基于新型制冷剂R290的热管理台架系统控制方案

# 一、方案概况

基于新型制冷剂R290的热管理台架系统控制由PC端的上位机与MCU端的下位机组合完成，实现对台架上压缩机、三通阀等元件的控制与数据读取。台架控制方案的示意图见图1。

其中，下位机根据对应的LIN通讯协议对LIN通讯元件进行控制，并输出PWM波调节水泵、散热器风扇等元件的转速。下位机同时循环读取各元件的状态，与上位机通过串口通信，上位机在获取数据后通过解析显示。操作员通过观察和操作上位机向下位机发送指令实现对台架的控制。

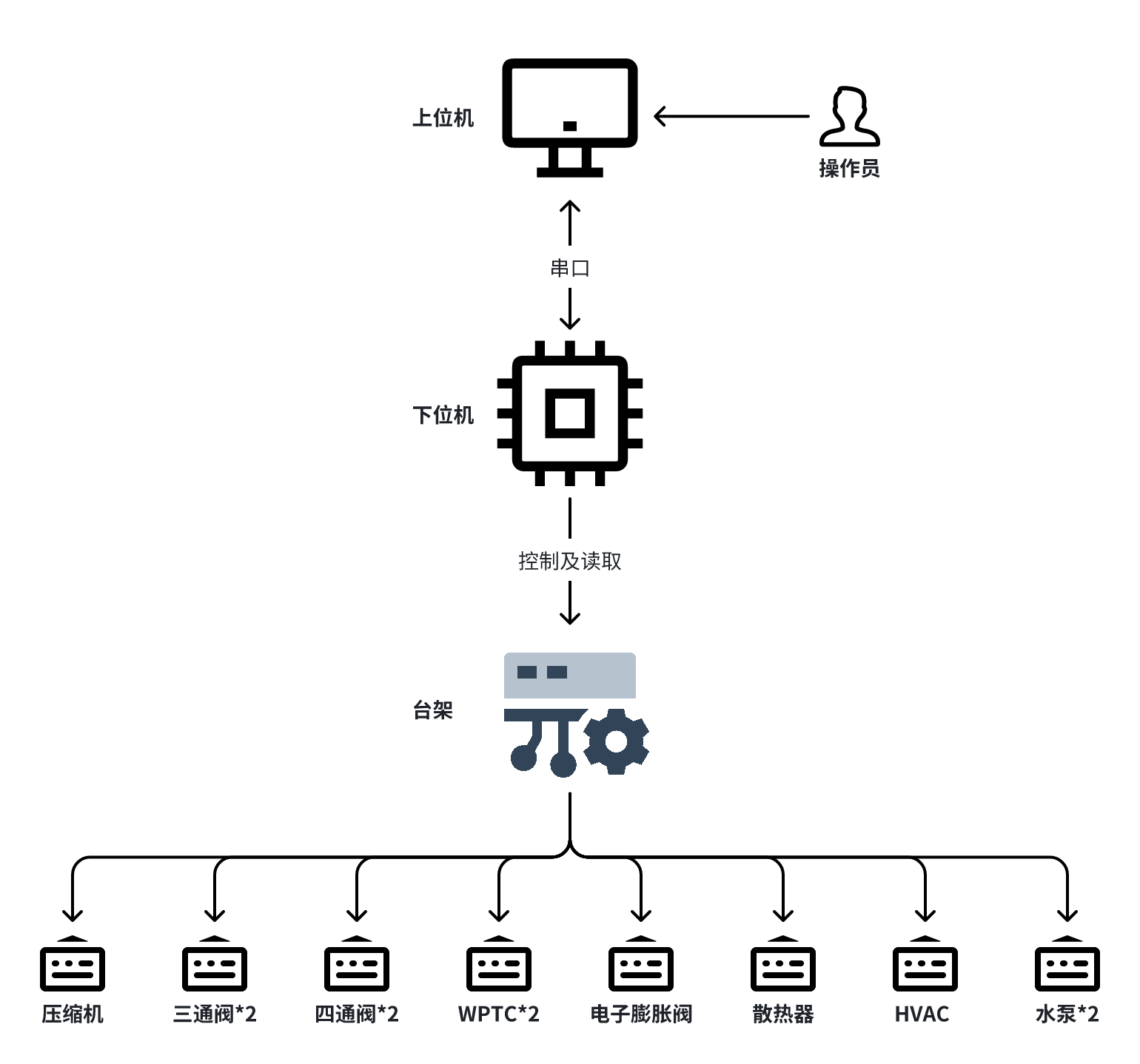


图1 台架控制方案示意图

# 二、下位机方案及进展

## 2.1下位机硬件

主控芯片使用国产车规级MCU芯片云途 YTM32B1ME0。暂时使用云途公司的评估板 YTM32B1ME0 -Q144 评估板进行功能的开发。

EVB板载资源如下：

* EVB MCU：YTM32B1ME0-LQFP144
* EVB 供电：12V/USB-5V 可选
* MCU 供电：5V/3.3V 可选
* 6 通道板载 LED 控制
* 2 通道按键输入
* 4 通道 CAN 通讯接口
* 4 通道 LIN 通讯接口
* 2 通道电位计/模拟量输入

