

## 《嵌入式系统概论》参考答案

### 一、简答题

#### 1. 什么是物联网？请画出典型结构，试述典型应用。

物联网就是万物互联的互联网，是互联网与嵌入式系统发展到高级阶段的融合。(1 分)

##### ● 嵌入式系统的定义 (2 分)

###### ■ IEEE 定义

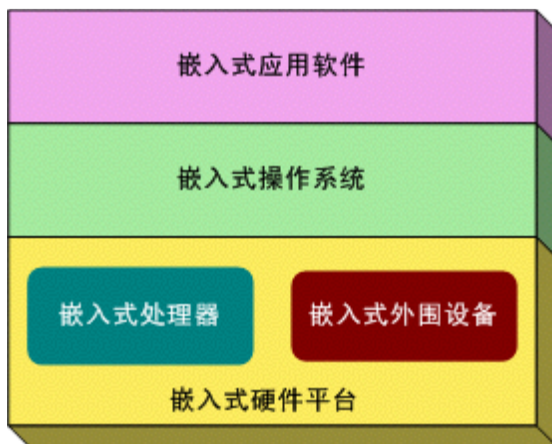
用于控制、监视或者辅助操作机器和设备的装置

###### ■ 国内定义

嵌入式系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，软硬件可裁减，适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。

任选一种回答即可

##### ● 嵌入式系统的结构 (1 分)



##### ● 典型应用 (1 分)

任意举三个例子

#### 2. 什么是开源硬件？你是如何理解的。

##### ● 定义 (2 分)

开源硬件是可以通过公开渠道获得的硬件设计，任何人都可以对已有的设计进行学习、修改、发布、制作和销售。硬件设计的源代码的特定的格式可以为其他人获得，以方便对其进行修改。理想情况下，开源硬件使用随处可得的电子元件和材料，标准的过程，开放的基础架构，无限制的内容和开源的设计工具，以最大化个人利用硬件的便利性。开源硬件提供人们在控制他们的技术自由的同时共享知识并鼓励硬件设计开放交流贸易。

##### ● 理解 (2 分)

开放回答

#### 3. 嵌入式系统设计所面临的挑战有哪些。

##### ● 需要多少硬件 (1 分)

##### ● 如何满足时限要求，如何处理多项功能在时间上的协调一致关系 (1 分)

##### ● 如何降低系统的功耗 (1 分)

##### ● 如何设计以保证系统可升级 (1 分)

##### ● 如何保证系统可靠地工作 (1 分)

4. 影响流水线性能的因素有哪些？在嵌入式系统中分支指令对流水线性能有何影响？如何解决。

- 影响流水线性能的因素（3 分）
  - 结构阻滞  
多条指令进入流水线后，硬件资源满足不了指令重叠执行
  - 数据阻滞  
指令在流水线中重叠执行时，后继指令需要用到前面指令的执行结果
  - 控制阻滞  
流水线遇到分支指令和其他改变 PC 寄存器值的指令
- 分支指令的影响（2 分）  
遇到分支指令时，由于处理器要执行跳转操作，因此已经在流水线上的顺序指令就是无效的，需要被清空。处理器重新形成流水线需要时间，因此影响效率。
- 解决方法（1 分）  
应用分支预测技术

5. 什么是可重入性？嵌入式领域中，一个程序具备可重入性需要满足那些特性。

- 可重入性（1 分）  
一个函数可以同时被多次调用。可重入函数在任何时候都可以被中断，一段时间后继续运行时数据不会丢失。
- 需要满足的特性（1 个 1 分，2 个 3 分，3 个 4 分）
  - 原子地使用所有共享变量
  - 程序内不调用非可重入的函数
  - 不以非原子方式使用硬件

