

# 目录

- 第八届 .....1
- 第九届 .....3
- 第十届 .....5
- 第十一届第一场 ..... 6
- 第十一届第二场 ..... 8
- 第十二届第二场 ..... 10
- 第十三届模拟第一场 ..... 12
- 第十三届模拟第二场 ..... 14
- 第十三届模拟第三场 ..... 16
- 第十三届第一场 ..... 18
- 部分选择题练习 ..... 20
- 一、DMA 介绍 ..... 27
- 二、三极管 ..... 28
- 三、总线分类 ..... 29
- 四、信号的转换 ..... 30
- 五、四种函数介绍 ..... 32
- 六、指针 .....33
- 七、 通信方式 ..... 34

# 第八届

(1) C

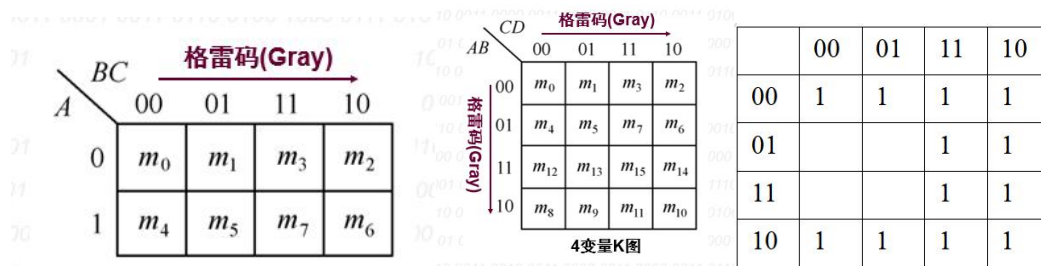
逻辑表达式  $F = A\bar{B} + BC + ABCD + \bar{B}$  的最简式为 ( )

A.  $C + D$

B.  $C$

C.  $\bar{B} + C$

D.  $\bar{A} + C$



(2) 能够实现线与功能的门电路是( )

A. 与非门 B. 或非门 C. 异或门 D. OC 门

可用集电极开路门(OC 门)或三态门(TS 门)来实现线与功能,用 OC 门实现线与,应同时在输出端口加一个上拉电阻。 线与逻辑,即两个输出端(包括两个以上)直接互连就可以实现“AND”的逻辑功能。

(3) STM32F103RBT6 微控制器的内核是(Cortex-M3)

(4) STM32F103RBT6 微控制器不支持的数据类型是( )

A. 字 B. 双字 C. 字节 D. 半字

字 (Word): 在 ARM 体系结构中, 字的长度为 32 位

半字 (Half-Word): 在 ARM 体系结构中, 半字的长度为 16 位

字节 (Byte): 在 ARM 体系结构中, 字节的长度均为 8 位。

Cortex-M3 处理器字长为 32 位, 他的寄存器也是 32 位的。

(5) 采用 RS-232 接口实现双机通信, 至少需要多少根信号线?

RS232 串口通信最少 3 根线 (RXD、TXD 和 GND)。RS485 总线通信的一般是两根线, 多出的一根是公共线, 也就是地线 G【长距离电缆中的屏蔽层】抑制干扰用的必需接! 总共要接三根, 一般测试时可以不用接。

(6) 要以较少的信号线下载并调试 STM32 程序，应该采用哪种方式？ ( )

- A. RS-232    B. JTAG    **C. SWJ**    D. SPI

ARM【内核】是采用了一种叫做 SWJ 的接口，包含了 SW（SWD）和 JTAG 两种接口；SWD 接口需要连接四根线：VCC GND SWDIO SWCLK。JTAG 有 10pin 的、14pin 的和 20pin 的。串口功能只能下载程序。**JTAG, SW** 可在线调试和硬件仿真。**SPI** 通常有 4 根线（四线制），可实现全双工通信，【SCK】：串行时钟【MOSI】：主发从收信号【MISO】：主收从发信号和【CS/CS】：片选信号。

(7) 能以菊花链的方式连接的接口是( )

- A. RS-232    **B.SPI**    C.I2C    D.JTAG

菊花链是一种布线方案，其中多个设备按顺序或环形连接在一起。相邻设备才能通信。

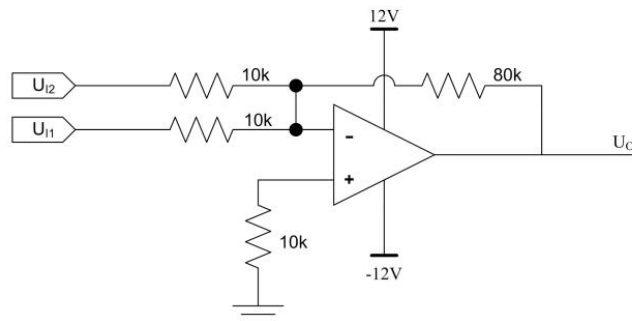
(8) 用 STM32 开发 USB 外设，应该采用哪种时钟源？

- A. **HSE**    B. HSI    C. LSE    D. LSI

(9) 下列关于 DMA 描述不正确的选项是 ( )

- A. DMA 可以和 MCU 并行工作      B. DMA 数据传输结束后产生中断  
**C. DMA 控制器需要经过 MCU 访问内**    D. 开始 DMA 传输前需要经过 MCU 初始化

(10) 电路如下图所示，其输入电压  $U_{I1}$ 、 $U_{I2}$  分别为 0.3V 和 0.2V，试计算出输出电压  $U_O$  的值 (**B**) V。



- A. -4.5      B. -4.0  
C. -3.5      D. -3.0

$$U_O = - (0.3/10 + 0.2/10) * 80 = -4.0V$$

## 第九届

- (1) STM32F103RBT6 微控制器中 APB1 总线的最高运行频率是\_\_\_\_\_MHz。
- (2) STM32F103RBT6 微控制器中 ADC 的分辨率是\_\_\_\_\_位，通道数共有\_\_\_\_\_个，其中外部通道数为\_\_\_\_\_个。
- (3) 函数  $F = \overline{A}B + AC + ABCD + \overline{A}$  的最简式为（ ）。
- A. C+D                                  B. C
- C.  $\overline{B}+C$                                 D.  $\overline{A}+C$

- (1) 36  
(2) 12 18 16  
(3) D

	00	01	11	10
00	+	+	+	+
01	+	+	+	+
11			+	+
10			+	+

- (4) 当温度升高时,二极管的反向饱和电流将()

A. 增大 B. 减小 C. 保持不变 D. 与温度没有直接关系

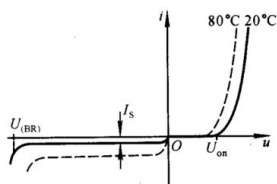


图 1.2.3 二极管的伏安特性

- (5) 模数转换器 ADC 的主要技术指标包括()。

A. 量化误差    B. 转换速率    C. 分辨率    D. 频率

- (6) Cortex M3 处理器是(3)级流水线。

Cortex-M3/4 处理器使用一个 3 级流水线，流水线的 3 级分别是：取指，解码和执行  
基于 ARM-v7-M 架构。三级流水线设计。

哈佛总线架构，统一的存储器空间：指令和地址总线使用相同的地址空间。

32 位寻址，支持 4GB 存储空间。

- (7) 设计一个 8421 BCD 码计数器至少需要(4)个触发器。

8421 码计数器每个十进制数字都要对应四个触发器。

- (8) 为了使高阻抗信号源与低阻抗负载进行配合,在设计电路过程中往往需要进行阻抗匹配,以下哪种电路适合接入高阻抗信号源与低阻抗负载之间?()

A. 共射电路 B. 共基电路 C. 共集电路 D. 以上都可以

共集电极电路的特点是输入电阻高,输出电阻低。所以在高内阻信号源与低阻负载之间接入共集电极电路,使得信号源实际带的负载为高电阻,而负载电流是由共集电极电路提供。

(9) 图 6.37 所示运放电路中, 输入与输出的关系是 ( )。

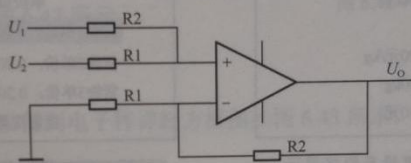


图 6.37 运放电路

A.  $U_o = U_1 + U_2 R_1 / R_2$

B.  $U_o = U_2 + U_1 R_1 / R_2$

C.  $U_o = U_1 + U_2 R_2 / R_1$

D.  $U_o = U_2 + U_1 R_2 / R_1$

(10) 在 STM32 处理器中, 以下哪种时钟源可被用来驱动系统时钟 SYSCLK? ( )

A. HSE

B. HSI

C. LSI

D. PLL

(9) C

虚短: 深度负反馈, 净输入电压为 0,  $u_n = u_p$ ;

虚断: 一直都有, 差模输入电阻非常大, 净输入电流为 0,  $i_n = i_p = 0$ ;

$$I_- = U_o / (R_1 + R_2), U_- = R_1 * U_o / (R_1 + R_2)$$

先给  $U_2$  接地,  $I_+ = U_1 / (R_1 + R_2)$ ,  $U_+ = U_1 * R_1 / (R_1 + R_2)$

再给  $U_1$  接地,  $I_+ = U_2 / (R_1 + R_2)$ ,  $U_+ = U_2 * R_2 / (R_1 + R_2)$

所以  $U_+ = (U_1 * R_1 + U_2 * R_2) / (R_1 + R_2)$

$$U_1 + U_2 * R_2 / R_1 = U_o$$

(10) ABD 参考手册

(11) 某存储器芯片的存储容量为 8KB, 数据线 8 根, 地址线为(13) 根。8KB =  $2^{13}B$

某存储器芯片的地址线为 12 根, 数据线 16 根, 他的存储容量为 (8KB)

地址线 12 根, 表示能指示  $2^{12}$  个内存单元; 而数据线 16 根, 表明通过数据线每次可以传送 16 位(每根线每次只能传送 1 位), 即 2B(16bit =  $2 * 8bit = 2B$ ), 那么可以理解为内存单元的大小等同于数据线每次的传送位数, 同样为 2B, 所以主存容量为  $2^{12} * 2B = 8KB$ 。

# 第十届

(1) STM32 嵌套向量中断控制器具有(16)个可编程的优先等级。

- 68个可屏蔽中断通道(不包含16个Cortex™-M3的中断线);
- 16个可编程的优先等级(使用了4位中断优先级);

见旧版的 STM32CN 的 P131

(2) 使用 GPIO 控制 LED 时, 要使引脚最大输出速度为 2MHz, 应设置相应寄存器的 MODEX[1:0]位值为(10)。见旧版的 STM32CN

MODE[1:0]	意义
00	保留
01	最大输出速度为10MHz
10	最大输出速度为2MHz
11	最大输出速度为50MHz

(3) ADC 转换过程不包含以下哪项?

