

AT32系列微控制器低压电机控制开发板用户手册 V2.0

前言

本用户手册主要介绍雅特力AT32系列微控制器低压电机控制开发板V2.0的使用。

支持型号列表：

支持型号	AT32F4xx, AT32A4xx, AT32L0xx
------	------------------------------

目录

1	概述.....	7
2	系统软硬件需求.....	8
3	启动程序	9
4	硬件说明与组态设定	10
4.1	开发板系统架构图.....	10
4.2	连接器与跳线位置.....	11
4.3	跳线设定	12
4.4	CN 接线端子.....	13
4.4.1	CN1 接线端子(电源接口).....	13
4.4.2	CN2 接线端子(JTAG)	13
4.4.3	CN3 接线端子(刹车接口).....	13
4.4.4	CN4 接线端子(电机接口).....	14
4.4.5	MCU 小板 CN2 接线端子(AT-Link).....	14
4.4.6	排针接线端子	14
4.5	测试点说明	15
5	硬件电路说明	17
5.1	增量编码器电路	17
5.2	霍尔传感器电路	18
5.3	电流检测电路.....	18
5.3.1	相电流检测电路	18
5.3.2	直流母线电流检测电路	18
5.4	过电流(OCP)检测电路	19
5.4.1	三相过电流检测电路.....	19
5.4.2	母线过电流检测电路.....	19
5.5	母线电压检测电路.....	20

5.6	三相输出端电压检测电路	20
5.7	功率级电路	21
5.7.1	三相全桥换流器电路	21
5.7.2	刹车电路	21
5.8	通讯电路	22
5.8.1	UART 串行接口	22
5.8.2	I2C 接口	22
5.9	电位器输入接口	23
5.10	温度感测电路	23
5.11	LED 电路	23
5.12	MCU 转接插座	24
6	MCU 小板接脚对应表	25
6.1	AT32F421/L021 小板 PIN MAP	25
6.2	AT32F413/F425/F415/F405 小板 PIN MAP	26
6.3	AT32F403A/A403A/F435 小板 PIN MAP	27
6.4	AT32F423/F455 小板 PIN MAP	28
7	电路图	29
7.1	系统电源	29
7.2	MCU 界面	30
7.3	Hall / Encoder 电路	31
7.4	功率级电路	32
7.5	电压回馈电路	33
7.6	电流回馈电路	34
7.7	其它电路	35
7.8	AT32F421/L021 小板电路图	36
7.9	AT32F413/F425/F415/F405 小板电路图	37
7.10	AT32F403A/A403A/F435 小板电路图	38
7.11	AT32F423/F455 小板电路图	39

8	布线图	40
8.1	组件位置图	40
8.2	顶层布线图	41
8.3	底层布线图	42
9	零件列表	43
10	版本历史	46

表目录

表 1. 跳线设定说明表	12
表 2. CN1 接线端子说明表	13
表 3. CN2 接线端子说明表	13
表 7. CN3 接线端子说明表	13
表 6. CN4 接线端子说明表	14
表 4. AT-Link 接线端子说明表	14
表 8. 排针接线端子说明表	14
表 9. 测试点列表.....	15
表 10. 文档版本历史	46

图目录

图 1. 低压电机控制开发板	7
图 2. 开发板系统架构图	10
图 3. 开发板连接器与跳线位置图	11
图 4. 增量编码器电路图	17
图 5. 霍尔传感器电路图	18
图 6. 相电流检测回馈电路图	18
图 7. 直流母线电流检测回馈电路图	19
图 8. 相电流过电流检测电路图	19
图 9. 母线过电流检测电路图	19
图 10. 母线电压检测电路图	20
图 11. 输出端电压检测电路图	20
图 12. 虚拟中性点比较器电路图	21
图 13. V 相半桥功率转换电路	21
图 14. 刹车电路图	22
图 15. UART 串行接口电路图	22
图 16. I2C 接口电路图	22
图 17. 电位器输入接口电路图	23
图 18. 温度感测电路电路图	23
图 19. LED 电路电路图	24

1 概述

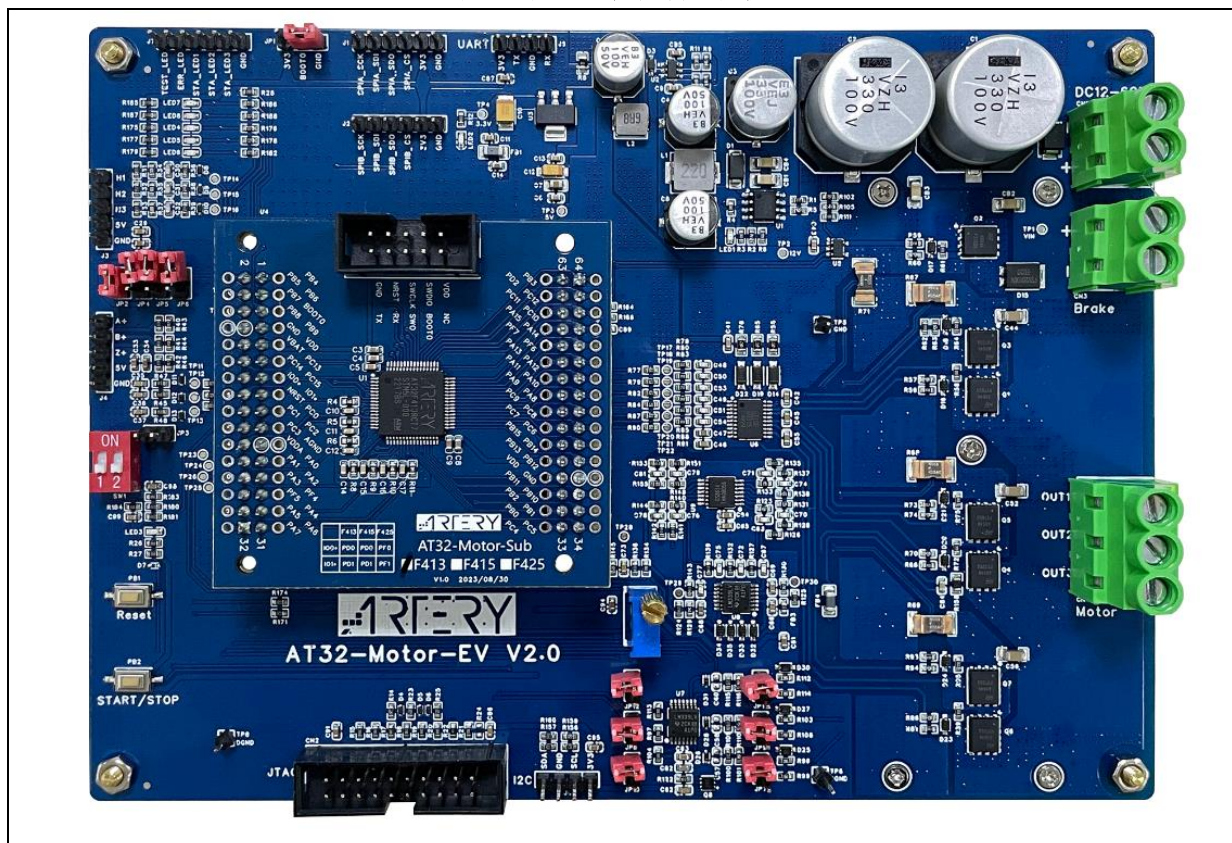
- 此电机开发板是一个泛用型的低压三相电机驱动器，应用雅特力科技AT32系列微控制器搭配雅特力电机函数库，可驱动直流无刷电机、交流同步电机，以及异步电机
- 具备一个微控制器转接插座，可使用不同的AT32系列微控制器，执行电机控制算法
- 提供霍尔信号接口、增量编码器接口可回馈转子位置，进行有位置传感器的电机向量控制驱动或六步方波驱动
- 具备刹车电阻接口，可应用于高动态响应控制时的动态刹车功能
- 具备三相输出端电压检测连接至ADC，以及虚拟中性点电路和比较器电路，可实现多种直流无刷电机(BLDC)六步方波无位置传感器驱动应用
- 具备3个相电流检测电阻与1个直流地端母线电流检测电阻，可应用三电阻、两电阻电流检测，以及单电阻电流检测等三种电流检测方式
- 内建相电流与母线电流的过电流比较电路
- 可执行有位置传感器与无位置传感器等磁场导向(field-oriented)向量控制法则(vector control algorithm) 驱动三相交流电机
- 可实现许多家用、商用以及工业用等产品的电机控制应用技术
- 输入电压/输出电流规格

输入电压：12V~60V

最大输出相电流：30A_{PEAK}

过电流保护点：45A_{PEAK}

图 1. 低压电机控制开发板



2 系统软硬件需求

- 一台搭载Windows® (Windows 8, Windows 10, Windows 11)个人计算机，以安装上位机控制软件与程序刻录软件
- 雅特力AT-Link烧录器或其它第三方烧录器
- 一条USB转TLL线(使用第三方烧录器时需要)连接开发板UART界面与个人计算机，以进行通讯
- 雅特力AT32电机控制展示项目程序
- ArteryMotorMonitor上位机控制软件
- 一台三相交流电机
- 一台直流电源

