|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验名称 | | 时钟系统与C语言复习 | | 指导教师 | | 徐斌 | |
| 实验类型 | 综合 | | 实验学时 | 2 | 实验时间 | | 2023/10/27 |
| 姓名 | 赵俊杰 | | | 学号 | 202121018060 | | |
| 一 实验目的与要求  **目的：**时钟是MCU的心跳，没有时钟心跳，系统就无法正常运作。STM32的心跳与总线矩阵密切相关。主系统由32位多层总线矩阵构成。总线矩阵用于主控总线之间的访问仲裁管理。仲裁采取循环调度算法。任何外设使用之前，必须使能该外设的时钟，不然该外设无法正常进行工作。本实验要求学生掌握时钟系统的基本构成，掌握时钟的配置方法。此外，对C语言的部分重点内容予以回顾，引导学生以实际的工程回顾C语言的核心知识点。  **1、简单描述STM32的时钟系统。**  （1）LSI低速内部时钟  （2）LSE低速外部时钟  （3）HSE高速外部时钟  （4）HSI高速内部时钟  （5）PLL锁相环倍频时钟  **2、分析时钟系统配置一般步骤**  **3、分析时钟配置函数**  （1）HAL\_RCC\_OscConfig函数  （2）HAL\_RCC\_ClockConfig函数  **4、分析函数作用: Stm32\_Clock\_Init(360,25,2,8),调用该函数之后，系统时钟的配置情况。**  **5、编写代码，复习“位操作”（实验3-1-复习C语言-位操作），“define关键字”（实验3-2-复习C语言-define），“weak关键字”（实验3-3-复习C语言-weak）。（关键代码截图，串口截图）。** | | | | | | | |
| **二 实验仪器与器材**  1、电脑  2、软件  MDK521A.exe  芯片支持包：Keil.STM32F4xx\_DFP.2.9.0.pack  STlink驱动(dpinst\_amd64.exe)  CH340驱动  3、硬件  STM32F429阿波罗开发板  ST-LINK-V2下载器  USB Cable | | | | | | | |
| **三 实验内容及步骤**（包括实验原理、步骤、接线图、记录表格、数据处理等内容）  **1、简单描述STM32的时钟系统。**  **（1）LSI低速内部时钟**  LSI是一个低频率的内部时钟源，通常用于低功耗应用，例如在待机模式下维持一些基本的时钟功能。  **（2）LSE低速外部时钟**  LSE是通过外部晶体连接的低速时钟源，适用于需要更高精度的低功耗应用。它通常用于RTC（实时时钟）模块。  **（3）HSE高速外部时钟**  HSE是通过外部晶体或者振荡器连接的高速时钟源。它提供了高精度和高频率的时钟，适用于需要更高性能的应用。  **（4）HSI高速内部时钟**  HSI是一个内部产生的高速时钟源，用于提供中等频率的时钟。它通常是启动时的默认时钟源。  **（5）PLL锁相环倍频时钟**  PLL是一种时钟倍频技术，它可以将输入时钟频率倍增，提供高于输入频率的时钟。PLL经常与HSE或HSI时钟源一起使用，以产生更高的系统时钟频率。  **2、分析时钟系统配置一般步骤**  1、选择主时钟源：  通常，你需要选择一个主时钟源，可以是内部时钟源（如HSI或LSI）或外部时钟源（如HSE）。选择时要考虑功耗、精度、稳定性和应用的性能需求。  2、配置PLL（如果需要）：  如果需要更高的系统时钟频率，可以配置PLL。选择输入时钟源（通常是HSE或HSI），以及设置PLL倍频因子，以获得期望的系统时钟频率。  3、配置分频器：  分频器用于将时钟源分频以生成不同的系统时钟。配置适当的分频因子以获得所需的时钟频率，包括CPU时钟、AHB总线时钟、APB1时钟和APB2时钟等。  4、使能和配置其他时钟源：  根据应用需求，可能需要启用和配置其他时钟源，例如RTC时钟（LSE时钟）、USB时钟等。这些时钟源通常需要特殊的配置。  5、配置系统时钟源：  在STM32中，需要配置系统时钟源，即选择是使用PLL输出作为系统时钟还是直接使用某个时钟源。这通常涉及到对系统时钟寄存器的配置。  