- A. 采样 B. 量化 C. 编码 D. 逆采样

(4) 下列说法中正确的是(ABCD)

- A. STM32 ADC 是一个 12 位的连续近似模拟到数字的转换器。  
 B. Cortex M3 可以使用小端格式访问代码。  
 C. STM32 中,多个外设产生的 DMA 请求,同时只能有一个请求有效。  
 D. I2C 总线的启动信号和停止信号,只能由主器件发起。

(5) 某存储器芯片的存储容量为 8KB,数据线 8 根,地址线为(13) 根。8KB=2<sup>13</sup>B

(6) STM32F103RBT6 每个 DMA 通道具有( 3 )事件标志。见 DMA 介绍⑤

(7) 放大电路在负载开路时的输出电压为 0.4V,接入 3kΩ 的电阻负载后,输出的电压降为 0.3V,则该放大电路的输出电阻为( )。

解: 输出电阻为内阻, 内阻与负载串联, 负载为 3k 时, 输出电压 0.3V, 则输出电流 0.1mA; 内阻上的压降为 0.1V, 所以内阻 0.1V/0.1mA=1k。

(8) 将三角波转换为矩形波,需选用()

- A. 多谐振荡器 B. 双稳态触发器  
 C. 单稳态触发器 D. 施密特触发器

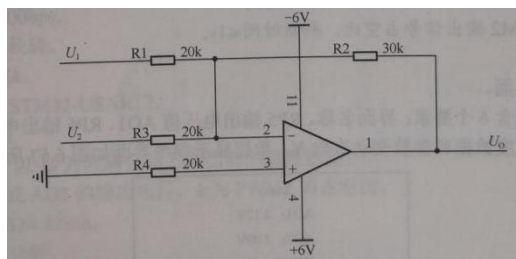
多谐振荡器产生方波;

(9) 某放大电路中使用的三极管的极限参数为 PCM= 100mW, Icm= 20mA, U(BR)CE0 = 15V。以下哪些情况下,三极管不能正常工作? ()

- A. UCE=3V, Ic= 15mA    B. UCE= 2V, Ic = 40mA  
 C. UCE=6V, Ic = 20mA    D. UCE=9V, Ic= 10mA

(10) 运放电路如图 6.55 所示, 输入电压 U1=0.4V, U2=0.8V, 计算输出电压 U0 的值为 ( )

- A. 1.2V    B. -1.2V    C. -6V    D. -1.8V



$$U_- = 0 = U_+, \quad U_1/R_1 + U_2/R_3 = -U_0/R_2, \quad \text{即 } (0.02 + 0.04) \times 30 = -U_0$$

# 第十一届第一场

(1) 以集成电路制造工艺，以下哪类元器件制作最容易（ ）。

- A. 晶体管      B. 电感器      C. 变压器      D. 电容器

解析：答案是（A）晶体管。

(2) 以下哪些外设是竞赛平台使用的 STM32 微控制器所不具备的（ ）。

- A. CAN      B. DMA      C. LCD 控制器      D. FSMC

解析：通过查阅芯片参考手册，可以得知：竞赛平台使用的 STM32 微控制器不具备 LCD 控制器和 FSMC。答案是（CD）。

(3) 共射级放大电路中，输入电压和输出电压的相位关系为（ ）。

- A. 相差  $180^\circ$       B. 相同      C. 相差  $90^\circ$       D. 相差  $45^\circ$

解析：共射级放大电路中，输入电压和输出电压的相位相反。答案是（A）相差  $180^\circ$ 。

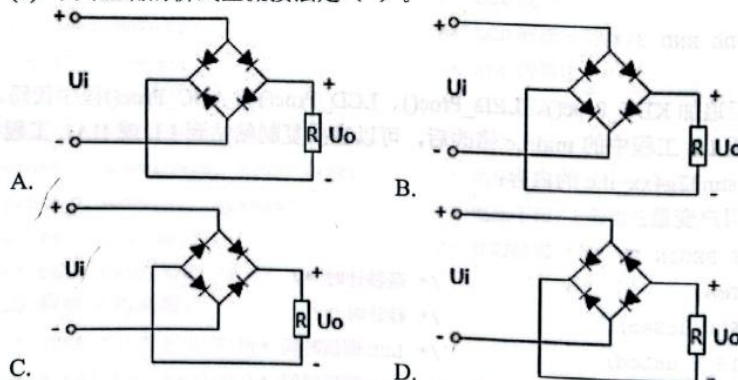
(4) 总线是各种信号线的集合，嵌入式系统中按照总线所传送的信息类型，可以分为（ ）等几种。

- A. 数据总线      B. 控制总线      C. 地址总线      D. 存储总线

解析：嵌入式系统中的总线包括：数据总线、地址总线和控制总线。答案是（ABC）。

(2) 在 STM32G4 系列微控制器参考手册里 P75 可查看板子资源

(5) 下列正确的桥式整流接法是（ ）。



解析：接法（A）右边的两个二极管将  $U_i$  短路，接法（B）左右两边的两个二极管分别将  $U_i$  短路，接法（C）正确，接法（D）也可以工作，只不过  $U_o$  是上正下负。答案是（C）。



(6) 在进行串行通信时，若两机的发送与接收可以同时进行，则称之为（ ）。

- A. 全双工      B. 半双工      C. 单工      D. 以上均不正确

解析：全双工是发送与接收可以同时进行，半双工是发送与接收不能同时进行，单工是只能发送或接收。答案是（A）全双工。

(7) 程序以（ ）形式存放在程序存储器中。

- A. C 源文件      B. 汇编程序      C. BCD 编码      D. 二进制编码

解析：答案是（D）二进制编码。

(8) 电容器的主要参数包含（ ）。

- A. 标称容量      B. 绝缘电阻      C. 允许误差      D. 额定耐压

解析：电容器的主要参数包含标称容量、额定耐压、允许误差和绝缘电阻。答案是（ABCD）。

(9) STM32 的 EXTI 18 连接到（ ）。

- A. PVD 输出      B. USB 唤醒事件      C. GPIO 端口      D. RTC 闹钟输出

解析：答案是（B）USB 唤醒事件。

(10) 以下哪种状态下 STM32 微控制器的功耗最低（ ）。

- A. 睡眠模式（Sleep Mode）      B. 停止模式（Stop Mode）

- C. 待机模式（Standby Mode）      D. 降低主频后低速运行

解析：通过查阅芯片数据手册可知：睡眠模式下的最小工作电流是 3mA，停止模式下的最小工作电流是 13.5μA，待机模式下的最小工作电流是 1.7μA，最低主频时的工作电流是 5.5mA。答案是（C）待机模式。

（9）见旧版 STM32CN 的 P137

（10）见旧版 STM32CN 的 P42



## 第十一届第二场

(1) 将一个矩形波输入到积分电路, 能够得到 ( )。

- A. 矩形波      B. 三角波      C. 正弦波      D. 随机波形

解析: 答案是 (B) 三角波。

(2) 稳压二极管是利用 PN 结的 ( ) 特性制作而成的。

- A. 单向导电性      B. 反向击穿特性      C. 正向特性      D. 载流子的扩散特性

解析: 答案是 (B) 反向击穿特性。

(3) STM32 嵌套向量中断控制器 NVIC 具有可编程的优先等级为 ( ) 个。

- A. 16      B. 32      C. 48      D. 64

解析: 答案是 (A) 16。

(4) 一个功能简单但需要频繁调用的函数, 比较适用 ( )。

- A. 重载函数      B. 内联函数      C. 递归函数      D. 嵌套函数

解析: 答案是 (B)。

(1) 见信号的转换

(2)

(3) 在旧版的 STM32CN 里 P137 可查看

- 68 个可屏蔽中断通道(不包含 16 个 Cortex™-M3 的中断线);

- 16 个可编程的优先等级(使用了 4 位中断优先级);

(4) 见四种函数介绍

(5) 模拟/数字转换器的分辨率可以通过以下哪些指标来判断 ( )。

- A. 允许输入模拟电压的范围      B. 运算放大器的放大倍数  
C. 输出二进制数字信号的位数      D. 以上均不正确

解析: 答案是 (C) 输出二进制数字信号的位数。

(6) STM32 固件库中的 ( ) 文件定义了各类外设的寄存器结构体和相关位定义。

- A. stm32g431xx.h      B. stm32g4xx.h      C. stm32g4xx\_it.h      D. system\_stm32g4xx.h

解析: 答案是 (A) stm32g431xx.h。

(7) 数字时序逻辑电路的输出与 ( ) 有关。

- A. 电路的原状态      B. 当前输入      C. 电路的反馈      D. 电压源

解析: 答案是 (AB)。

(8) 实现 A/D 转换的方法有 ( )。

- A. 计数法      B. 双积分法      C. 差分法      D. 逐次逼近法

解析: 答案是 (ABD)。

(9) STM32 微控制器的片内 FLASH 存储器一次可以写入 ( ) 位。

- A. 8      B. 16      C. 32      D. 64

(9) HAL\_StatusTypeDef HAL\_FLASH\_Program(uint32\_t TypeProgram, uint32\_t Address, uint64\_t Data);

TypeProgram 指定了写半字, 全字还是双字, 所以 Data 是一个 64 位的变量。实质都是每次写 16bit, 由于一次只能写入 16bit 的数据, 当要写入超过半字的数据时, 非中断用的方法是在函数里等待上一次写操作完成, 然后再继续写入半字, 只是这里 HAL 库帮我们封

解析：答案是（B）。

(10) STM32 微控制器 USART1 的波特率通过（ ）提供。

A. PCLK1      B. PCLK2      C. LSE      D. LSI

解析：答案是（B）。

（10） 在旧版的 STM32CN 里 P524 可查看，PCLK1 用于 USART2、3、4、5，PCLK2 用于 USART1

## 第十二届第二场

(1) 下列通信方式中，没有同步时钟信号的是（ ）。

- A. I2C      B. SPI      C. USB      D. UART

解析：答案是（CD）USB 和 UART。

(2) 二极管的伏安特性曲线（正向部分）在环境温度下降时将（ ）。

- A. 左移      B. 右移      C. 上移      D. 下移

解析：答案是（B）右移。

(3) 8 个触发器最多可以标识多少种状态（ ）。

- A. 4      B. 16      C. 128      D. 256

解析：答案是（D）256 ( $2^8$ )。

(1) I2S 是一种 3 引脚的同步串行接口通讯协议。

USART：通用同步和异步收发器；UART：通用异步收发器

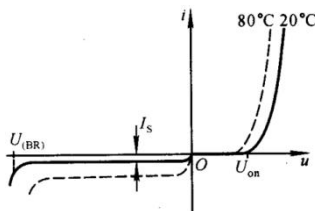


图 1.2.3 二极管的伏安特性

(3) 单个触发器能够储存一位二进制信号，0 或 1

(4) 在 TTL 电路中，若输入端悬空了，其状态（ ）。

- A. 等效于输入高电平      B. 等效于输入低电平  
C. 等效于接地      D. 状态不确定

解析：答案是（A）等效于输入高电平。

(5) 一个贴片电阻，标识为 1002，下列对该电阻描述正确的是（ ）。

- A. 电阻值为  $10\text{K}\Omega$ ，精度为 1%      B. 电阻值为  $10\text{K}\Omega$ ，精度为 10%  
C. 电阻值为  $100\text{K}\Omega$ ，精度为 1%      D. 电阻值为  $100\text{K}\Omega$ ，精度为 10%