3 启动程序

电机开发板额定规格

- 输入电压：12V~60V
- 最大输出相电流：30A_{PEAK}
- 过电流保护点：45A_{PEAK}

启动步骤

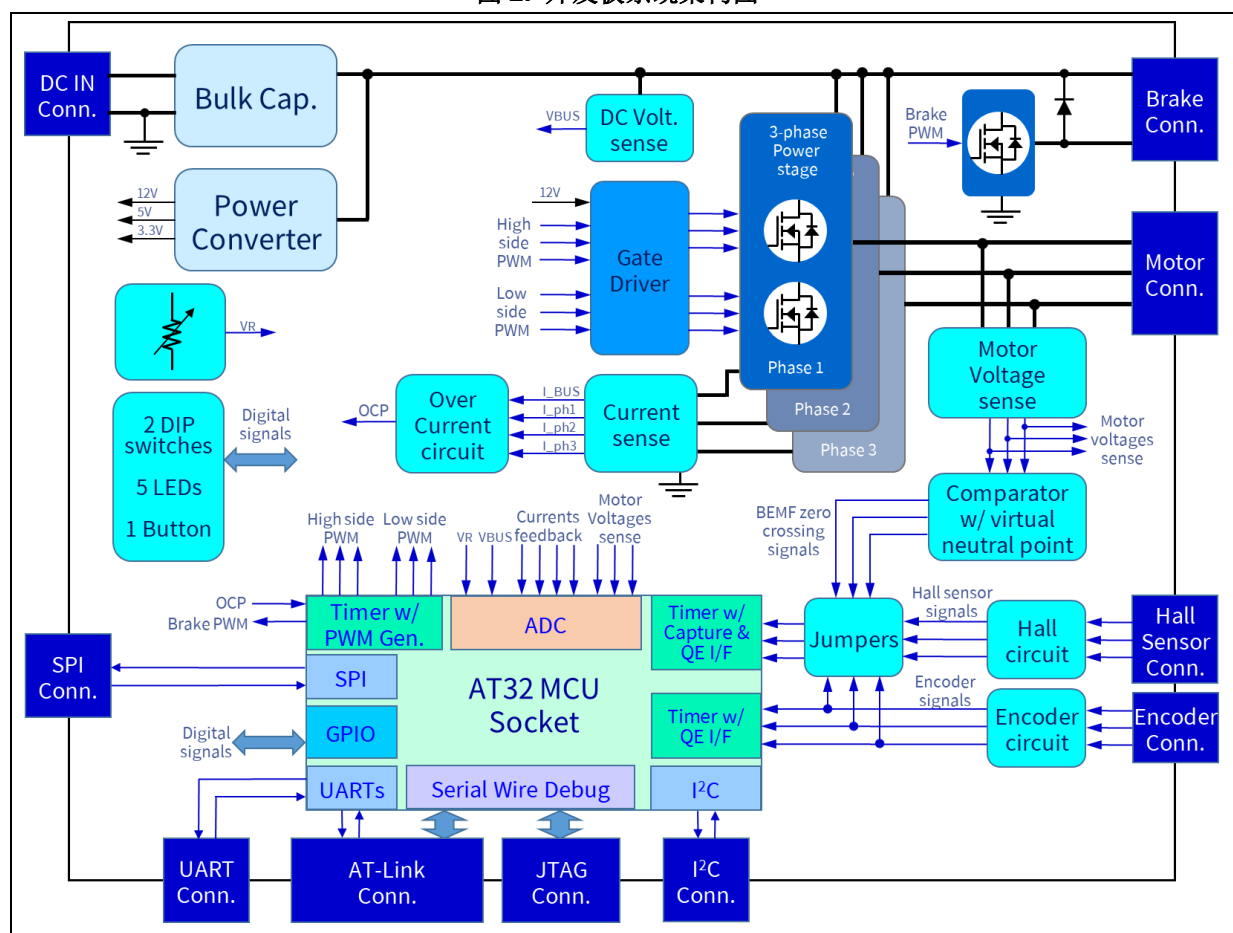
- 1) 检查跳线位置是否设定正确。(参看4.3 跳线设定)
- 2) 连接AT-Link烧录器到MCU小板CN2，或连接JTAG烧录器到主板CN2
- 3) 使用第三方烧录器时，连接USB转TTL线到MCU小板CN2的UART接脚与个人计算机
- 4) 连接电机三相接线到CN4，UVW三相分别接到OUT1, OUT2和OUT3
- 5) 使用位置传感器时，将霍尔传感器接线连接到主板J3，或将增量编码器 接线连接到主板J4
- 6) 使用六步方波以比较器侦测零交越点之无感控制时，须将JP8、JP10、JP12短路，将比较信号连接至MCU的霍尔检测功能接脚
- 7) 使用六步方波以ADC侦测零交越点之无感控制时，若直流母线电压超过34V时，须将JP7、JP9、JP11短路，将低电机端电压感测电路的输出电压，避免超过3.3V
- 8) 烧录雅特力AT32电机控制展示程序
- 9) 调整直流电源电压/电流设定，并将输出连接到CN1后启动电源，LED1 (12V电源指示灯)与LED2 (3.3V电源指示灯)将亮起
- 10) 操做雅特力电机监控(ArteryMotorMonitor)软件，设定参数并控制电机运转

4 硬件说明与组态设定

4.1 开发板系统架构图

下图为低压电机控制开发板的系统架构图，其中AT32 MCU 插槽可搭配转接板，使用不同的AT32系列微控制器。由MCU的PWM发生器控制三相全桥电力电路以及刹车电路。电力电路输出端设计有分压电路，可回馈输出端电压，并提供与虚拟中性点比较的电路，可回馈直流无刷电机未激磁相的反电势零交越点。开发板并设有霍尔信号接口与编码器接口，可回馈转子位置。在通讯接口部分，具有UART界面、I²C界面以及SPI接口。以及提供一个电位器模拟输入接口，可改变电位器电阻分压，输出电压命令由ADC读取。此外，有两个指拨开关以及一个按钮开关，可提供程序做控制模式设定，并提供5个LED指示灯，其中包含一个错误指示灯。

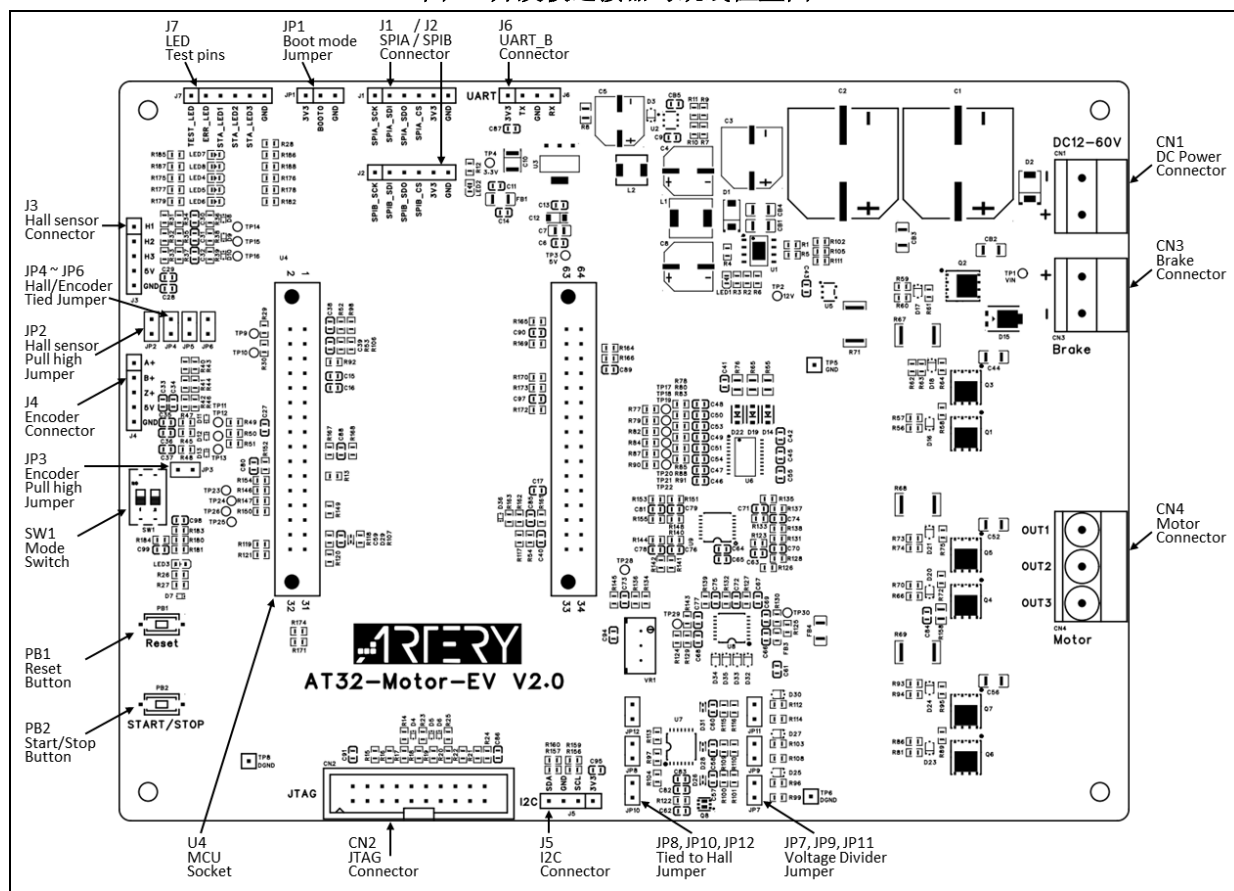
图 2. 开发板系统架构图



4.2 连接器与跳线位置

开发板连接器与跳线位置如下图

图 3. 开发板连接器与跳线位置图



4.3 跳线设定

表 1. 跳线设定说明表

跳线编号	设定说明	预设状态
JP1	选择Boot0接脚连接VCC(1-2)或GND(2-3)	2-3
JP2	将Hall sensor信号连接至VCC上拉电阻	CLOSED
JP3	将Encoder信号连接至VCC上拉电阻	OPEN
JP4	将Encoder A信号连接至MCU端的Hall信号接脚H1	OPEN
JP5	将Encoder B信号连接至MCU端的Hall信号接脚H2	OPEN
JP6	将Encoder Z信号连接至MCU端的Hall信号接脚H3	OPEN
JP7	BEMF1分压电阻并联选择，可多一个电阻并联，降低分压值	OPEN
JP8	将BEMF1比较信号输出连接至MCU端的Hall信号接脚H1	OPEN
JP9	BEMF2分压电阻并联选择，可多一个电阻并联，降低分压值	OPEN
JP10	将BEMF2比较信号输出连接至MCU端的Hall信号接脚H2	OPEN
JP11	BEMF3分压电阻并联选择，可多一个电阻并联，降低分压值	OPEN
JP12	将BEMF3比较信号输出连接至MCU端的Hall信号接脚H3	OPEN