其中MCU（YTM32B1ME0-LQFP144）片上资源如图2所示，能够满足对台架的控制需求。

|  |  |
| --- | --- |
|  | 评估板 |
| 图2 MCU片上资源方框图 | 图3 EVB板载资源示意图 |

## 2.2 下位机软件

MCU配置通过云途公司提供的配置工具YT CONFIG TOOL。通过该工具对MCU的资源进行基础配置。

使用 Visual Studio Code 进行代码编辑，CMake构建项目，JTAG接口烧录。在 VS Code 中进行Debug。

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 图4 MCU配置工具YT CONFIG TOOL | 图5 在VS code中后续开发 |

EVB评估板及J-Link烧录器如图6所示：

图6 EVB评估板及J-Link烧录器

### 2.2.1 MCU功能配置

#### 2.2.1.1 时钟配置

使用默认时钟配置，外部高速晶振提供三个主时钟频率（CORE\_CLK、FAST\_CLK、SLOW\_CLK）分别为120MHz、120MHz、40MHz。经过分频器、锁相环等后MCU主频为120MHz。时钟树配置如图7所示：

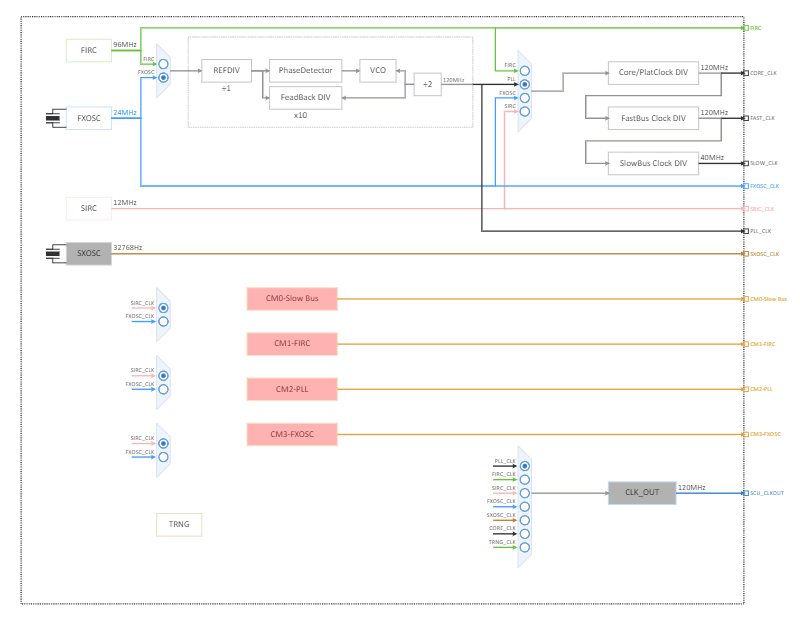


图7 时钟树配置

#### 2.2.1.2 串口配置

通过片上外设 通用异步收发器(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) 实现UART串口与上位机通信，实现Debug中的调试、输出信息、传输数据的功能，是开发过程中不可缺少的步骤。

UART功能的引脚配置表及协议参数如下：

表1 UART引脚配置

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **功能** | **IO** | **MCU Pin NO.** | **Direction** | **Interrupt config** | **Interrupt Status** |
| UART-RXD | PTA\_8 | 144 | Input | 接收中断+空闲中断 | No clear |
| UART-TXD | PTA\_9 | 143 | Output | 发送中断 | clear |