解析：答案是（A）电阻值为  $10\text{K}\Omega$ ，精度为 1%。

(6) 下列哪些定时器属于 STM32 高级定时器（ ）。

- A. TIM1      B. TIM2      C. TIM3      D. TIM8

解析：答案是（AD）TIM1 和 TIM8。

(7) 以 9600 波特进行串口通信时，完成 1K 字节的数据传输，大约需要（ ）。

- A. 0.1s      B. 1s      C. 5s      D. 10s

解析： $1024 * 8 / 9600 = 0.85(\text{s})$ 。答案是（B）1s。

(4) 悬空相当于接高

(5) 一般来讲，用 1002 表示的是精度 1% 的。如果写成 103，也是 10K 的，精度是 5%。

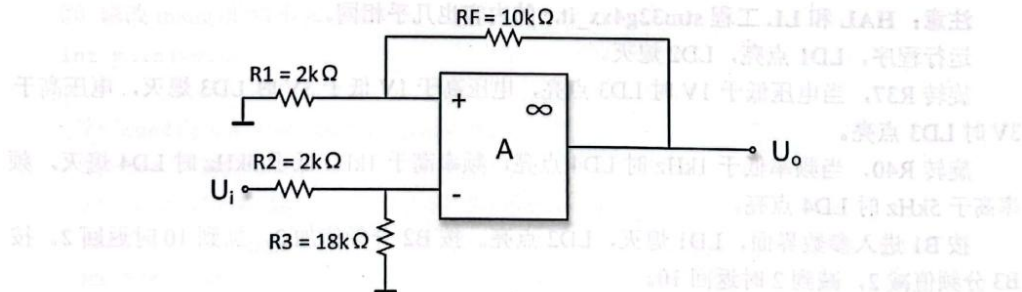
三位为 5%，四位

(8) I2C 通信“停止”信号定义为 ( )。

- A. SCL 高电平期间，拉低 SDA      B. SCL 高电平期间，拉高 SDA  
C. SCL 低电平期间，拉低 SDA      D. SCL 低电平期间，拉高 SDA

解析：答案是 (B) SCL 高电平期间，拉高 SDA。

(9) 如图所示的电路中，当  $U_i = 1V$  时， $U_o$  为 ( )。



- A. 0.1V      B. 5.4V      C. 0V      D. -0.1V

解析：运放反相端的电压为  $1 \times 18 / (2 + 18) = 0.9(V)$ ，根据虚短原则，同相端的电压也为 0.9V，流过  $R_1$  的电流为  $0.9 / 2 = 0.45(mA)$ ，方向由右向左，根据虚断原则，这个电流全部流过  $R_F$ ，压降是  $0.45 \times 10 = 4.5(V)$ ，左负右正，输出电压为  $4.5 + 0.9 = 5.4(V)$ 。答案是 (B)。

(8) 见旧版 STM32CN 的 P494

(9)  $U_- = 1/20 \times 18 = 0.9V$ ， $U_+ = U_o / 12 \times 2$ ； $U_- = U_+$  所以  $U_o = 5.4V$

(10) 竞赛平台板载的 STM32 微控制器不具备 ( )。

- A. ADC      B. DMA      C. LCD Controller      D. Ethernet

解析：答案是 (CD) LCD Controller 和 Ethernet。

# 第十三届模拟第一场

01 单选题

使用STM32系列微控制器的ADC转换功能时，需要将对应通道的IO引脚配置为何种模式？（ ）

Pin Na...	Signal on ...	GPIO outp...	GPIO mode	GPIO Pull-...
PB15	ADC2_IN15	n/a	Analog mode	No pull-up ...

模拟输入

```
GPIO_InitStruct.Pin = GPIO_PIN_15;  
GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_ANALOG;  
GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_NOPULL;
```

02 单选题

利用逻辑代数定律简化下列逻辑表达式的结果为（ ）。

$$F = A B C + A C \bar{D} + A \bar{C} + C D$$

CD+A

	00	01	11	10
00			1	
01			1	
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

03 单选题

STM32微控制器提供的是（ ）级流水线。

Cortex-M3/4 处理器使用一个 3 级流水线，流水线的 3 级分别是：取指，解码和执行

04 单选题

STM32微控制器不支持的数据类型是（ ） 双字

字（Word）：在 ARM 体系结构中，字的长度为 32 位

半字（Half-Word）：在 ARM 体系结构中，半字的长度为 16 位

字节（Byte）：在 ARM 体系结构中，字节的长度均为 8 位。

Cortex-M3 处理器字长为 32 位，他的寄存器也是 32 位的。

05 单选题

采用RS232接口实现双机通信，至少需要多少根线（ ） 用STM32驱动独立看门狗，应该采用哪种时钟源（ ）

06 单选题

3 根独立看门狗(IWDG)由专用的低速时钟(LSI)驱动，



07 单选题

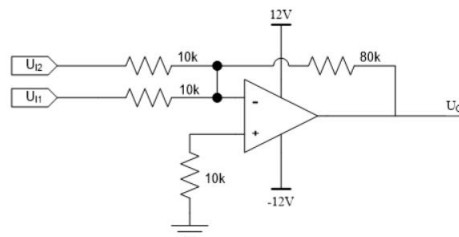
下列关于DMA描述哪一个选项是不正确 ( )

- ☐ A: DMA可以和MPU并行工作
- ☐ B: DMA数据传输结束后产生中断
- ☐ C: DMA控制器需要经过MPU访问内存
- ☐ D: 开始DMA传输前需要经过MPU初始化

C

08 单选题

电路如下图所示，其输入电压 $U_{I1}$ 、 $U_{I2}$ 分别为0.3V和0.2V，试计算出输出电压 $U_O$ 的值 ( ) V。



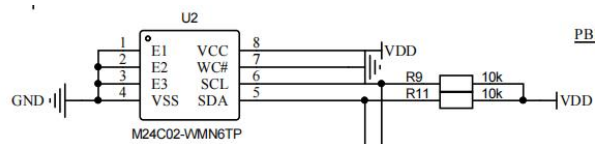
$U_+ = 0 = U_-$ ; 当  $U_1 = 0$  时,  $U_2/10 = -U_O/80$ , 所以  $U_O = -8U_2$ ; 当  $U_2 = 0$  时,  $U_1/10 = -U_O/80$ , 所以  $U_O = -8U_1$ , 所以  $U_O = -8 \times (0.3 + 0.2) = -4.0V$

09 多选题

I2C总线的物理连接组成包括 ( )。

- A: SCL线
- B: SDA线
- C: 上拉电阻
- D: 下拉电阻

☒ A ☒ B ☒ C ☐ D



10 多选题

两端输入均为0，输出为1的门电路是 ( )？

- A: 或非门
- B: 与非门
- C: 异或门
- D: 同或门

☒ A ☒ B ☐ C ☒ D

# 第十三届模拟第二场

## 01 单选题

采用RS232接口实现双机通信，至少需要多少根线（ ）。 3 根

## 02 单选题

STM32微控制器的内部ADC的工作原理是（ ）。

- ☐ A: 压频转换型
- ☒ B: 逐次逼近型
- ☐ C: 并行比较型
- ☐ D: 积分型

## 11.1 ADC介绍

12位ADC是一种逐次逼近型模拟数字转换器。

见旧版 STM32CN

## 03 单选题

将1023个1异或起来得到得结果是（ ）。 1

两个 1 异或得 0；三个异或得 1；所以奇数次得 1

## 04 单选题

ADC转换过程正确的是（ ）。 采样量化编码

## 05 单选题

嵌入式竞赛平台STM32G431微控制器外接（ ）MHz晶振作为HSE时钟源。 24

## 06 单选题

STM32中NVIC的主要功能是（ ）。

- ☐ A: 配置外部中断
- ☐ B: 控制DMA传输过程
- ☒ C: 高效处理中断
- ☐ D: 监控内核温度

见旧版 STM32CN 的 P524

嵌套向量中断控制器(NVIC)和处理器核的接口紧密相连，可以实现低延迟的中断处理和高效地处理晚到的中断。



09 多选题

对下图给出的元器件描述正确的选项是 ( )。



08 单选题

EEPROM是指 ( )。

- |   |             |
|---|-------------|
| <input type="radio"/> A: 只读存储器                    | A: 电解电容     |
| <input type="radio"/> B: 可编程的只读存储器                | B: 瓷片电容     |
| <input checked="" type="radio"/> C: 带电可擦可编程的只读存储器 | C: 容量为0.1uF |
| <input type="radio"/> D: 无程序存储器                   | D: 容量为104uF |
- ☐ A   ☒ B   ☒ C   ☐ D

2. 在STM32F103C8T6微控制器中，以下哪些时钟源可被用来驱动系统时钟SYSCLK( )。

- ☒ A: HSE   ☒ B: HSI   ☐ C: LSI   ☒ D: PLL

三种不同的时钟源可被用来驱动系统时钟(SYSCLK):

- HSI振荡器时钟
- HSE振荡器时钟
- PLL时钟

见旧版 STM32CN 的 P55

# 第十三届模拟第三场

01 单选题

STM32嵌套向量终端控制器NVIC具有可编程的优先等级（ ）个。 16

02 单选题

STM32G431RBT6微控制器的最高运行主频为（ ）。 看时钟树 170Mhz

03 单选题

下列不属于串行通信方式的是（ ）。

- ☐ A: SPI
- ☐ B: UART
- ☐ C: I2C
- ☒ D: 8080接口

04 单选题

程序以（ ）形式存放在程序存储器中。

- ☐ A: C源文件
- ☐ B: 汇编程序
- ☐ C: BCD编码
- ☒ D: 二进制编码

05 单选题

在新版本竞赛平台上集成的程序下载器、调试器为（ ）。

- ☐ A: J-Link
- ☐ B: ST-Link
- ☐ C: Co-Link
- ☒ D: CMSIS DAP-Link

06 单选题

新版本竞赛平台采用STM32G431系列微控制器作为主控，其内核为（ ）。

- ☐ A: ARM Cortex M0+
- ☐ B: ARM Cortex M3
- ☒ C: ARM Cortex M4
- ☐ D: ARM Cortex M7