4.4 CN 接线端子

4.4.1 CN1 接线端子(电源接口)

CN1为开发板电源输入端子，输入电压范围12V~60V。

表 2. CN1 接线端子说明表

接脚	标签	说明
1	-	电源输入负端
2	+	电源输入正端

4.4.2 CN2 接线端子(JTAG)

CN2为20-pin JTAG烧录接口，可提供第三方烧录器由此烧录程序与程序擦除。

表 3. CN2 接线端子说明表

接脚	说明	接脚	说明
1	Volt Target ref	2	Volt supply
3	nTRST	4	GND
5	TDI	6	GND
7	TMS (SWDIO)	8	GND
9	TCK (SWCLK)	10	GND
11	RTCK	12	GND
13	TDO (SWO)	14	GND
15	nSRST	16	GND
17	NC	18	GND
19	NC	20	GND

4.4.3 CN3 接线端子(刹车接口)

CN3为开发板连接刹车电阻的接线端子，刹车电阻之阻值须根据外加电压值选择，使刹车电流小于40A，例如母线电压为60V时，则刹车电阻值不能小于1.5Ω

表 4. CN3 接线端子说明表

接脚	标签	说明
1	+	电源侧刹车接口
2	-	晶体管侧刹车接口

4.4.4 CN4 接线端子(电机接口)

CN4为开发板连接电机三相电源线的接线端子。

表 5. CN4 接线端子说明表

接脚	标签	说明
1	OUT1	电机U相接端子
2	OUT2	电机V相接端子
3	OUT3	电机W相接端子

4.4.5 MCU 小板 CN2 接线端子(AT-Link)

CN2为10-pin AT-Link烧录界面，可使用雅特力AT-Link烧录器烧录程序与程序擦除。

表 6. AT-Link 接线端子说明表

接脚	说明	接脚	说明
1	3.3V supply	2	5.0V supply
3	TMS (SWDIO)	4	BOOT0
5	TCK (SWCLK)	6	TDO (SWO)
7	TMS (SWDIO)	8	UART_RX
9	RESET	10	UART_TX

4.4.6 排针接线端子

表 7. 排针接线端子说明表

端子名称	接脚	标签	说明
J1	1	SPIA_SCK	第一组SPI的时钟接脚 (MCU_PA5)，使用时R119须移除
	2	SPIA_SDI	第一组SPI的主设备数据输入接脚 (MCU_PA6)，使用时R120须移除
	3	SPIA_SDO	第一组SPI的主设备数据输出接脚 (MCU_PA7)，使用时R121须移除
	4	SPIA_CS	第一组SPI的主设备致能从设备接脚 (MCU_PB3)
	5	3V3	3.3V电源接脚
	6	GND	电源地
J2	1	SPIA_SCK	第二组SPI的时钟接脚 (MCU_PC7)
	2	SPIA_SDI	第二组SPI的主设备数据输入接脚 (MCU_PC2)
	3	SPIA_SDO	第二组SPI的主设备数据输出接脚 (MCU_PC1)
	4	SPIA_CS	第二组SPI的主设备致能从设备接脚 (MCU_PC6)
	5	3V3	3.3V电源接脚
	6	GND	电源地
J3	1	H1	霍尔传感器信号接脚 1

端子名称	接脚	标签	说明
	2	H2	霍尔传感器信号接脚 2
	3	H3	霍尔传感器信号接脚 3
	4	5V	5V电源接脚
	5	GND	电源地
J4	1	A+	增量编码器phase A信号接脚
	2	B+	增量编码器phase B信号接脚
	3	Z+	增量编码器phase Z信号接脚
	4	5V	增量编码器5V供电接脚
	5	GND	增量编码器电源地
J5	1	3V3	3.3V电源接脚
	2	SCL	I2C SCL信号接脚
	3	GND	电源地
	4	SDA	I2C SDA信号接脚
J6	1	3V3	3.3V电源接脚
	2	TX	UART TX信号接脚
	3	GND	电源地
	4	RX	UART RX信号接脚
J7	1	TEST_LED	蓝色 LED (MCU_PA11)
	2	ERR_LED	红色 LED (MCU_PC13)
	3	STA_LED1	绿色 LED1 (MCU_PC14)
	4	STA_LED2	绿色 LED2 (MCU_PC15)
	5	STA_LED3	绿色 LED3 (MCU_PB9)
	6	GND	电源地

4.5 测试点说明

表 8. 测试点列表

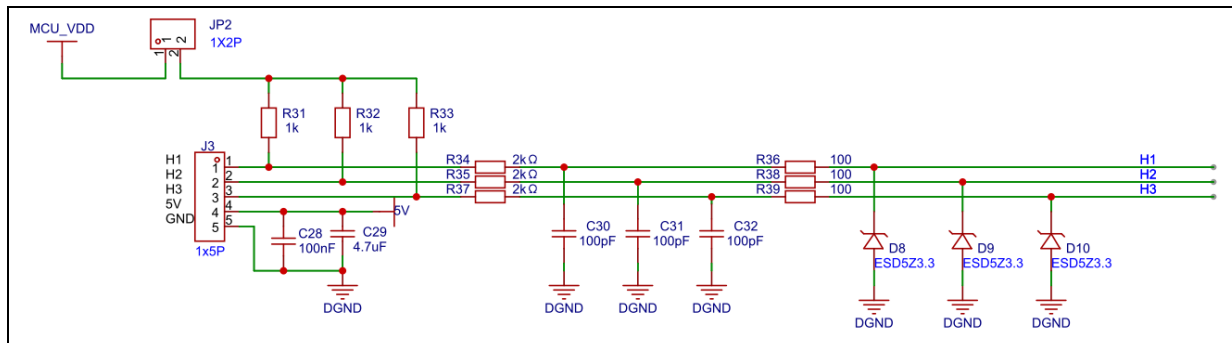
测点编号	说明
TP1	输入电压
TP2	12V电压
TP3	5V电压
TP4	3.3V电压
TP5	GND接地点
TP6,TP7,TP8	DGND数位接地点
TP9	UART1 TX 信号 (PB6)

测点编号	说明
TP10	UART1 RX 信号 (PB7)
TP11	ENCODER增量编码器A+信号
TP12	ENCODER增量编码器B+信号
TP13	ENCODER增量编码器Z+信号
TP14	HALL霍尔传感器H1信号
TP15	HALL霍尔传感器H2信号
TP16	HALL霍尔传感器H3信号
TP17	PWM1H信号
TP18	PWM2H信号
TP19	PWM3H信号
TP20	PWM1L信号
TP21	PWM2L信号
TP22	PWM3L信号
TP23	第一相电流经电流检测电阻与放大后的回馈信号
TP24	第二相电流经电流检测电阻与放大后的回馈信号
TP25	第三相电流经电流检测电阻与放大后的回馈信号
TP26	直流母线电流经电流检测电阻与放大后的回馈信号
TP28	过电流急停保护BKIN信号
TP29	直流母线电流过电流设定点电压
TP30	相电流过电流设定点电压

5.2 霍尔传感器电路

电路图如下图所示，一般霍尔传感器为开漏模式，故JP2跳线预设为短接，将输入接脚连接1kΩ的上拉电阻。输入信号经2kΩ电阻与100pF电容所构成的RC低通滤波器后连接至MCU。