6、启用时钟源：  在完成时钟配置后，需要启用所选择的时钟源。这通常涉及设置相应的寄存器位来使能时钟源。  7、检查时钟配置：  在完成时钟配置后，建议通过读取相关的状态寄存器来检查时钟配置是否成功，以确保系统以期望的时钟频率工作。  **3、分析时钟配置函数**  **（1）HAL\_RCC\_OscConfig函数**  用于配置振荡器（Oscillator）参数，包括外部高速晶振（HSE）、内部高速振荡器（HSI）和PLL（锁相环）。  参数：RCC\_OscInitTypeDef结构体，包含振荡器和PLL的配置选项。  返回HAL\_OK表示配置成功。  **（2）HAL\_RCC\_ClockConfig函数**  用于配置系统时钟和总线时钟。  参数：RCC\_ClkInitTypeDef结构体，包含系统时钟和总线时钟的配置参数，以及Flash存储器延迟。  返回HAL\_OK表示配置成功。  **4、分析函数作用: Stm32\_Clock\_Init(360,25,2,8),调用该函数之后，系统时钟的配置情况。**  第一个参数（360）：目标系统时钟频率，即期望配置后的系统时钟频率。  第二个参数（25）：外部高速晶振（HSE）的频率。  第三个参数（2）：PLL倍频因子（PLLM）。  第四个参数（8）：PLL分频因子（PLLP）。  1、配置外部时钟源（HSE）：  外部高速晶振的频率为25MHz。  2、配置PLL（锁相环）：  PLL倍频因子（PLLM）为2。  目标系统时钟频率为360MHz，因此通过PLL配置，可以将外部时钟源的频率倍增到目标频率。  3、系统时钟配置：  系统时钟来源于PLL输出。  4、总线时钟配置：  可能会根据芯片架构和性能要求配置高速总线（AHB）、低速总线（APB）等。  5、Flash存储器延迟配置：  由于时钟频率变化，可能需要调整Flash存储器的延迟以确保正确的存储器访问速度。  **5、编写代码，复习“位操作”（实验3-1-复习C语言-位操作），“define关键字”（实验3-2-复习C语言-define），“weak关键字”（实验3-3-复习C语言-weak）。（关键代码截图，串口截图）。** | | | | | | | |
| **四 实验小结、思考**（包括感想、体会与启示）  **小结：**  1、STM32的时钟系统：  LSI低速内部时钟  LSE低速外部时钟  HSE高速外部时钟  HSI高速内部时钟  PLL锁相环倍频时钟  这些时钟源提供了不同的时钟频率选择，可以根据系统需求选择合适的时钟源。  2、时钟系统配置一般步骤：  选择合适的时钟源  配置时钟源的参数  使能时钟源  配置系统时钟源  3、时钟配置函数分析：  HAL\_RCC\_OscConfig函数： 用于配置振荡器（时钟源），包括内部/外部时钟源的类型、频率范围等。  HAL\_RCC\_ClockConfig函数： 用于配置系统时钟，选择主时钟源和分频因子等。  4、Stm32\_Clock\_Init函数：  该函数接受参数（360,25,2,8）用于配置系统时钟，其中包括主时钟源频率、AHB、APB1、APB2的分频因子等。调用该函数后，系统时钟被正确配置，为后续程序正常运行提供了基础。  5、编写代码回顾C语言知识点：  位操作： 通过位操作来设置和清除寄存器的特定位，提高代码的效率和可读性。  define关键字：使用宏定义，提高代码的可维护性和可读性。  weak关键字：通过weak关键字定义弱引用函数，方便用户根据需要自定义相应的功能。  **感想：**  实验使我更深入理解了STM32的时钟系统，对于MCU的基本运作原理有了更清晰的认识。  通过配置不同的时钟源和参数，我学会了如何灵活地适应不同的工程需求，提高了系统的稳定性和性能。  通过对C语言的回顾，我进一步熟悉了位操作、宏定义和弱引用等重要概念，这对于编写嵌入式系统的代码非常实用。  实验中的代码编写锻炼了我的实际操作能力，对于将理论知识应用到实际项目中有了更多的信心。  通过串口截图的观察，我可以直观地验证时钟配置是否成功，这种实验方法非常直观且有效。  总的来说，此次实验不仅让我加深了对时钟系统和C语言的理解，还提高了我在嵌入式系统开发方面的技能。 | | | | | | | |