07 单选题

在RS232 串口通信中，表示逻辑1的电平是（ ）。

- ☐ A: +24V
- ☐ B: +3.3V
- ☒ C: +5V ~ +15V
- ☐ D: 0V

08 多选题

数字时序逻辑电路的输出与（ ）有关。

- A: 电路的原状态
- B: 当前输入
- C: 电路的反馈
- D: 电压源

☒ A ☒ B ☐ C ☐ D

09 多选题

实现A/D转换的方法有（ ）。

A: 计数法

B: 双积分法

C: 差分法

D: 逐次逼近法

☒ A ☒ B ☐ C ☒ D

AD 转换器的类型有积分型、逐次逼近型、并行比较型、串并行型、电容阵列逐次比较性、压频变换型。

# 第十三届第一场

(1) 在 STM32 系列微控制器中, 可以作为主时钟 MCO 输出的时钟源是 (ABC) 。

A. HSI    B. HSE    C. SYSCLK    D. HSE/2

微控制器允许输出时钟信号到外部MCO引脚。

相应的GPIO端口寄存器必须被配置为相应功能。以下四个时钟信号可被选作MCO时钟:

- SYSCLK
- HSI
- HSE
- 除2的PLL时钟

时钟的选择由时钟配置寄存器(RCC\_CFGR)中的MCO[2:0]位控制。

(2) 三态门的输出状态包括 ( ABD ) 。

A. 高电平    B. 低电平    C. 模拟输出    D. 高阻态

(3) 下列表达式中与电路图相符的是 ( ) 。

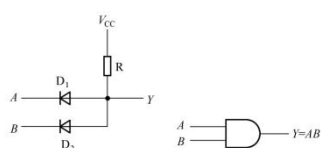
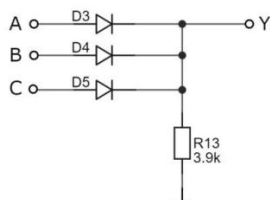


图 2-4 二极管与门电路图和逻辑符号

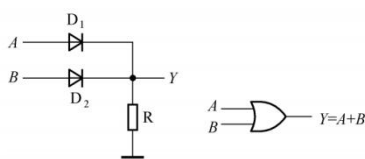


图 2-3 二极管或门电路图和逻辑符号

A.  $Y = A + B + C$     B.  $Y = C \cdot (A + B)$     C.  $Y = A \cdot B \cdot C$     D.  $Y = A \cdot B + C$

(4) 下列语句中, 可以实现 STM32 微控制器 PA0 引脚状态翻转的是 ( ) 。

A.  $GPIOA->ODR \wedge= 1$     B.  $GPIOA->BSRR \&= \sim 1$   
 B.  $GPIOA->BRR |= 1$     D.  $GPIOA->BSRR |= 1$

```
void HAL_GPIO_TogglePin(GPIO_TypeDef *GPIOx, uint16_t GPIO_Pin)
{
    /* Check the parameters */
    assert_param(IS_GPIO_PIN(GPIO_Pin));

    if ((GPIOx->ODR & GPIO_Pin) != 0x00u)
    {
        GPIOx->BRR = (uint32_t)GPIO_Pin;
    }
    else
    {
        GPIOx->BSRR = (uint32_t)GPIO_Pin;
    }
}
```

输出数据寄存器 ODR 把相应的位设置为 1, 相应的引脚就输出高电平。

(5) 下列关于 USB 的说法中正确的是 (ABCD) 。

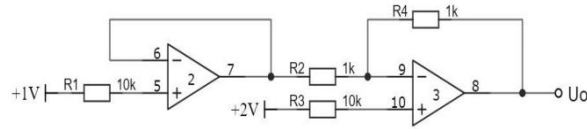
- A. 是一种串行通信方式。
- B. 能够支持热插拔、即插即用。
- C. 通信速度比 RS232 快。
- D. 级联星型拓扑结构, 分为主机(host)、集线器(hub)和设备(device)。

(6) STM32 微控制器的 DMA 通道可以连接的外设包括 ( ABCD )。

A. I2C1 B. USART1 C. USART2 D. TIM1

(7) 由理想运算放大器构成的电路如下图所示, 其输出电压  $U_o$  为 ( )。

A. 1V B. 2V C. -2V D. 3V



(8) 下列属于差分方式传输的选项是 ( AC )。

A. USB B. RS232 C. RS485 D. 1-Wire

(9) 全双工串行通信是指 ( )。

A. 设计有数据发送和数据接收引脚。 B. 发送与接收不互相制约。  
C. 设计有两条数据传输线。 D. 通讯模式和速度可编程、可配置。

(10) 下列选项中, 属于 STM32 内核级外设的是 ( BC )。

A. TIM1 B. SysTick C. NVIC D. EXTI

- 睡眠模式(Cortex™-M3内核停止, 所有外设包括Cortex-M3核心的外设, 如NVIC、系统时钟(SysTick)等仍在运行)

见旧版 STM32CN 的 P40

## 部分选择题练习

(1) 在 STM32F103 中断向量控制器管理下,可将中断分为( 5 )组。

NVIC 管理的优先级分两个层次: 抢占级(主级层)和响应级(次级层)

NVIC_PriorityGroup 0	抢占优先级 0 位, 响应优先级 4 位
NVIC_PriorityGroup 1	抢占优先级 1 位, 响应优先级 3 位
NVIC_PriorityGroup 2	抢占优先级 2 位, 响应优先级 2 位
NVIC_PriorityGroup 3	抢占优先级 3 位, 响应优先级 1 位
NVIC_PriorityGroup 4	抢占优先级 4 位, 响应优先级 0 位

(2) 在 STM32 处理器中一个 DMA 请求,至少占用(2)个周期的 CPU 访问系统总线时间

(3) STM32 处理器 APB2 上的 IO 引脚最大翻转速度为 18Mhz

(4) 两个电压放大倍数相同(电路相同,且采用同一种晶体管)的 A 和 B 电路,对同一个信号源的电压进行放大,在负载开路的条件下,测得 A 电路的输出电压较小,不考虑仪表的测量误差,这说明 A 电路( )。

A. 输入电阻大 B. 输出电阻大 C. 输入电阻小 D. 输出电阻小

(5) ARM-CORTEXM3 微控制器不可以通过以下哪些外设唤醒?( )

A. IO 端口 B. RTC 闹钟输出 C. USB 唤醒事件 D. PLL

在互联型产品中,以太网唤醒事件同样具有 WFE 唤醒功能。

使用外部 I/O 端口作为唤醒事件,请参见 9.2.4 节的功能说明

- EXTI 线 16 连接到 PVD 输出
- EXTI 线 17 连接到 RTC 闹钟事件
- EXTI 线 18 连接到 USB 唤醒事件
- EXTI 线 19 连接到以太网唤醒事件(只适用于互联型产品) 见旧版 STM32CN 的 9.2.4

(6) 同步时序电路和异步时序电路比较,其差异在于后者( )。

- A. 没有触发器  
B. 没有统一的时钟控制脉冲  
C. 没有稳定状态  
D. 输出只与内部状态有关

时序电路具有状态记忆功能,组合逻辑电路没有记忆功能。时序电路中必须包含触发器,所以必须有有时钟信号。时序逻辑电路通常由存储电路(触发器)和组合逻辑电路(各种逻辑门)组成。

(7) 以下关于 STM32 处理器的描述中正确的是( )。

A. DMA 可编程控制器的数据传输最大数目为 65535

B. 中断屏蔽器可以屏蔽所有的异常和中断

C. STM32 ADC 是 12 位的连续近似模拟到数字转换器

D. 外设的 DMA 请求通过逻辑“与”关系送到 DMA 控制器,同时可以有多个请求有效

A 见 DMA 介绍⑧, 最大为 65535, 从 0 到 65535 有 65536 个

B 见旧版 STM32CN 的 P59, 除了 NMI 外所有异常和中断

(8) N 个触发器构成的计数器中,有效状态最多有( )个。

- A.  $2^N$     B. N    C.  $2N-1$     D.  $2N$

触发器 (FF) 对信号有记忆储存功能, 单个触发器能够储存一位二进制信号, 0 或 1。

● 68个可屏蔽中断通道(不包含16个Cortex™-M3的中断线);

● 16个可编程的优先等级(使用了4位中断优先级);

见旧版的 STM32CN 的 P131

(9) 欲提高电压比较器的抗干扰能力, 应选用下列哪种类型的比较器?

- A. 双限比较器    B. 滞回比较器    C. 过零比较器    D. 单限比较器

见信号的转换

(10) 关于 STM32F103RBT6 微控制器错误的说法是( )。

A. IO 口寄存器需以 32 位字的方式访问, 但每个 IO 口可以自由编程

B. 部分 IO 口兼容 5V 是指 IO 口具有输入、输出 5V 电平的能力

C. 片内 ADC 是 12 位的逐次逼近型模拟数字转换器

D. 片内 ADC 转换数据对齐方式是可配置的

每个 I/O 端口位可以自由编程, 然而 I/O 端口寄存器必须按 32 位字被访问(不允许半字或字节访问)。GPIOx\_BSRR 和 GPIOx\_BRR 寄存器允许对任何 GPIO 寄存器的读/更改的独立访问; 这样, 在读和更改访问之间产生 IRQ 时不会发生危险。见旧版 STM32CN 的 P105

12 位 ADC 是一种逐次逼近型模拟数字转换器。它有多达 18 个通道, 可测量 16 个外部和 2 个内部信号源。各通道的 A/D 转换可以单次、连续、扫描或间断模式执行。ADC 的结果可以左对齐或右对齐方式存储在 16 位数据寄存器中。见旧版 STM32CN 的 P155

(11) 对结构体变量 sh 成员引用错误的是( )。

```
struct shape {
```

```
float length;
```

```
}sh, *ptr;
```

```
ptr = &sh;
```