图 5. 霍尔传感器电路图

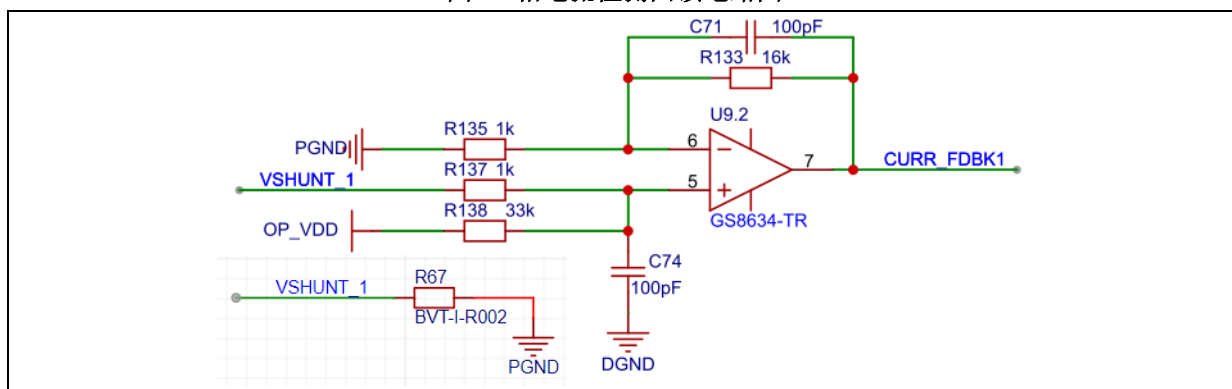


5.3 电流检测电路

5.3.1 相电流检测电路

电路图如下图所示，相电流经一个2mΩ电流检测电阻，再经放大电路放大16.5倍并将输出直流位准提升至1.65V，因此最大电流检测范围为±50A_{PEAK}。

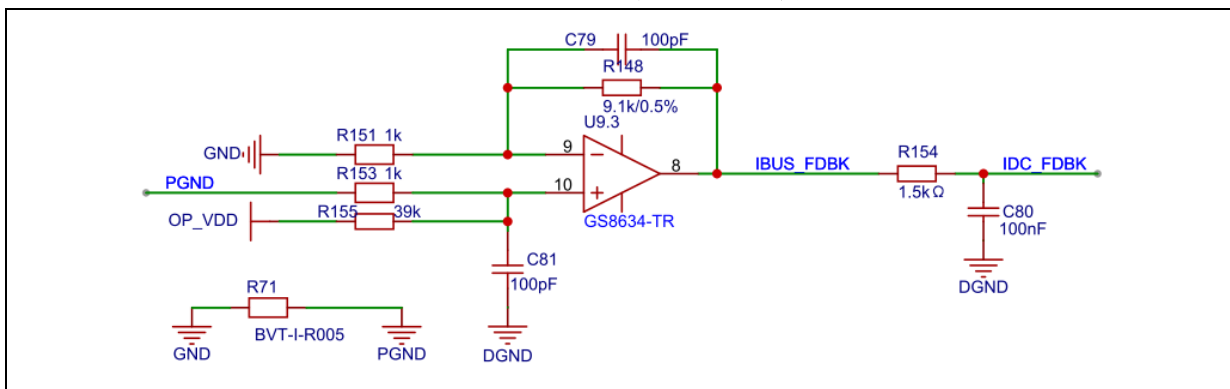
图 6. 相电流检测反馈电路图



5.3.2 直流母线电流检测电路

电路图如下图所示，母线电流经一个5mΩ电流检测电阻，再经放大电路放大9.85倍并将输出直流位准提升至0.833V，因此放大电路输出信号(IBUS_FDBK)的最大电流检测范围为-16.9A_{PEAK}至50.1A_{PEAK}。再将该输出信号经1.5kΩ电阻与100nF电容所构成的RC低通滤波器滤波后，可得到直流母线平均电流信号(IDC_FDBK)。

图 7. 直流母线电流检测回馈电路

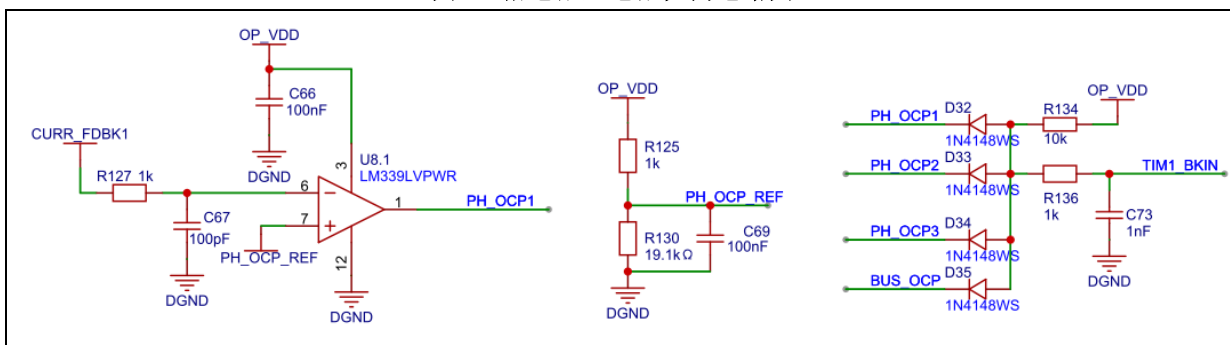


5.4 过电流(OCP)检测电路

5.4.1 三相过电流检测电路

三相过电流检测电路由3个比较器电路组成，如下图为其中一相保护电路，三相过电流保护电路包含一个过电流参考位准分压电路。保护电路将经放大器后的三相电流回馈信号与过电流参考电压比较，若回馈信号高于参考电压则比较器输出低电位，并连接至MCU的定时器BKIN接脚以停止PWM输出。依图中分压位准计算，相电流的过电流保护点为 $45A_{PEAK}$ 。

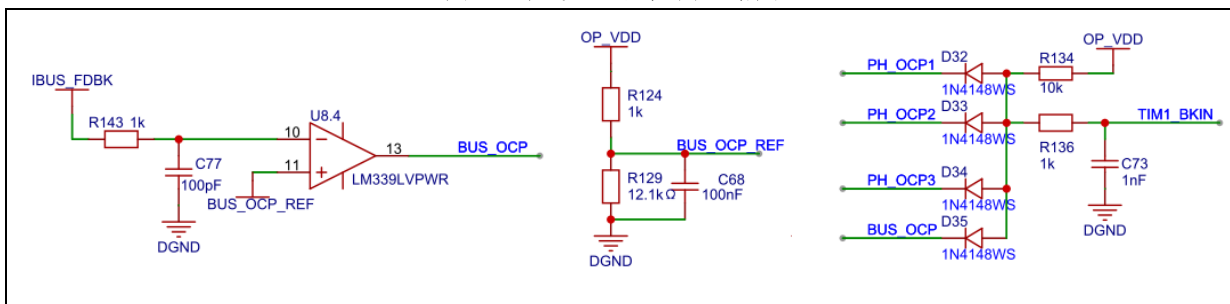
图 8. 相电流过电流检测电路图



5.4.2 母线过电流检测电路

母线过电流检测电路由一个比较器电路组成，如下图为其保护电路，其中包含一个过电流参考位准分压电路。保护电路将经放大器后的母线电流回馈信号与过电流参考电压比较，若回馈信号高于参考电压则比较器输出低电位，并连接至MCU的定时器BKIN接脚以停止PWM输出。依图中分压位准计算，相电流的过电流保护点为 $45A_{PEAK}$ 。

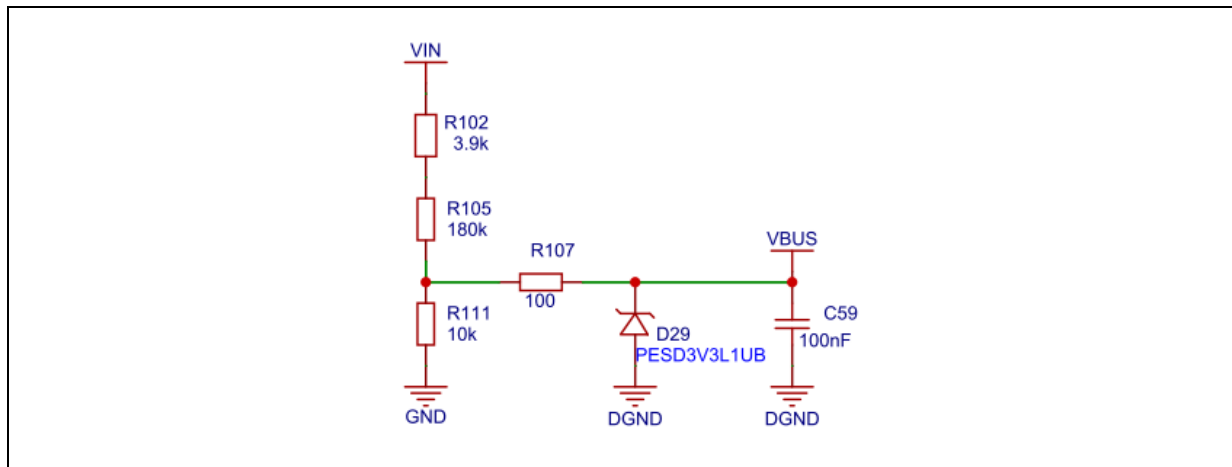
图 9. 母线过电流检测电路图



5.5 母线电压检测电路

母线电压检测电路由下图之分压电路构成，电路最大可侦测电压值为64V，根据母线电压回馈值可进行过电压与欠电压保护功能，若搭配三相脉波宽度调变量占空比计算，可推估驱动器输出电压值，用于无传感器控制时的反电势估算。