6. 请描述中断设计方法。

（1 个 1 分，2 个 2 分，3 个 4 分，4 个 5 分）

- 先设计中断再编写 ISR
- 保持 ISR 简短
- ISR 执行后立即开中断
- 用空指针填充未被使用的中断向量

7. 什么是看门狗 (watchdog)？看门狗有什么作用？工作原理是什么。

是一个**定时器**（1 分），要求程序每隔一段时间向其输出一个信号。如果超过 WDT 的规定时间，就给 MCU 发送一个复位信号，**使其复位**（3 分），实现嵌入式系统在**无人状态下的连续工作**（2 分）。

8. 从 NORFlash 启动和从 NANDFlash 启动有什么不同。

得分 4 分封顶

- 性能不同（2 分）  
NOR 的读速度比 NAND 稍快，NAND 的写速度比 NOR 快很多
- 接口不同（2 分）  
NOR 的地址线与数据线分开，可以直接读写；NAND 的地址线与数据线在一起，读写时需要程序控制
  - 造成的启动方式不同（2 分）

NOR 可以 XIP, NAND 需要 bootloader 将程序复制或映射到内存上再运行

9. 什么是建模? 举例说明有那些建模技术。

- 建模 (1 分)  
建模是为了理解系统, 对系统做出抽象、建立模型的过程
- 建模技术的举例 (每个例子 1 分, 最多 3 分)
  - 面向状态的模型: FSM
  - 面向活动的模型: 数据流图、过程模型
  - 面向结构的模型: 系统框图
  - 面向数据的模型: ER 图
  - .....

10. 请描述完整的中断处理过程。中断机制相关的执行时间开销有哪些?

- 中断处理过程 (3 分)  
中断请求、中断排队或优先级仲裁、中断处理、中断返回
- 中断机制的执行时间开销 (3 分)  
中断延迟、寄存器的现场保护、进入终端服务、中断恢复

## 二、问答题

1. 轮询的不足有哪些? 前后台体系结构在轮询的基础上做了什么改变? 其运行方式是什么? 适用于哪些嵌入式应用。

- 不足 (3 分)  
效率低, 大量 CPU 时间消耗在等待设备响应上
- 前后台的改变 (2 分)  
引入了中断机制
- 运行方式 (3 分)  
后台的一组程序通过轮询方式访问 CPU, 前台在触发中断后, 将请求插入到后台轮询环中的某个位置完成处理
- 适用场合 (2 分)  
单用户交互与实时 I/O 设备控制

2. 请描述 RTOS  $\mu$ COS-II 采取哪些策略与机制来确保任务的实时性。

1 个 2 分, 2 个 5 分, 3 个 8 分, 4 个及以上 10 分

- 任务调度时总是选择就绪任务中优先级最高的一个运行
- 允许任务间的抢占
- 具有优先级的中断机制
- 有确定性的任务调度/切换时间和中断延迟
- 精度高的时钟节拍产生时钟中断
- 信号量、互斥量、信箱、消息队列等任务间通信机制

3. (调度)

- RMS (5 分)

时刻	P1	P2	P3
0	√		
1		√	
2		√	
3			√
4	√		
5			√
6		√	
7		√	
8	√		
9			√
10	空	—	闲
11	空	—	闲

- EDF (5 分)

注：时刻 6 起的答案不唯一

时刻	P1	P2	P3
0	√		
1		√	
2		√	
3			√
4	√		
5			√
6		√	
7		√	
8	√		
9			√
10	空	—	闲
11	空	—	闲

### 三、设计题

答案不唯一，封顶 20 分

#### 1. 体系结构设计 (8 分)

要点：

- 体现软硬件协同设计
- 功能在软硬件上的合理划分

#### 2. FSM 的设计 (8 分)

要点：

- 不推荐使用 NFA
- 状态转移条件的不重不漏
- 状态转移时的合理行为
- 没有明显逻辑问题
- 实现题意中电子闹钟的所有功能

#### 3. 补充新功能 (bonus, 可加分)

#### 4. 实现方式与原因 (4 分)

要点：

- 使用的实现方式

- 实现方式与原因的一致性
- 考虑嵌入式系统中的功能、可靠性、成本、体积、功耗等多方面因素