见指针

- A. sh.width    B. (\*ptr).length    C. ptr→width    D. ptr.length

(12) 关于 Cortex M3 内核与 STM32 控制器的说法中错误的有( )。

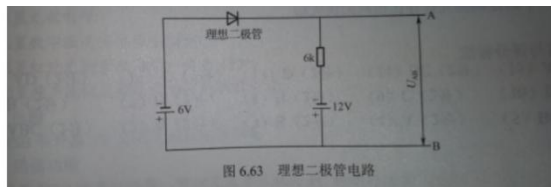
A. CortexM3 系列处理器支持 Thumb 指令集

B. CortexM3 可以支持对单一的比特位进行读写的操作

C. 串口既可以工作在异步模式下, 也可以工作在同步模式下

D. USART1、USART2 和 USART3 的数据收发均支持 DMA 操作

(13) 由理想二极管组成的电路如图 6.63 所示, AB 两端的电压  $U_{AB}$  为 (-6V)



(14) 下列有关信号的说法中错误的是( )

A. 信号是消息的表现形式

B. 信号可以分解为周期信号和非周期信号

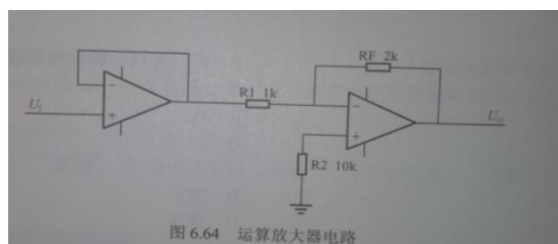
C. 声音和图像都是信号

D. 信号都可以用一个确定的时间函数来描述



(15) 图 6.64 所示的运算放大器电路中,  $U_1=2V$ , 运放通过 DC 12V 单电源供电, 输出端电压  $U_0$  为 ( )

- A. 4V    B. 1V    C. -4V    D. 以上均不正确



如果是双电源供电, 应该输出-4V, 单电源供电, 运放无法输出负压。

(16) STM32 启动模式包括

- A. 主闪存存储器启动    B. 系统存储器启动  
C. 内置 SRAM 存储器启动    D. BKP 备份区域启动    见旧版的 STM32CN 的 P33

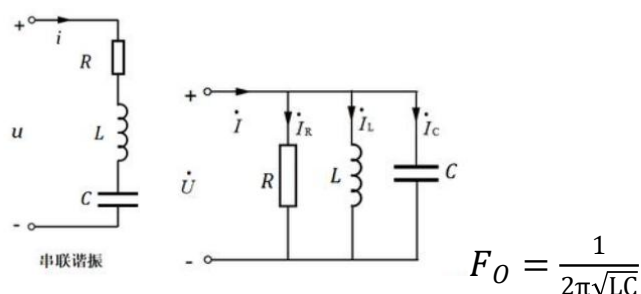
启动模式选择引脚		启动模式	说明
BOOT1	BOOT0		
X	0	主闪存存储器	主闪存存储器被选为启动区域
0	1	系统存储器	系统存储器被选为启动区域
1	1	内置SRAM	内置SRAM被选为启动区域

(17) RLC 串联电路的谐振频率为  $F_0=1000HZ$ , 当频率为 800HZ 的正弦电压源激励时该电路呈 ( )

- A. 阻性    B. 容性    C. 感性    D. 不能确定

RLC 并联电路:  $F > F_0$  时, 电路容性;  $F = F_0$  时, 电路阻性;  $F < F_0$  时, 电路感性。

RLC 串联电路:  $F > F_0$  时, 电路感性;  $F = F_0$  时, 电路阻性;  $F < F_0$  时, 电路容性。



(18) 由 5 个 D 触发器构成的环形计数器, 其计数长度为 ( )

- A. 32    B. 25    C. 10    D. 5

(19) 在数字电路中, 三极管相当于一个开关。 通常工作在 ( ) 状态。

- A. 饱和    B. 截止    C. 放大    D. 死区

(20) 以下关于 USB 通信的说法中错误的是 ( )

- A. 串行通信方式    B. 通过一对差分信号线传输数据  
C. 不可热插拔    D. 通信速率比 RS-232 快

(21) 以下哪项为非文件系统格式?

- A. FAT    B. NTFS    C. DOS    D. Ext

(22) Cortex M3 处理器中的寄存器 r14 代表 ( )

- A. 通用寄存器    B. 程序计数器  
C. 链接寄存器    D. 程序状态寄

(23) 两个逻辑函数恒等, 则它们必然具有唯一的 ( )

- A. 逻辑表达      B. 真值表      C. 电路图      D. 逻辑图形符号

(24) 以下关于差分信号的说法中正确的是 ( )

- A. 差分信号在 PCB 布线处理中, 一般要求等间距、等长处理  
B. CAN、RS-485、RS-232 均为差分接收方式, 具有较好的抑制共模干扰能力  
C. 采用差分信号进行数据传输的通信方式中, 数据接收端与发送端必须共地  
D. 数据接收端通过比较驱动端发送的两个电压信号差值来判断逻辑状态

(25) NAND FLASH 存储器和 NOR FLASH 存储器的区别是 ( )

- A. NOR FLASH 读速度较慢      B. NAND FLASH 写速度较慢  
C. NAND FLASH 擦除速度较慢      D. NAND FLASH 擦除单元较小

(26) 不具有压电效应的滤波器是(BD)

- A. 石英晶体滤波器      B. LC 滤波器  
C. 声表面波滤波器      D. RC 滤波器

(27) 以下关于 ARM Cortex M3 处理器的说法中错误的是(AC)。

- A. Cortex-M3 系列处理器不支持 Thumb-2 指令集  
B. STM32 IO 端口寄存器必须以 32 位字的方式访问  
C. Cortex-M3 处理器可以使用 4 个堆栈  
D. 中断控制器允许存在相同的优先级

(28) 下列说法中正确的是(ABCD)

- A. STM32 ADC 是一个 12 位的连续近似模拟到数字的转换器。  
B. Cortex M3 可以使用小端格式访问代码。  
C. STM32 中, 多个外设产生的 DMA 请求, 同时只能有一个请求有效。  
D. I2C 总线的启动信号和停止信号, 只能由主器件发起。

(29) 以下哪些可以作为 STM32F103RBT6 片内 RTC 的时钟源?

- A. HSE      B. LSI      C. HSE/128      D. LSE      E. HSI      F. PLL

● 可以选择以下三种 RTC 的时钟源:

- HSE 时钟除以 128;
- LSE 振荡器时钟;
- LSI 振荡器时钟(详见 6.2.8 节 RTC 时钟)。 见旧版的 STM32CN 的 P308

(30) 串口通信中用于描述通信速度的波特单位是 ( )

- A. 字节/秒      B. 位/秒      C. 帧/秒      D. 字/秒

(31) I2C 协议中设备的地址模式有 (AC)

- A. 7 位地址模式      B. 8 位地址模式      C. 10 位地址模式      D. 4 位地址模式

#### 24.2 I<sup>2</sup>C 主要特点

- 并行总线/I<sup>2</sup>C 总线协议转换器
- 多主机功能: 该模块既可做主设备也可做从设备
- I<sup>2</sup>C 主设备功能
  - 产生时钟
  - 产生起始和停止信号
- I<sup>2</sup>C 从设备功能
  - 可编程的 I<sup>2</sup>C 地址检测
  - 可响应 2 个从地址的双地址能力
  - 停止位检测

- 产生和检测 7 位/10 位地址和广播呼叫

见旧版的 STM32CN 的 P493

(32) 下列哪个电路不是时序逻辑电路 ( )。

- A. 计数器      B. 寄存器      C. 译码器      D. 触发器

时序电路具有状态记忆功能, 组合逻辑电路没有记忆功能。时序电路中必须包含触发器。

(33) 下列关于 do-while 语句的循环体说法正确的是 ( )。

- A. 可能一次都不执行                      B. 至少执行一次  
C. 先判断条件, 再执行循环体            D. 以上说法均不正确

(34) 当放大电路的电压增益为-20dB 时, 说明它的电压放大倍数为 ( )

- A. -20 倍      B. 20 倍      C. 10 倍      D. 0.1 倍

电压增益  $G=20\lg A=-20$ , 所以  $A=0.1$

(35) 希望变量的内容每次都被直接读值, 不被编译器优化省略, 应使用下列哪个关键字 ( )。

- A. Volatile      B. register      C. static      D. extern

volatile 提醒编译器它后面所定义的变量随时都有可能改变, 因此编译后的程序每次需要存储或读取这个变量的时候, 都会直接从变量地址中读取数据。如果没有 volatile 关键字, 则编译器可能优化读取和存储, 可能暂时使用寄存器中的值, 如果这个变量由别的程序更新了的话, 将出现不一致的现象。所以为了安全起见, 只要是等待别的程序修改某个变量的话, 就加上 volatile 关键字。

Static: 具有隐藏的作用, 利用这一特性可以在不同的文件中定义同名函数和同名变量, 而不必担心命名冲突; 保持变量内容的持久;

(36) 理论上, 多级放大电路和组成它的各单级放大电路相比, 通频带 ( )

- A. 变宽      B. 变窄      C. 不变      D. 无关联

(37) 定义一个指向函数的指针 a, 该函数有一个整型参数, 并返回一个整形数 ( )。

- A. `int(*a)(int)`      B. `(*int)(a)(int)`      C. `int(*a)(*int)`      D. `*int a(int)`

(38) 两套硬件之间采用下列哪些通信方式进行通信时, 必须共地 ( ABC )。

- A. I2C      B. SPI      C. UART(TTL)      D. RS485

(39) 当电路中的有用信号为某一固定频率时, 宜选用\_\_\_\_\_滤波器

- A. 带阻      B. 低通      C. 高通      D. 带通

(40) 直流电源的滤波电路宜选用\_\_\_\_\_滤波器。

- A. 带阻      B. 低通      C. 高通      D. 带通

(41) 单个运算放大器和若干个电阻无法构成以下哪种电路? ( CD )

- A. 比较器      B. 跟随器      C. 乘法器      D. 振荡器

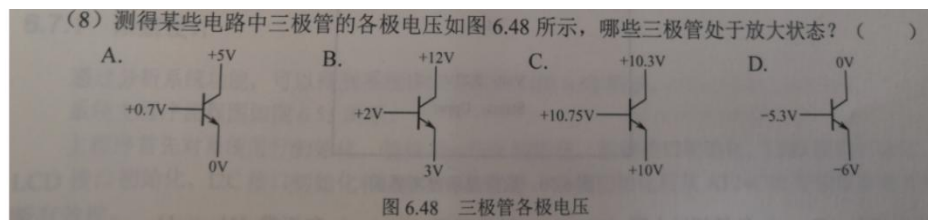
(42) 超声波传感器基于下列哪个物理效应? ( )