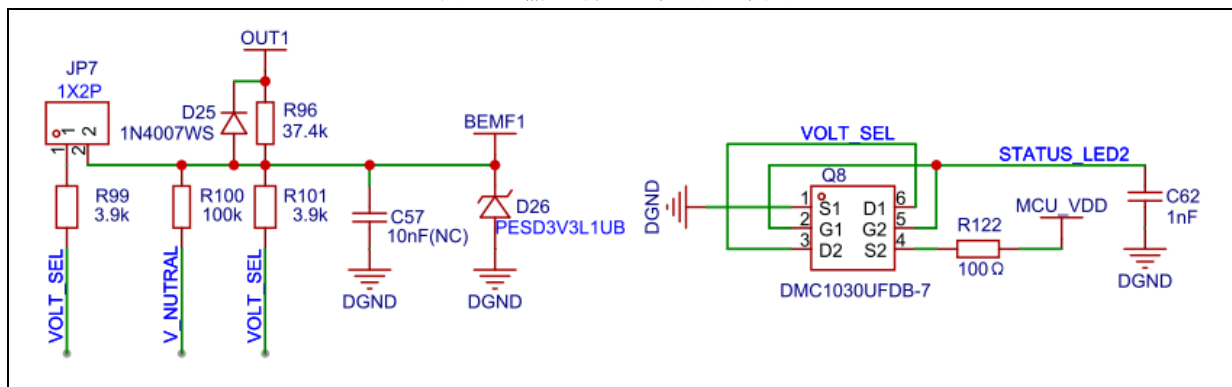
图 10. 母线电压检测电路图



5.6 三相输出端电压检测电路

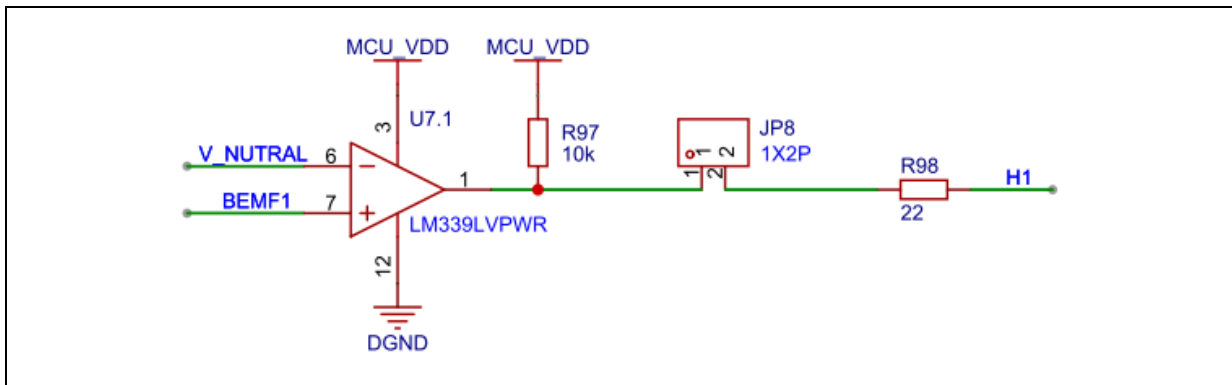
三相端电压检测电路以OUT1输出电压检测为例如图11所示，其中分压后的滤波电容可视实际控制需求变更或移除。电路将输出端电压经R96与R101分压，若直流母线电压超过34V时，须将JP9跳线短路，使R99与R101并联，降低分压电压以避免分压后的电压超过3.3V。电路中Q8为内部包含一个P型MOSFET与一个N型MOSFET的芯片，组成一个推挽输出电路，一般情况控制信号STATUS_LED2为高电位3.3V，VOLT_SEL信号为低电位接地。因此R99与R101电阻接地，构成一般的分压电路，再经低通RC滤波电路连接至MCU小板经1Ω电阻与1nF电容构成的低通滤波电路后，连接到MCU的ADC输入接脚，可量测以弦波驱动时的电机端电压，再整合电机电流信息，推估电机三相反电势。而于六步方波驱动无感控制时，可用以侦测开路相的反电势零交越点，根据PWM切换状态于PWM OFF或PWM ON期间侦测零交越点。于PWM OFF期间侦测零交越点时，由于ADC无法感测负电压故很难准确地感测零交越点，因此雅特力提出一个专利技术，于R96电阻旁并联一个D25二极管，若控制STATUS_LED2信号为低电位接地，则VOLT_SEL信号成为高电位3.3V，它将使D25二极管导通而旁路R96电阻，让BEMF1输出电压变成OUT1端电压加上D25二极管导通压降。由于OUT1端电压不经分压电路衰减，且提高了基准电位，因此可以更准确地感测到PWM OFF期间的反电势零交越点。

图 11. 输出端电压检测电路图



除了以ADC方式侦测开路相零交越点外，开发板亦提供虚拟中性点比较电路如下图，将三相分压后的电压信号分别经三个100k Ω 电阻连接在一起，获得虚拟中性点信号，再将三相端电压分别经比较器与虚拟中性点信号比较，根据比较器输出位准即可判断反电势零交越点。下图中将跳线连接即可将比较器信号连接至MCU的霍尔检测功能接脚。

图 12. 虚拟中性点比较器电路图

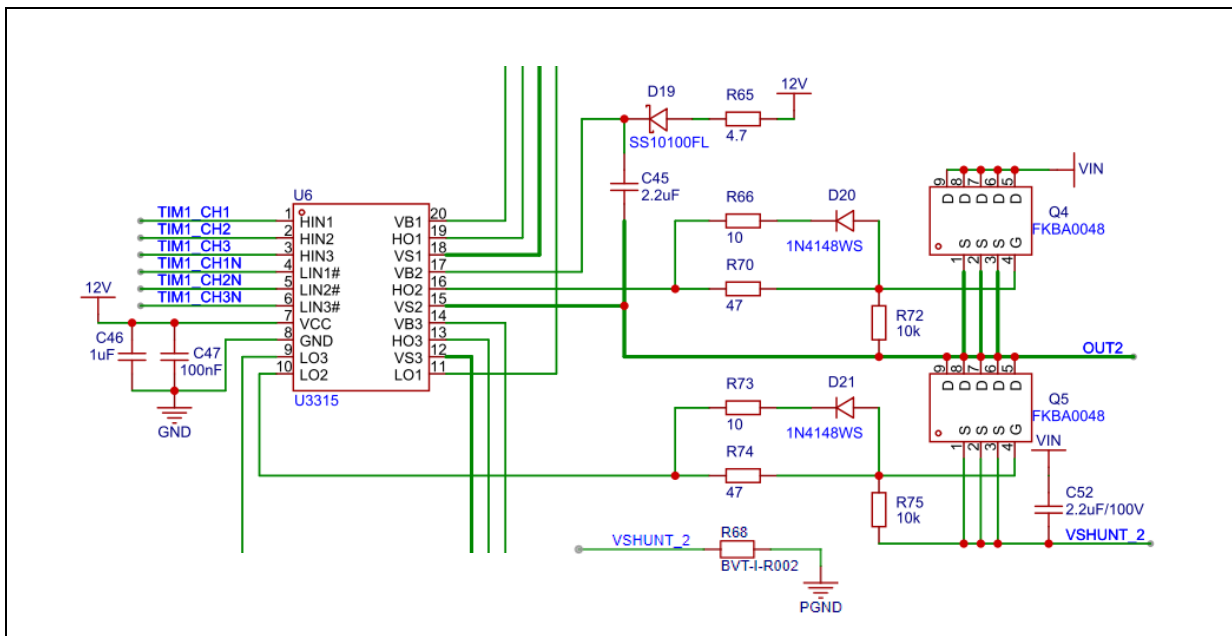


5.7 功率级电路

5.7.1 三相全桥换流器电路

三相全桥换流器电路由一个整合型三相全桥闸极驱动芯片、6颗100V/78A/8m Ω 采DFN5 \times 6-8包装MOSFET，以及相关电路构成。下图为V相半桥功率转换电路，其中OUT2连接到CN5连接器之V相输出，连接电机V相线路。Q5 MOSFET源极输出V_SHUNT2会经电流检测电阻，以回馈V相电流。

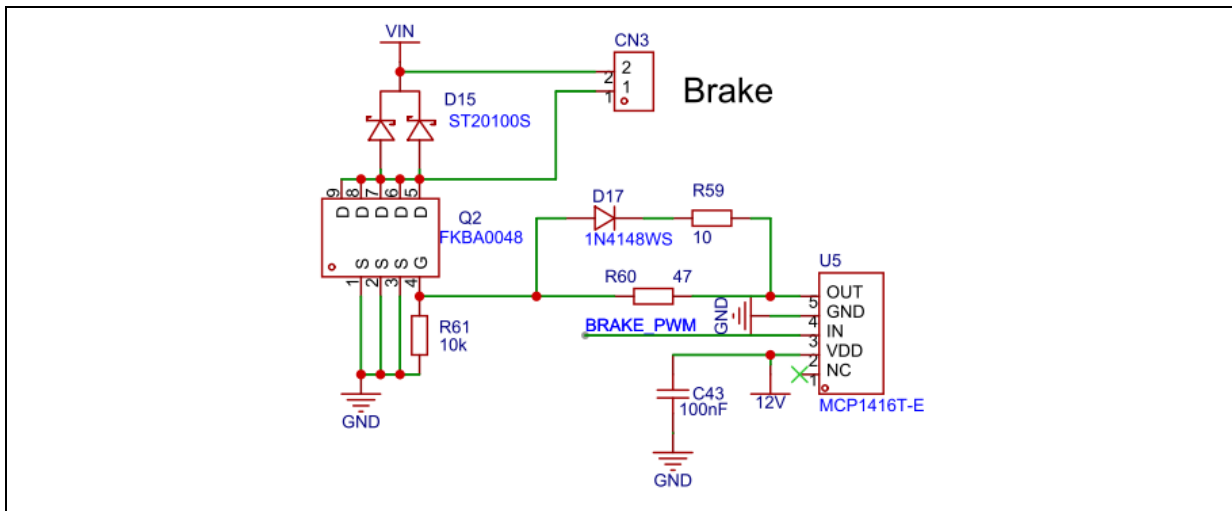
图 13. V 相半桥功率转换电路



5.7.2 刹车电路

刹车电路如下图所示。由CN3连接外部刹车电阻，驱动信号经U5闸极驱动器驱动Q2的MOSFET，将刹车电阻跨接于直流母线上消耗电机回生的能量。须注意刹车电阻的阻值选用必须使最大电流小于40A，例如母线电压为60V，则刹车电阻值不能小于1.5 Ω 。

