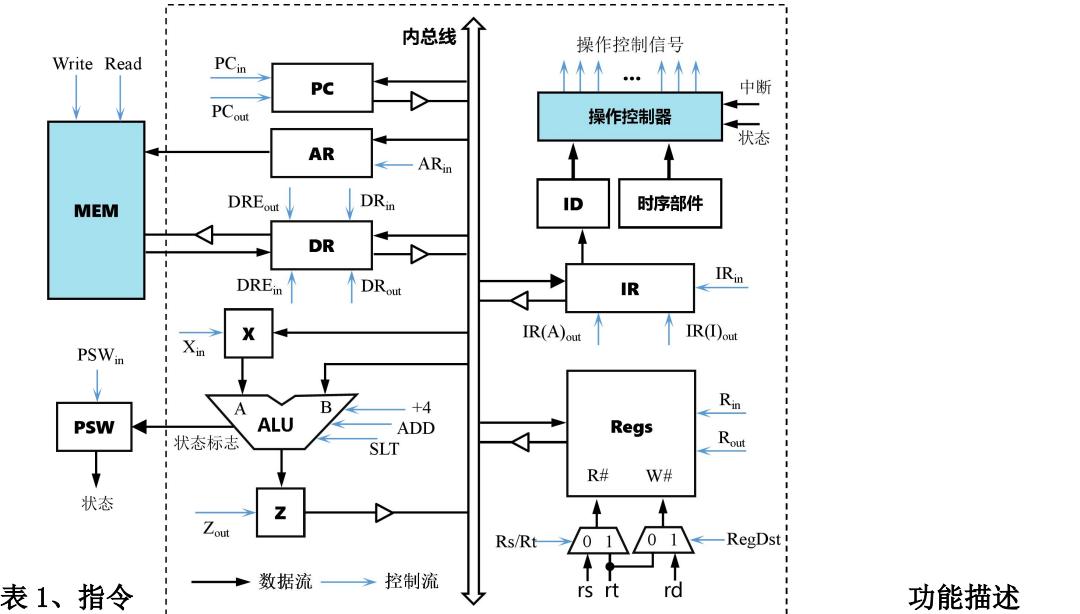
(2) 如果计算机对键盘采用中断方式进行数据输入, 对应的中断服务程序包含 20 条指令, 中断服务的其他开销相当于 2 条指令的执行时间, 求 CPU 为该设备传输数据花费的时间占整个 CPU 时间的百分比。(4 分)

(3) 如果计算机对网卡采用 DMA 方式进行数据输入输出, DMA 预处理和后处理的总开销为 500 个时钟周期, 求 CPU 为该设备传输数据花费的时间占整个 CPU 时间的百分比。(4 分)

◦

(5) 如果键盘采用中断方式, 网卡采用 DMA 方式。键盘和网卡能否同时工作, 为什么? 如果能够同时工作, 键盘和网卡谁的优先级高, 为什么? 如果不能同时工作, 则应该采取什么措施使之同时工作。(3 分)

七、(20分) 某计算机字长32位, 支持下表中的五条MIPS32指令, CPU内部采用单总线结构, 具体数据通路如图所示。除多路选择器选择控制信号外, 图中所有控制信号为1时表示有效、为0时表示无效, 控制信号功能说明见表。



#	指令	汇编代码	指令类型	RTL 功能说明
1	lw	lw rt,imm(rs)	I型	$R[rd] \leftarrow M[R[rs] + \text{SignExt}(imm)]$
2	sw	sw rt,imm(rs)	I型	$M[R[rs] + \text{SignExt}(imm)] \leftarrow R[rt]$
3	beq	beq rs,rt,imm	I型	$\text{if}(R[rs] == R[rt]) \quad PC \leftarrow PC + 4 + \text{SignExt}(imm) \ll 2$
4	addi	addi rt,rs,imm	I型	$R[rt] \leftarrow R[rs] + \text{SignExt}(imm)$
5	slt	slt rd,rs,rt	R型	If ( $rs < rt$ ) $R[rd] \leftarrow 1$ else $R[rd] \leftarrow 0$