- A. 温度效应      B. 霍尔响应      C. 压电效应      D. 横向效应

(43) 某传感器输出电压信号(几乎不能够提供电流), 经过放大后希望输出电压与信号成正比, 此时应该选择( )放大电路。

- A. 电流并联负反馈      B. 电流串联负反馈  
C. 电压串联负反馈      D. 电压并联负反

(44) AD



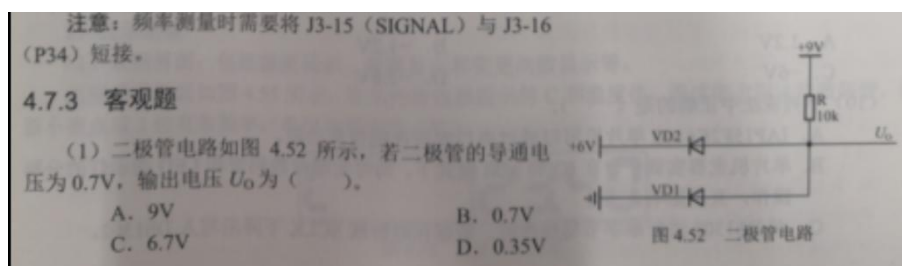
使晶体管工作在放大状态的外部条件: 发射结正偏, 集电结反偏

(45) 以下表达式中符合逻辑运算法则的是 ( )

- A.  $C \cdot C=C^2$       B.  $1+1=10$       C.  $0<1$       D.  $C+1=1$

逻辑或运算

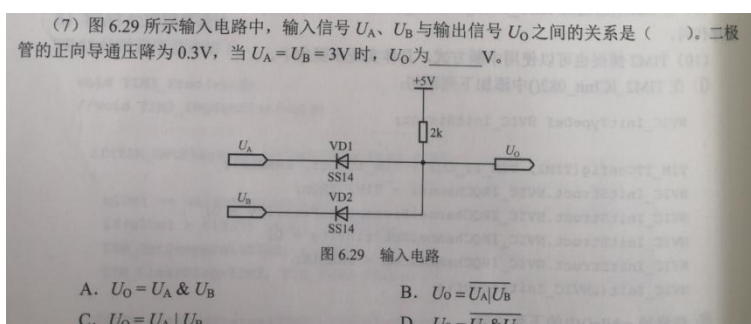
(46) **B**, VD1 导通, 电压钳制在 0.7V, VD2 未导通。



(47) 有源二端口网络在端口开路时测得端口电压为 24V, 当端口接入  $10\Omega$  电阻时测得端口电压为 10V, 则该二端网络的等效电动势为( ), 等效内阻为( )。

A. 24V,  $10\Omega$     **B. 24V,  $14\Omega$**     C. 10V,  $10\Omega$     D. 10V,  $14\Omega$

(48) **A**, 3.3V (VD2 和 VD1 导通)



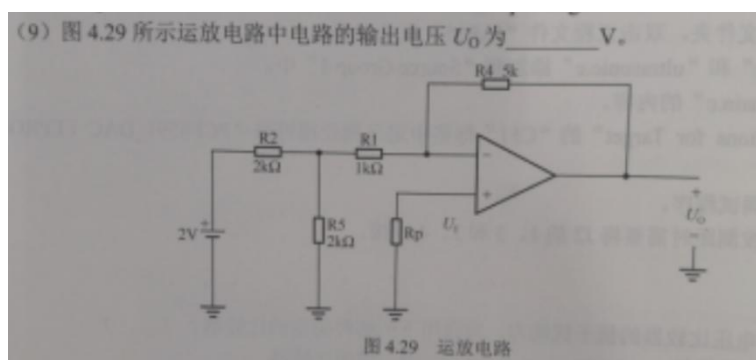
$U_A=0, U_B=1$ : 若 VD2 导通, 则  $U_O=1.3V$ , 此时 VD1 烧坏, 所以不成立。若 VD1 导通,  $U_O=0.3V$ ; 排除 C

$U_A=1, U_B=0$ : 若 VD1 导通, 则  $U_O=1.3V$ , 此时 VD2 烧坏, 所以不成立。若 VD2 导通,  $U_O=0.3V$ ; 排除 C

$U_A=0, U_B=0$ : 都导通,  $U_O=0.3V$ ; 排除 B, D

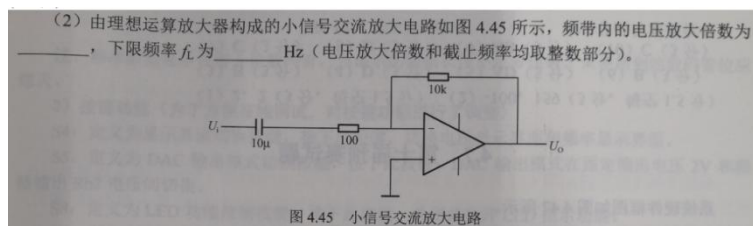
$U_A=1, U_B=1$ : 都导通,  $U_O=3.3V$ ; 排除 B, D

(49)

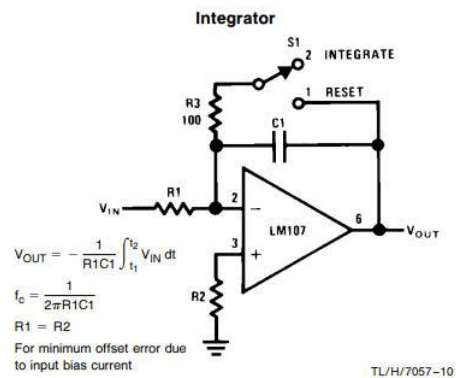
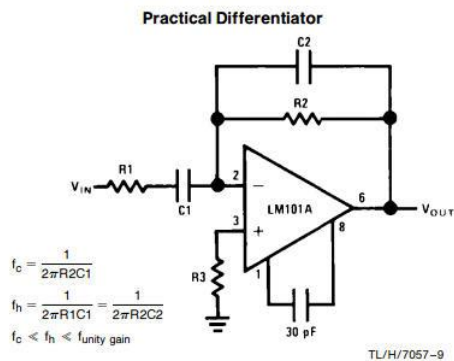


$U^- = U^+ = 0$ , 简化电路,  $I^+ = 2V * (R_5 / (R_1 + R_5)) [R_2 + (R_1 // R_5)] = 0.5mA$ , 方向向右, 所以  $U_O = -5 * 0.5 = -2.5V$

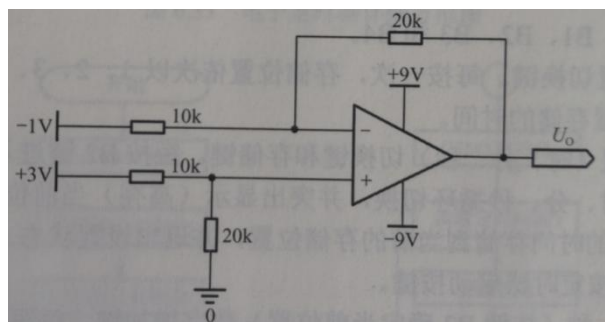
(50)  $U_o/10k = -U_i/100$  所以  $A = -100$



$$F_L = \frac{1000000}{2\pi \times 100 \times 10} = 159$$



(51)  $U_+ = 3 \times (2/3) = 2V$ ,  $(U_o - 2)/20 = 3/10$ , 所以  $U_o = 8V$



# 一、DMA 介绍

DMA 全称 Direct Memory Access，即直接存储器访问。

DMA 传输将数据从一个地址空间复制到另一个地址空间。当 CPU 初始化这个传输动作，传输动作本身是由 DMA 控制器来实现和完成的。

DMA 传输方式**无需 CPU** 直接控制传输，也没有中断处理方式那样保留现场和恢复现场过程，通过硬件为 RAM 和 IO 设备开辟一条直接传输数据的通道，使得 CPU 的效率大大提高。

DMA 作用：为 CPU 减负。

STM32 最多有 2 个 DMA 控制器（DMA2 仅存在大容量产品中），**DMA1 有 7 个通道**。DMA2 有 5 个通道。每个通道专门用来管理来自于一个或多个外设对存储器访问的请求。还有一个仲裁起来协调各个 DMA 请求的优先权。

STM32 的 DMA 有以下一些特性：

- ①每个通道都直接连接专用的硬件 DMA 请求，都支持软件触发，这些通过软件来配置。
- ②在七个请求间的优先权可以通过软件编程设置(共有**四级**：很高、高、中等和低)，假如在相等优先权时由硬件决定(**请求 0 优先于请求 1**，依此类推)。
- ③ 独立的源和目标数据区的传输宽度(字节、半字、全字)，模拟打包和拆包的过程。源和目标地址必须按数据传输宽度对齐。
- ④ 支持循环的缓冲器管理
- ⑤ 每个通道都有 **3 个事件标志**(DMA 半传输，DMA 传输完成和 DMA 传输出错)，这 3 个事件标志逻辑或成为一个单独的中断请求。
- ⑥ 外设和存储器，存储器和外设的传输，存储器和存储器间的传输
- ⑦ 闪存、SRAM、外设的 SRAM、APB1 APB2 和 AHB 外设均可作为访问的源和目标。
- ⑧ 可编程的数据传输数目：最大为 65536

从外设（TIMx、ADC、SPIx、I2Cx 和 USARTx）产生的 DMA 请求，通过逻辑或输入到 DMA 控制器，这就意味着**同时只能有一个请求有效**。外设的 DMA 请求，可以通过设置相应的外设寄存器中的控制位，被独立地开启或关闭。



## 二、三极管

【例 2-1】在如图 2-7 所示的反相器电路中，若  $V_{CC}=5V$ ，则三极管导通的  $V_{BE}=0.7V$ ，饱和压降  $v_{CES}=0.3V$ ， $\beta=30$ ，输入的高、低电平分别为  $V_{IH}=5V$  和  $V_{IL}=0V$ 。

(1) 试计算输入高、低电平时对应的输出电平，并说明电路参数的设计是否合理。

(2) 试说明电路中哪些参数影响三极管是否饱和？

解：(1) 当  $v_i=V_{IL}=0V$  时，三极管显然工作在截止状态， $i_B=0$ ， $i_C=0$ ，则  $v_O=V_{CC}$ ，电路实现了输入为低电平时，输出为高电平。

当  $v_i=V_{IH}=5V$  时，三极管导通，有

$$i_B = \frac{V_{IH} - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 0.7}{10} = 0.43(mA)$$

$$I_{BS} \approx \frac{V_{CC}}{\beta R_C} = \frac{5}{30 \times 1} \approx 0.167(mA)$$