图 14. 刹车电路图

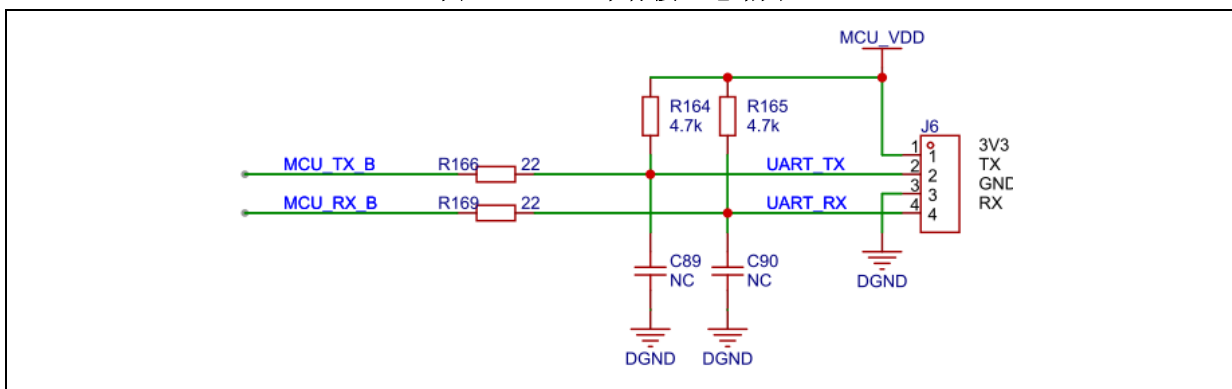


5.8 通讯电路

5.8.1 UART 串行接口

除了在MCU小板上直接连接MCU的UART1串行接口外，在开发板上另外提供了一个串行接口，如下图所示。实际是否可使用视不同MCU的外设资源而定，请参阅第6章的MCU小板接脚对应表。

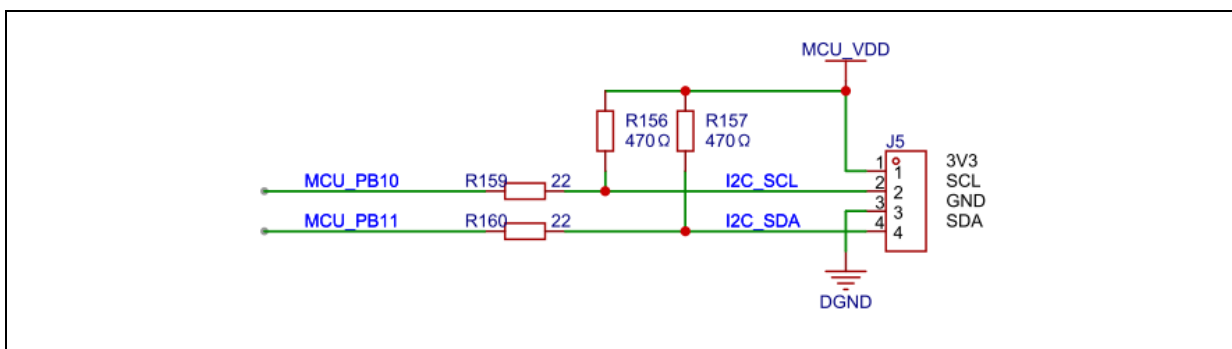
图 15. UART 串行接口电路图



5.8.2 I2C 接口

开发板上提供了一个I2C接口，如下图所示。其中的上拉电阻阻值可根据实际传输速率的需求自行调整。

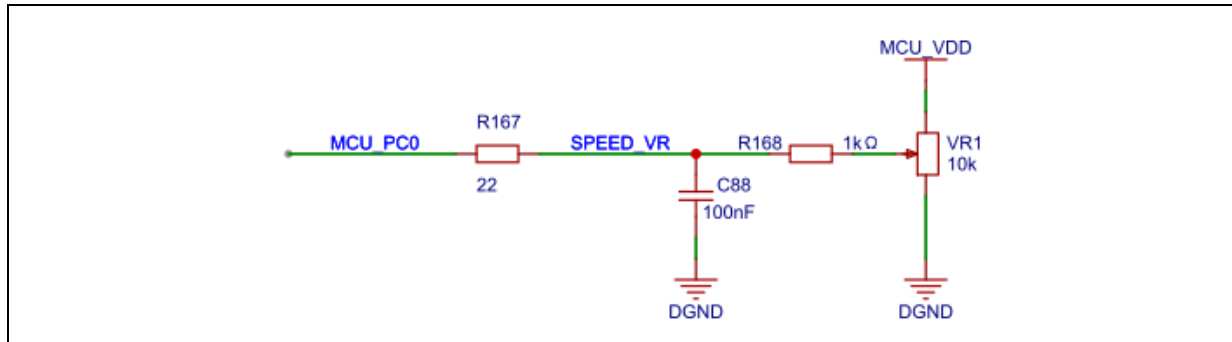
图 16. I2C 接口电路图



5.9 电位器输入接口

电路包含一个30转10k Ω 的电位器，连接至MCU ADC的通道10(PC0)接脚，其电路如下图所示。

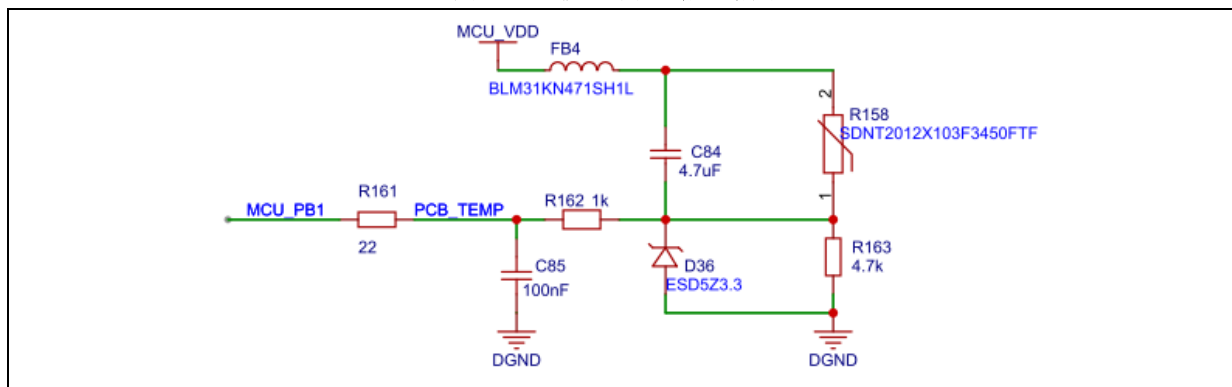
图 17. 电位器输入接口电路图



5.10 温度感测电路

开发板上有一个温度感测电路如下图，使用一个在25°C下10k Ω 的NTC电阻，紧靠于Q4 MOSFET旁边，用于感测MOSFET温度。当温度升高时NTC电阻的阻值降低，使得分压电路的电压提高，经RC低通滤波电路后连接至MCU ADC的通道9(PB1)接脚，以进行功率电路过温保护。