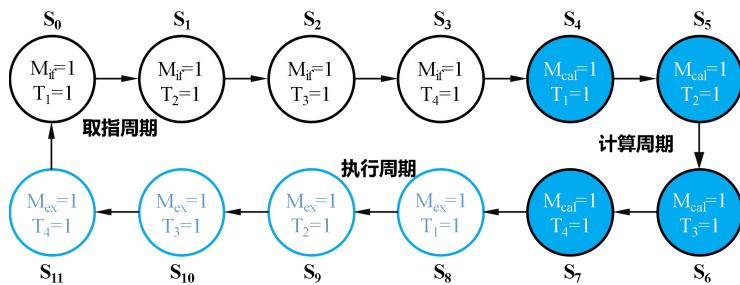
表 2、控制信号功能描述

#	控制信号	功能说明
1	PCin	控制 PC 接收来自内总线的数据, 需配合时钟控制
2	PCout	控制 PC 向内总线输出数据
3	ARin	控制 AR 接收来自内总线的数据, 需配合时钟控制
4	DRin	控制 DR 接收来自内总线的数据, 需配合时钟控制
5	DRout	控制 DR 向内总线输出数据
6	DREin	控制 DR 接收从主存读出的数据, 需配合时钟控制
7	DREout	控制 DR 向主存输出数据, 以便最后将该数据写入主存
8	Xin	控制暂存寄存器 X 接收来自内总线的数据, 需配合时钟控制
9	+4	将 ALU A 端口的数据加 4 输出
10	ADD	控制 ALU 执行加法, 实现 A 端口和 B 端口的两数相加
11	SLT	控制 ALU 执行 SLT 小于置位运算
12	PSWin	控制状态寄存器 PSW 接收 ALU 的运算状态, 需配合时钟控制
13	Zout	控制 Z 向内总线输出数据
14	IRin	控制 IR 接收来自内总线的指令, 需配合时钟控制
15	IR(A)out	控制 IR 中的分支目标地址输出到内总线, 指令字中的立即数要转换成目标地址需要相应逻辑
16	IR(I)out	控制 IR 中的立即数输出到内部总线, 指令字中的立即数符号扩展为 32 位才能输出
17	Write	存储器写命令, 需配合时钟控制
18	Read	存储器读命令

#	控制信号	功能说明
19	Rin	控制寄存器堆接收来自内总线的数据，写入 W#端口对应的寄存器中，需配合时钟控制
20	Rout	控制寄存器堆输出指定编号 R#寄存器的数据，该寄存器组为单端口输出
21	Rs/Rt	控制多路选择器选择送入 R#的寄存器编号，为 0 时送入指令字中 rs 字段，为 1 时送入 rt
22	RegDst	控制多路选择器选择送入 W#的寄存器编号，为 0 时送入指令字中的 rt 字段，为 1 时送入 rd

当 ALU 两操作数相等时，equal 状态信号输出为 1，否则为零，equal 信号与运算无关。

- 1) 图中 Z 部件是什么部件，其主要作用是什么，该部件在该结构中是否是必须的？（3 分）
- 2) 如果采用三级时序设计硬布线控制器，机器周期数，机器周期节拍数均固定，请给出三级时序发生器的状态机。（4 分）



- 3) 采用微程序设计操作控制器，取指微程序和 sw 指令微程序已部分给出，请用 16 进制完成如下填空。（9 分）

		DR <sub>out</sub>	R <sub>out</sub>	IR(I) <sub>out</sub>	PC <sub>in</sub>	DRE <sub>in</sub>	X <sub>in</sub>	IR <sub>in</sub>	Rs/Rt	ADD	SLT	Write	P <sub>IR</sub>	P <sub>equal</sub>													
功能	微地址	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	P0	P1	下址(10 进制)	
取指	0	1							1			1														1	
	1																										2
	2			1						1		1														3	
	3		1																							1	X
sw	9			1								1															
	10				1																						
	11			1						1																	
	12				1						1							1									
	13					1														1							

第 2 条微指令控制字段为 \_\_\_\_\_ 、 P 字段为 \_\_\_\_\_ 、 下址为 \_\_\_\_\_

第 3 条微指令控制字段为 \_\_\_\_\_ 、 P 字段为 \_\_\_\_\_

第 12 条微指令控制字段为 \_\_\_\_\_

第 13 条微指令控制字段为 \_\_\_\_\_ 、 P 字段为 \_\_\_\_\_ 、 下址为 \_\_\_\_\_

- 4) 第（2）问如果需要支持中断，状态图需要进行什么修改，第（3）问如需要支持中断，P 字段是否需要修改，为什么？（4 分）