显然满足  $i_B > I_{BS}$ ，三极管工作在饱和状态，有  $v_O=v_{CES}=0.3V$ 。

电路实现了输入为高电平时，输出为低电平。因此，图 2-7 电路参数的设计是合理的，实现了反相器功能。

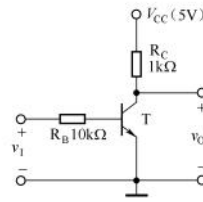


图 2-7 三极管反相器

三极管工作原理：

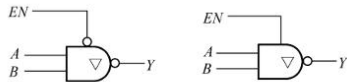
当  $U_{be} < 0.7V$  时，在截止区

当  $U_{be} > 0.7V$  时，开始工作，一直到  $U_{ce} = 0.7V$  (集电结反偏)

时，在放大区

当  $U_{ce} = 0.7V$  时，在临界饱和状态，有临界饱和电流  $I_{CS} = \frac{V_{CC}-0.7}{R_C}$ ； $I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta} = \frac{V_{CC}-0.7}{\beta R_C}$

当  $U_{ce} < 0.7V$  时， $U_{BC} > 0$ ， $i_B > I_{BS}$ ， $i_B > \beta i_C$ ，可看作输出电压为  $U_{CES} = 0.3V$

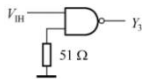


(b) 低电平有效的三态门逻辑符号

(c) 高电平有效的三态门逻辑符号

(b) 当  $EN=0$  时正常工作， $EN=1$  时输出高阻

若下图为 CMOS 电路，则  $Y=1$ ，CMOS 管中无电流，电阻可看作导线





## 三、总线分类

1、总线按功能和规范可分为五大类型：数据总线、地址总线、控制总线、扩展总线及局部总线。

数据总线、地址总线和控制总线也统称为系统总线，即通常意义上所说的总线。

常见的**数据总线**为 ISA、EISA、VESA、PCI 等。

**地址总线**：是专门用来传送地址的，由于地址只能从 CPU 传向外部存储器或 I/O 端口，所以地址总线总是单向三态的，这与数据总线不同，地址总线的位数决定了 CPU 可直接寻址的内存空间大小。

**控制总线**：用来传送控制信号和时序信号。控制信号中，有的是微处理器送往存储器和 I/O 接口电路的；也有是其它部件反馈给 CPU 的，比如：中断申请信号、复位信号、总线请求信号、设备就绪信号等。

2、按照传输数据的方式划分，可以分为**串行总线**和**并行总线**。

串行总线中，二进制数据逐位通过一根数据线发送到目的器件；

并行总线的数据线通常超过 2 根。常见的串行总线有 SPI、I2C、USB 及 RS232 等。

3、按照时钟信号是否独立，可以分为**同步总线**和**异步总线**。

同步总线的时钟信号独立于数据，而异步总线的时钟信号是从数据中提取出来的。SPI、I2C 是同步串行总线，RS232 采用异步串行总线。

4、微机中总线一般有**内部总线**、**系统总线**和**外部总线**。

内部总线是微机内部各外围芯片与处理器之间的总线，用于芯片一级的互连，有 I2C，SCI，IIS，SPI，UART，JTAG，CAN，SDIO，GPIO；

而系统总线是微机中各插件板与系统板之间的总线，用于插件板一级的互连，有 ISA，EISA，VESA，PCI；

外部总线则是微机和外部设备之间的总线，微机作为一种设备，通过该总线和其他设备进行信息与数据交换，它用于设备一级的互连，有 RS-232-C，RS-485，IEEE-488，USB。

## 四、信号的转换

①RC 桥式正弦波振荡电路，产生正弦波，利用自激振荡

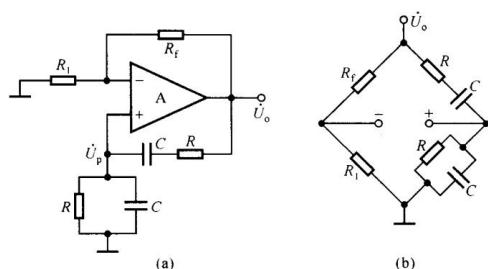


图 8.1.7 RC 桥式正弦波振荡电路

②单限比较器可产生矩形波

### 二、一般单限比较器

图 8.2.7 (a) 所示为一般单限比较器， $U_{REF}$  为外加参考电压。根据叠加原理，集成运放反相输入端的电位

$$u_N = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{REF}$$

令  $u_N = u_P = 0$ ，则求出阈值电压

$$U_T = -\frac{R_2}{R_1} U_{REF} \quad (8.2.1)$$

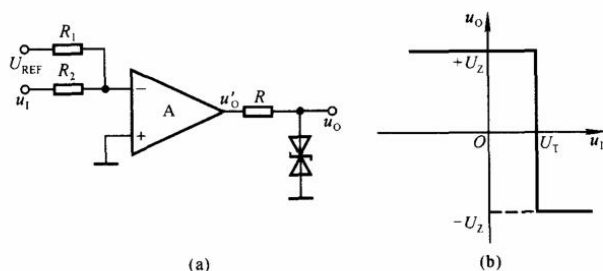


图 8.2.7 一般单限比较器及其电压传输特性  
(a) 电路 (b) 电压传输特性

大于  $U_t$  为负，小于  $U_t$  为正

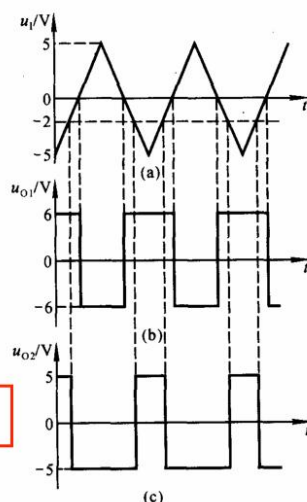
**【例 8.2.1】** 在图 8.2.6 所示电路中，稳压管的稳定电压  $U_Z = \pm 6 \text{ V}$ ；在图 8.2.7 (a) 所示电路中， $R_1 = R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ，基准电压  $U_{REF} = 2 \text{ V}$ ，稳压管的稳定电压  $U_Z = \pm 5 \text{ V}$ ；它们的输入电压均为图 8.2.8 (a) 所示的三角波。试分别画出两电路输出电压的波形。

**解：** 根据图 8.2.6 所示电路可知，当  $u_1 < 0 \text{ V}$  时， $u_{O1} = +U_Z = +6 \text{ V}$ ；当  $u_1 > 0 \text{ V}$ ， $u_{O1} = -U_Z = -6 \text{ V}$ ；所以画出其输出电压  $u_{O1}$  的波形如图 8.2.8 (b) 所示。

根据式 (8.2.1)

$$U_T = -\frac{R_2}{R_1} U_{REF} = \left(-\frac{5}{5} \cdot 2\right) \text{ V} = -2 \text{ V}$$

因此，当  $U_1 < -2 \text{ V}$  时， $U_{O1} = +U_Z = +5 \text{ V}$ ；当  $U_1 > -2 \text{ V}$ ， $U_{O1} = -U_Z = -5 \text{ V}$ ；所以画出其输出电压  $u_{O2}$  的波形如图 8.2.8 (c) 所示。



### ③ 滞回比较器

目的，如图 8.2.10 (a) 所示。图中同相输入端的电位

$$u_P = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{REF} \pm \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_Z$$

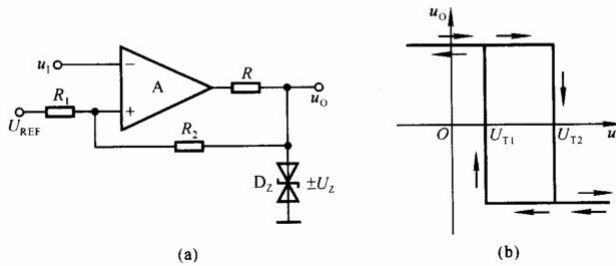


图 8.2.10 加了参考电压的滞回比较器

(a) 电路 (b) 电压传输特性

令  $u_N = u_P$ ，求出的  $u_I$  就是阈值电压，因此得出

$$\begin{cases} U_{T1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{REF} - \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_Z & (8.2.3a) \\ U_{T2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{REF} + \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_Z & (8.2.3b) \end{cases}$$

两式中第一项是曲线在横轴左移或右移的距离，当  $U_{REF} > 0$  V 时，图(a)所示电路的电压传输特性如图(b)所示，改变  $U_{REF}$  的极性即可改变曲线平移的方向。

为使电压传输特性曲线上、下平移，则应改变稳压管的稳定电压。

### ④ 积分电路

当输入为阶跃信号时，若  $t_0$  时刻电容上的电压为零，则输出电压波形如图 7.1.17 (a) 所示。当输入为方波和正弦波时，输出电压波形分别如图(b)和(c)所示。可见，利用积分运算电路可以实现方波 - 三角波的波形变换和正弦 - 余弦的移相功能。

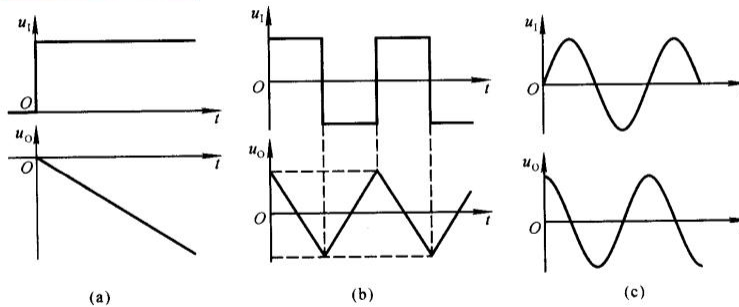


图 7.1.17 积分运算电路在不同输入情况下的波形

(a) 输入为阶跃信号 (b) 输入为方波 (c) 输入为正弦波

### ⑤ 加减运算电路

#### 二、加减运算电路

从比例运算电路和求和运算电路的分析可知，输出电压与同相输入端信号电压极性相同，与反相输入端信号电压极性相反，因而如果多个信号同时作用于两个输入端时，那么必然可以实现加减运算。