* 波特率：115200 bit/s
* 无奇偶校验
* 停止位：1
* 字长：8
* 传输类型：中断传输
* 接收方式：环形缓冲区

为了优化调试和数据串口输出的目的，移植了开源printf库，实现了线程安全的类PC端的输出效果，见图8。

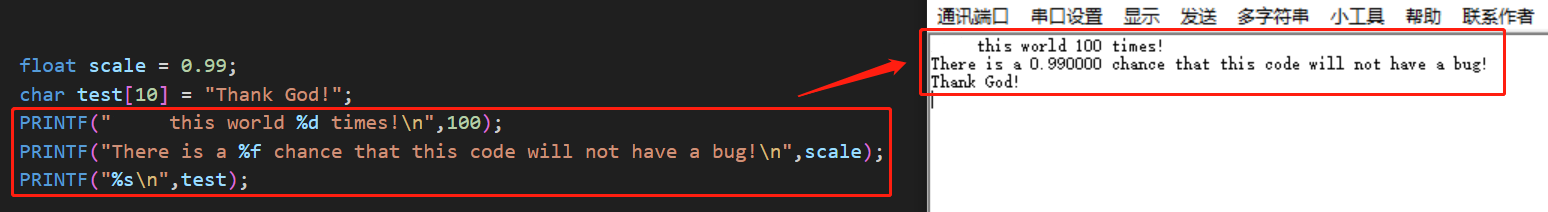


图8 移植printf库串口输出效果

串口接收数据的方式使用接收中断+空闲中断实现，使用接收中断获取单字节数据并存入环形缓冲区中，在空闲中断中向主任务发送信号量表明传输结束。

#### 2.2.1.3 定时器

通过对定时器的设置，可以实现PWM输出和输入捕获，高级定时器eTMR引脚配置见表2。

表2 高级定时器eTMR引脚配置

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **功能** | **IO** | **MCU Pin NO.** | **eTMRx\_CHx** | **CLK\_SRC** | **Prescaler** | **Align\_Mode** |
| PWM output | PTC\_0 | 53 | eTMR1\_CH6 |  | 60 | 向上计数 |
| Input capture | PTB\_12 | 98 | eTMR0\_CH0 |  | 60 | 双边捕获 |

计数器周期计算方法如下：



根据水泵说明书要求的：水泵的PWM信号频率额定值为100Hz。设置分频Prescaler为120，则​为1MHz，产生100Hz的PWM波所对应的eTMR计数器周期值Period为10000，对应的计数器周期值MOD为9999。这个大小小于int16的值（16位eTMR只用15位计时32767），可以使用。

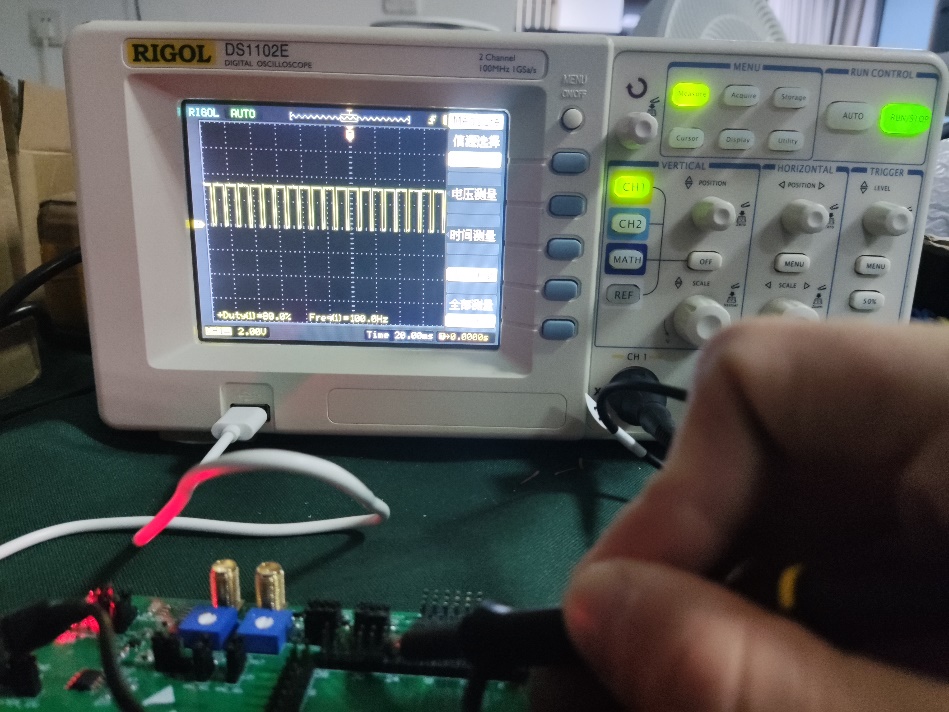


图 9 示波器显示生成的PWM波

为完成脉冲捕获，使用eTMR0的channel0配置了输入捕获功能。其中对于定时器的时钟计算方法同PWM。计算捕获周期的方法为：



在测试过程中，将板子上的PWM输出直接连接到输入捕获引脚上，计算得到的结果通过串口输出结果如下：

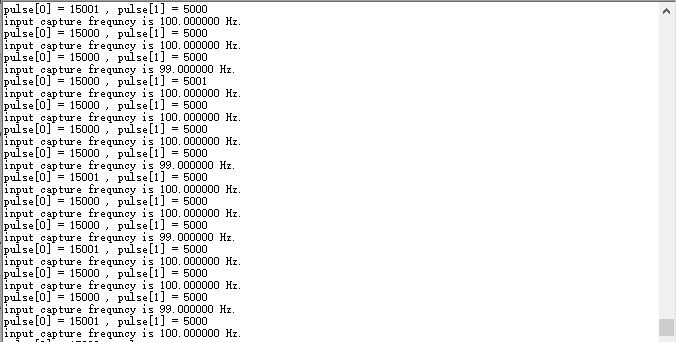


图 10 串口显示捕获的PWM波频率

#### 2.2.1.4 LINFlexD

### 2.2.2 FreeRTOS操作系统

### 2.2.3 与上位机通讯逻辑

# 三、上位机方案及进展

软硬件情况、信号情况、还有上位机