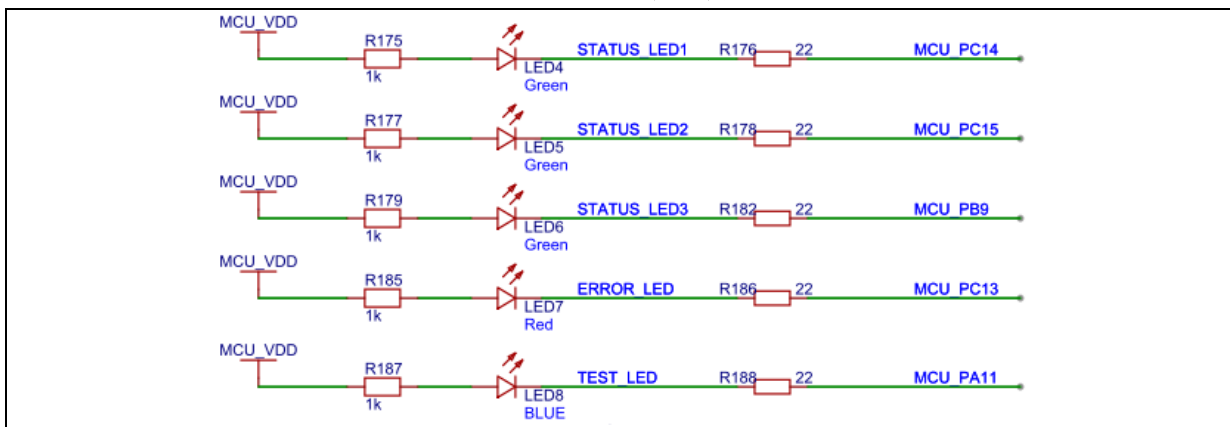
图 18. 温度感测电路电路图



5.11 LED 电路

开发板上提供有3个绿色LED指示灯、1个红色LED指示灯与1个蓝色LED指示灯如下图。

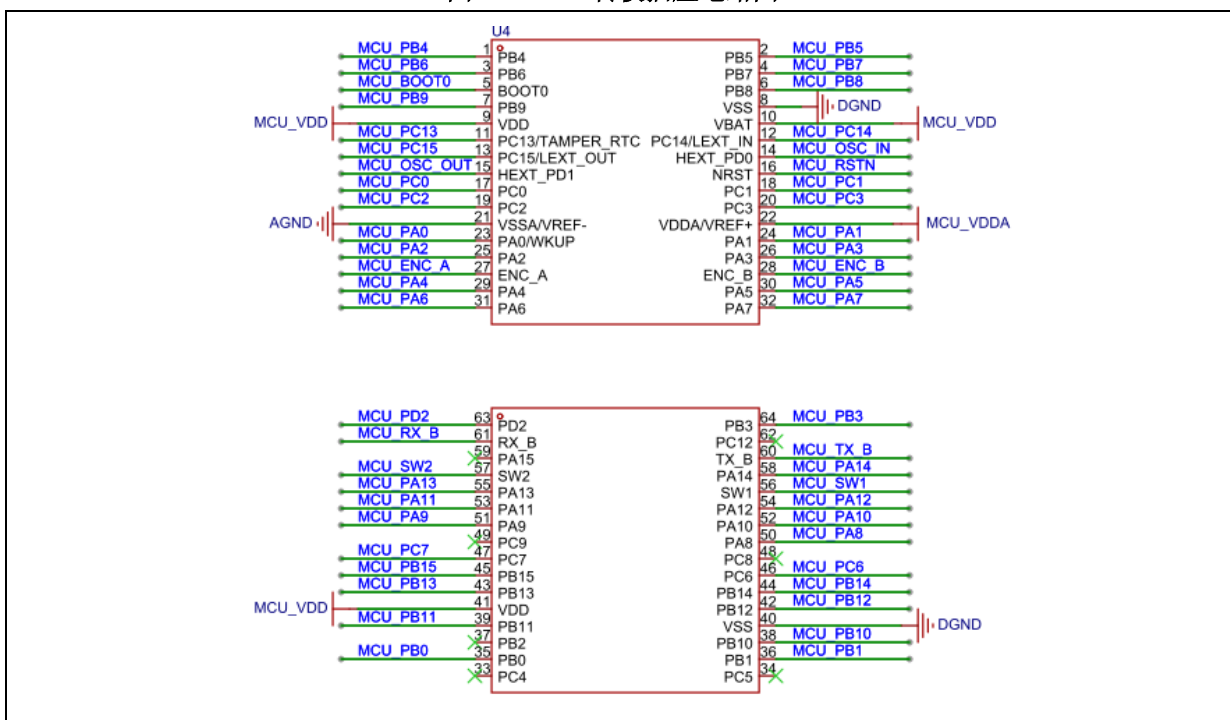
图 19. LED 电路电路图



5.12 MCU 转接插座

开发板上提供一个微控制器转接插座如下图，可搭配不同的MCU小板，使用不同的AT32系列微控制器运行电机控制程序。

图 20. MCU 转板插座电路图



6 MCU 小板接脚对应表

6.1 AT32F421/L021 小板 PIN MAP

Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F421/L021	Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F421/L021
1	MCU_PB4	40	TMR3_CH1(PB4)	33	MCU_PC4		
2	MCU_PB5	41	TMR3_CH2(PB5)	34	MCU_PC5		
3	MCU_PB6	42	USART1_TX(PB6)	35	MCU_PB0	18	TMR3_CH3(PB0)
4	MCU_PB7	43	USART1_RX(PB7)	36	MCU_PB1	19	ADC_IN9(PB1)
5	MCU_BOOT0	44	BOOT0	37	MCU_PB2		
6	MCU_PB8	45	TMR16_CH1(PB8)	38	MCU_PB10	21	I2C2_SCL(PB10)
7	MCU_PB9	46	TMR17_CH1(PB9)	39	MCU_PB11	22	I2C2_SDA(PB11)
8	DGND	47	VSS	40	DGND	23	VSS
9	MCU_VDD	48	VDD	41	MCU_VDD	24	VDD
10	MCU_VBAT	1	VDD	42	MCU_PB12	25	TMR1_BKIN(PB12)
11	MCU_PC13	2	PC13	43	MCU_PB13	26	TMR1_CH1N(PB13)
12	MCU_PC14	3	PC14	44	MCU_PB14	27	TMR1_CH2N(PB14)
13	MCU_PC15	4	PC15	45	MCU_PB15	28	TMR1_CH3N(PB15)
14	MCU_OSC_IN	5	HEXT_IN(PF0)	46	MCU_PC6		
15	MCU_OSC_OUT	6	HEXT_OUT(PF1)	47	MCU_PC7		
16	MCU_RSTn	7	NRST	48	MCU_PC8		
17	MCU_PC0	20	ADC_IN10(PB2)	49	MCU_PC9		
18	MCU_PC1			50	MCU_PA8	29	TMR1_CH1(PA8)
19	MCU_PC2			51	MCU_PA9	30	TMR1_CH2(PA9)
20	MCU_PC3			52	MCU_PA10	31	TMR1_CH3(PA10)
21	MCU_AGND	8	VSSA	53	MCU_PA11	32	TMR1_CH4(PA11)
22	MCU_VDDA	9	VDDA	54	MCU_PA12	33	PA12
23	MCU_PA0	10	ADC_IN0(PA0)	55	MCU_PA13	34	SWDIO(PA13)
24	MCU_PA1	11	ADC_IN1(PA1)	56	MCU_SW1	35	PF6
25	MCU_PA2	12	ADC_IN2(PA2)	57	MCU_SW2	36	PF7
26	MCU_PA3	13	ADC_IN3(PA3)	58	MCU_PA14	37	SWCLK(PA14)/USART2_TX
27	MCU_ENCODER_A			59	MCU_PA15	38	USART2_RX(PA15)
28	MCU_ENCODER_B			60	MCU_UART_TX_B		
29	MCU_PA4	14	ADC_IN4 (PA4)	61	MCU_UART_RX_B		
30	MCU_PA5	15	ADC_IN5 / SPI1_SCK (PA5)	62	MCU_PC12		
31	MCU_PA6	16	ADC_IN6 / SPI1_MISO (PA6)	63	MCU_PD2		
32	MCU_PA7	17	ADC_IN7 / SPI1_MOSI (PA7)	64	MCU_PB3	39	PB3

6.2 AT32F413/F425/F415/F405 小板 PIN MAP

Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F413/F425/F415/F405	Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F413/F425/F415/F405
1	MCU_PB4	56	TMR3_CH1(PB4)	33	MCU_PC4	24	ADC12_IN14(PC4)
2	MCU_PB5	57	TMR3_CH2(PB5)	34	MCU_PC5	25	ADC_IN15(PC5)
3	MCU_PB6	58	USART1_TX(PB6)	35	MCU_PB0	26	TMR3_CH3(PB0)
4	MCU_PB7	59	USART1_RX(PB7)	36	MCU_PB1	27	ADC_IN9(PB1)
5	MCU_BOOT0	60	BOOT0	37	MCU_PB2	28	PB2 (F413/F415/F405:BOOT1)
6	MCU_PB8	61	TMR10_CH1(PB8)	38	MCU_PB10	29	I2C2_SCL(PB10)
7	MCU_PB9	62	TMR11_CH1(PB9)	39	MCU_PB11	30	I2C2_SDA(PB11)
8	DGND	63	VSS	40	DGND	31	VSS
9	MCU_VDD	64	VDD	41	MCU_VDD	32	VDD
10	MCU_VBAT	1	VDD	42	MCU_PB12	33	TMR1_BKIN(PB12)
11	MCU_PC13	2	PC13	43	MCU_PB13	34	TMR1_CH1N(PB13)
12	MCU_PC14	3	PC14	44	MCU_PB14	35	TMR1_CH2N(PB14)
13	MCU_PC15	4	PC15	45	MCU_PB15	36	TMR1_CH3N(PB15)
14	MCU_OSC_IN	5	HEXT_IN(PD0/F425:PF0)	46	MCU_PC6	37	TMR8_CH1(PC6)
15	MCU_OSC_OUT	6	HEXT_OUT(PD1/F425:PF1)	47	MCU_PC7	38	TMR8_CH2(PC7)
16	MCU_RSTn	7	NRST	48	MCU_PC8	39	TMR8_CH3(PC8)
17	MCU_PC0	8	ADC12_IN10(PC0)	49	MCU_PC9	40	TMR8_CH4(PC9)
18	MCU_PC1	9	ADC12_IN11(PC1)	50	MCU_PA8	41	TMR1_CH1(PA8)
19	MCU_PC2	10	ADC12_IN12(PC2)	51	MCU_PA9	42	TMR1_CH2(PA9)
20	MCU_PC3	11	ADC12_IN13(PC3)	52	MCU_PA10	43	TMR1_CH3(PA10)
21	MCU_AGND	12	VSSA	53	MCU_PA11	44	TMR1_CH4(PA11)
22	MCU_VDDA	13	VDDA	54	MCU_PA12	45	PA12
23	MCU_PA0	14	ADC_IN0(PA0)	55	MCU_PA13	46	TMS-SWDIO(PA13)
24	MCU_PA1	15	ADC_IN1(PA1)	56	MCU_SW1	47	PF6
25	MCU_PA2	16	ADC_IN2(PA2)	57	MCU_SW2	48	PF7
26	MCU_PA3	17	ADC_IN3(PA3)	58	MCU_PA14	49	TCK-SWCLK(PA14)
27	MCU_ENCODER_A	18	TMR5_CH1(PF4)	59	MCU_PA15	50	PA15
28	MCU_ENCODER_B	19	TMR5_CH2(PF5)	60	MCU_UART_TX_B	51	UART3_TX(PC10)
29	MCU_PA4	20	ADC_IN4(PA4)	61	MCU_UART_RX_B	52	UART3_RX(PC11)
30	MCU_PA5	21	ADC_IN5 / SPI1_SCK (PA5)	62	MCU_PC12	53	PC12
31	MCU_PA6	22	ADC_IN6 / SPI1_MISO (PA6)	63	MCU_PD2	54	PD2
32	MCU_PA7	23	ADC_IN7 / SPI1_MOSI (PA7)	64	MCU_PB3	55	PB3(SWO)