图 7.1.10 所示为四个输入的加减运算电路，表示反相输入端各信号作用和同相输入端各信号作用的电路分别如图 7.1.11 (a) 和 (b) 所示。

图(a)所示电路为反相求和运算电路，故输出电压为

$$u_{O1} = -R_f \left( \frac{u_{I1}}{R_1} + \frac{u_{I2}}{R_2} \right)$$

图(b)所示电路为同相求和运算电路，若  $R_1 // R_2 // R_3 = R_4 // R_5$ ，则输出电压为

$$u_{O2} = R_f \left( \frac{u_{I3}}{R_3} + \frac{u_{I4}}{R_4} \right)$$

图 7.1.10 加减运算电路

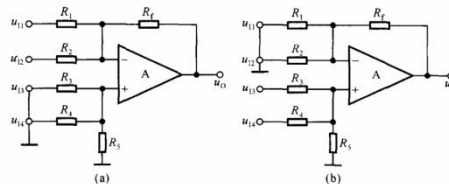


图 7.1.11 利用叠加原理求解加减运算电路

(a) 反相输入端各信号作用时的等效电路 (b) 同相输入端各信号作用时的等效电路  
因此，所有输入信号同时作用时的输出电压为

$$u_O = u_{O1} + u_{O2} = R_f \left( \frac{u_{I1}}{R_1} + \frac{u_{I2}}{R_2} - \frac{u_{I3}}{R_3} - \frac{u_{I4}}{R_4} \right) \quad (7.1.15)$$

## 五、四种函数介绍

(4) A **重载函数**，同一个函数完成不同的功能，常用来实现功能类似而所处理的数据类型不同的问题。允许在同一范围中声明几个功能类似的同名函数，但是这些同名函数的形式参数（指参数的个数、类型或者顺序）必须不同。

B **内联函数**，其目的是为了提高函数的执行效率，用关键字 `inline` 放在函数定义(注意是定义而非声明)的前面即可将函数指定为内联函数，内联函数一般都是 1-5 行的小函数。

```
inline int max(int a, int b){  
    return a > b ? a : b;  
}
```

则调用：`cout<<max(a, b)<<endl;`

在编译时展开为：`cout<<(a > b ? a : b)<<endl;` 因为调用函数比求解等价表达式要慢得多，所以用内联函数，从而消除了把 `max` 写成函数的额外执行开销。

C **递归函数**，一种计算过程，其中每一步都要用到前一步或前几步的结果，例如连加、连乘及阶乘等。

D **嵌套函数**，如在 `outer_fun()`函数中嵌套一个 `inner_fun()`函数，那么此时 `outer_fun()`函数就叫做外部函数，`inner_fun()`函数就叫做内部函数。



```
def out_fun():# 外部函数  
    def inner_fun():# 内部函数  
        print("内部函数")  
    print("外部函数")  
    inner_fun()  在外部函数中调用内部函数  
  
out_fun() 调用外部函数
```

输出结果：

外部函数
内部函数

函数体中代码都是自上而下执行的，我们可以看到上图中最终输出结果是先输出"外部函数"，再输出"内部函数"。因为内部函数 `inner_fun()`的调用在 `print("外部函数")`语句后面，所以会先打印"外部函数"。记住函数只有调用后才起作用。嵌套函数中内部函数只能在包含它的函数的直接父级（外部函数）调用。例如上述例子中 `inner_fun()`函数只能在 `outer_fun()`函数中调用，如果在函数外部调用则会报错。

## 六、指针

- (1) `int p;` //这是一个普通的整型变量
- (2) `int *p;` //首先从 `P` 处开始,先与`*`结合,所以说明 `P` 是一个指针,然后再与 `int` 结合,说明指针所指向的内容的类型为 `int` 型.所以 `P` 是一个返回整型数据的**指针**
- (3) `int p[3];` //首先从 `P` 处开始,先与`[]`结合,说明 `P` 是一个数组,然后与 `int` 结合,说明数组里的元素是整型的,所以 `P` 是一个由整型数据组成的数组
- (4) `int *p[3];` //首先从 `P` 处开始,先与`[]`结合,因为其优先级比`*`高,所以 `P` 是一个数组,然后再与`*`结合,说明数组里的元素是指针类型,然后再与 `int` 结合,说明指针所指向的内容的类型是整型的,所以 `P` 是一个由返回整型数据的**指针所组成的数组**
- (5) `int (*p)[3];` //首先从 `P` 处开始,先与`*`结合,说明 `P` 是一个指针然后再与`[]`结合(与"`()`"这步可以忽略,只是为了改变优先级),说明指针所指向的内容是一个数组,然后再与 `int` 结合,说明数组里的元素是整型的.所以 `P` 是一个指向由整型数据组成的**数组的指针**
- (6) `int **p;` //首先从 `P` 开始,先与`*`结合,说是 `P` 是一个指针,然后再与`*`结合,说明指针所指向的元素是指针,然后再与 `int` 结合,说明该指针所指向的元素是整型数据.由于二级指针以及更高级的指针极少用在复杂的类型中,所以后面更复杂的类型我们就不考虑多级指针了,最多只考虑一级指针.
- (7) `int p(int);` //从 `P` 处起,先与`()`结合,说明 `P` 是一个**函数**,然后进入`()`里分析,说明该函数有一个整型变量的参数,然后再与外面的 `int` 结合,说明函数的**返回值是一个整型数据**
- (8) `int (*p)(int);` //从 `P` 处开始,先与指针结合,说明 `P` 是一个**指针**,然后与`()`结合,说明**指针指向的是一个函数**,然后再与`()`里的 `int` 结合,说明函数有一个 `int` 型的参数,再与最外层的 `int` 结合,说明**函数的返回类型是整型**,所以 `P` 是一个指向有一个整型参数且返回类型为整型的函数的指针
- (9) `int (*p(int))[3];` //可以先跳过,不看这个类型,过于复杂从 `P` 开始,先与`()`结合,说明 `P` 是一个函数,然后进入`()`里面,与 `int` 结合,说明函数有一个整型变量参数,然后再与外面的`*`结合,说明函数返回的是一个指针,,然后到最外面一层,先与`[]`结合,说明返回的指针指向的是一个数组,然后再与`*`结合,说明数组里的元素是指针,然后再与 `int` 结合,说明指针指向的内容是整型数据.所以 `P` 是一个参数为一个整数据且返回一个指向由整型指针变量组成的数组的指针变量的函数.
- (10) `int a=12; int b; int *p; int **ptr;`
  - ① `p=&a;` //`&a` 的结果是一个指针,类型是 `int*`,指向的类型是 `int`,指向的地址是 `a` 的地址。
  - ② `*p=24;` //`*p` 的结果,在这里它的类型是 `int`,它所占用的地址是 `p` 所指向的地址,显然, `*p` 就是变量 `a`,这个语句相当于给 `a` 赋值, `a=24;`
  - ③ `ptr=&p;` //`&p` 的结果是个指针,该指针的类型是 `p` 的类型加个`*`,在这里是 `int **`。该指针所指向的类型是 `p` 的类型,这里是 `int*`。该指针所指向的地址就是指针 `p` 自己的地址。
  - ④ `*ptr=&b;` //`*ptr` 是个指针, `&b` 的结果也是个指针,且这两个指针 的类型和所指向的类型是一样的,所以用`&b` 来给`*ptr` 赋值就是毫无问题的了。



## 七、通信方式

UART (USART-同步/异步) 是通用异步收发器 (异步串行通信口) 的英文缩写, 它包括了 RS232、RS499、RS423、RS422 和 RS485 等接口标准规范和总线标准规范, 即 UART 是异步串行通信口的总称。

RS232、RS499、RS423、RS422 和 RS485 等, 是对应各种异步串行通信口的接口标准和总线标准, 它规定了通信口的电气特性、传输速率、连接特性和接口的机械特性等内容。实际上是属于通信网络中的**物理层** (最底层) 的概念, 与通信协议没有直接关系。而通信协议, 是属于通信网络中的数据链路层 (上一层) 的概念;

(1) **TTL 电平**: 全双工 (逻辑 1: 2.4V-5V 逻辑 0: 0V-0.5V), 用于两个 MCU 间通信

(2) **RS-232 电平**: 全双工 (逻辑 1: -15V-5V 逻辑 0: +3V-+15V)。

用于 MCU 与 PC 机之间通信。

RS232 串口通信最少 3 根线 (RXD、TXD 和 GND)。

RS-232-C 的电气接口电路采取的是不平衡传输方式, 即所谓单端通讯, 其发送电平与接收电平的差只有 2~3V, 所以共模抑制能力较差, 容易受到共地噪声和外部干扰的影响。

(3) **RS-485**: 半双工 (逻辑 1: +2V-+6V 逻辑 0: -6V--2V)。

RS485 总线通信的一般是两根线。

RS-485 接口是采用平衡驱动器和差分接收器的组合, 抗共模干扰能力增强, 即抗噪声干扰性好。

(4) **CAN 总线**: 逻辑 1: -1.5V--0V 逻辑 0: +1.5V--+3V) 这里的电平指 CAN\_High、CAN\_Low 两线间的电压差。CAN 总线是独立出来的, 有独立的输入输出引脚, 且通常与 USB D+、USB D- 复用, 而 TTL、RS232、RS485 一般是通过 UART\USART 口直接输出或者转换而来的;

TTL、RS232 是逻辑电平信号。RS-485、CAN 为差分信号。

(5) **I2C 协议**: I2C 总线是一种简单、半双工、双向二线制同步串行总线。它只需要两根线 (SDA、SCL) 即可在连接于总线上的器件之间传送信息。

同一时刻可以单主机多从机或单主机单从机, I2C 总线上的任意设备都可以当主机, 一般主机是 MCU, 当有多个主机时, 会通过总线仲裁的方式选出一个主机, 其他退出作从机。

(6) **SPI**: 串行外设接口, 是一种高速的, 全双工, 同步的通信总线。

SPI 通常有 4 根线, **【SCK】**: 串行时钟 **【MOSI】**: 主发从收信号 **【MISO】**: 主收从发信号和 **【CS/CS】**: 片选信号。SPI 的速率比 I2C 高, 一般可以到几十 Mbps, 不同的器件当主机和当作从机的速率一般不同。SPI 最典型的应用是单主机单从机。

(7) **USB**: Universal Serial Bus (通用串行总线) 的缩写, 是一个外部总线标准, 用于规范电脑与外部设备的连接和通讯。USB 是普遍使用的一种高速通信接口, **和串口完全是两个概念**。虽然也是串行方式通信, 但由于 USB 的通信时序和逻辑电平标准都和串口完全不同, 因此和串口无关。

USB 接口的特点是传输速度快, 支持热插拔, 可连接多个设备。

一条 USB 传输线分别由地线、电源线、D+ 和 D- 四条线构成, D+ 和 D- 是差分输入线, 它使用的是 3.3V 的电压 (与 CMOS 的 5V 电平不同), 而电源线和地线可向设备提供 5V 电压, 最大电流为 500mA (可以在编程中设置)。USB 设备可以直接和 HOST 通信, 或者通过 Hub 和 Host 通信。一个 USB 系统中仅有一个 USB 主机, 设备包括 USB 功能设备和 USB HUB, 最多支持 127 个设备。物理连接指的是 USB 传输线。在 USB 2.0 系统中要求使用屏蔽双绞线。