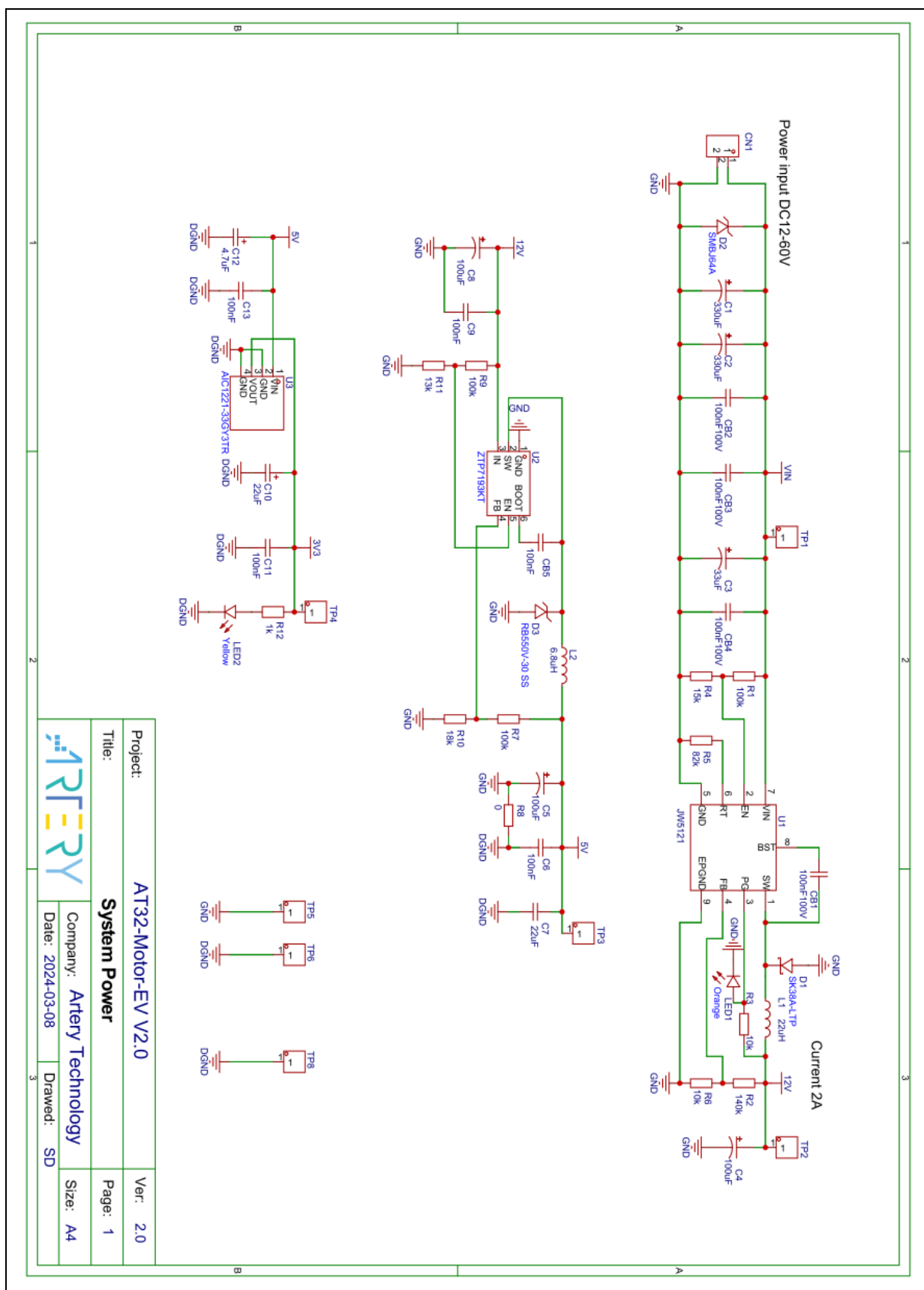
6.3 AT32F403A/A403A/F435 小板 PIN MAP

Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F403A/A403A/F435	Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F403A/A403A/F435
1	MCU_PB4	56	TMR3_CH1(PB4)	33	MCU_PC4	24	ADC12_IN14(PC4)
2	MCU_PB5	57	TMR3_CH2(PB5)	34	MCU_PC5	25	ADC_IN15(PC5)
3	MCU_PB6	58	USART1_TX(PB6)	35	MCU_PB0	26	TMR3_CH3(PB0)
4	MCU_PB7	59	USART1_RX(PB7)	36	MCU_PB1	27	ADC_IN9(PB1)
5	MCU_BOOT0	60	BOOT0	37	MCU_PB2	28	PB2/BOOT1
6	MCU_PB8	61	TMR10_CH1(PB8)	38	MCU_PB10	29	I2C2_SCL(PB10)
7	MCU_PB9	62	TMR11_CH1(PB9)	39	MCU_PB11	30	I2C2_SDA(PB11)
8	DGND	63	VSS	40	DGND	31	VSS/ F435:PH3
9	MCU_VDD	64	VDD	41	MCU_VDD	32	VDD
10	MCU_VBAT	1	VDD	42	MCU_PB12	33	TMR1_BKIN(PB12)
11	MCU_PC13	2	PC13	43	MCU_PB13	34	TMR1_CH1N(PB13)
12	MCU_PC14	3	PC14	44	MCU_PB14	35	TMR1_CH2N(PB14)
13	MCU_PC15	4	PC15	45	MCU_PB15	36	TMR1_CH3N(PB15)
14	MCU_OSC_IN	5	HEXT_IN(PD0/F435:PH0)	46	MCU_PC6		
15	MCU_OSC_OUT	6	HEXT_OUT(PD1/F435:PH1)	47	MCU_PC7		
16	MCU_RSTn	7	NRST	48	MCU_PC8		
17	MCU_PC0	8	ADC12_IN10(PC0)	49	MCU_PC9		
18	MCU_PC1	9	ADC12_IN11(PC1)	50	MCU_PA8	41	TMR1_CH1(PA8)
19	MCU_PC2	10	ADC12_IN12(PC2)	51	MCU_PA9	42	TMR1_CH2(PA9)
20	MCU_PC3	11	ADC12_IN13(PC3)	52	MCU_PA10	43	TMR1_CH3(PA10)
21	MCU_AGND	12	VSSA	53	MCU_PA11	44	TMR1_CH4(PA11)
22	MCU_VDDA	13	VDDA	54	MCU_PA12	45	PA12
23	MCU_PA0	14	ADC_IN0(PA0)	55	MCU_PA13	46	TMS-SWDIO(PA13)
24	MCU_PA1	15	ADC_IN1(PA1)	56	MCU_SW1	39	PC8
25	MCU_PA2	16	ADC_IN2(PA2)	57	MCU_SW2	40	PC9
26	MCU_PA3	17	ADC_IN3(PA3)	58	MCU_PA14	49	TCK-SWCLK(PA14)
27	MCU_ENCODER_A	37	TMR8_CH1(PC6)	59	MCU_PA15	50	PA15
28	MCU_ENCODER_B	38	TMR8_CH2(PC7)	60	MCU_UART_TX_B	51	UART3_TX(PC10)
29	MCU_PA4	20	ADC_IN4(PA4)	61	MCU_UART_RX_B	52	UART3_RX(PC11)
30	MCU_PA5	21	ADC_IN5 / SPI1_SCK (PA5)	62	MCU_PC12	53	PC12
31	MCU_PA6	22	ADC_IN6 / SPI1_MISO (PA6)	63	MCU_PD2	54	PD2
32	MCU_PA7	23	ADC_IN7 / SPI1_MOSI (PA7)	64	MCU_PB3	55	PB3(SWO)

6.4 AT32F423/F455 小板 PIN MAP

Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F403A/A403A/F435	Socket pin no.	Socket pin name	MCU pin no.	AT32F403A/A403A/F435
1	MCU_PB4	56	TMR3_CH1(PB4)	33	MCU_PC4	24	ADC12_IN14(PC4)
2	MCU_PB5	57	TMR3_CH2(PB5)	34	MCU_PC5	25	ADC_IN15(PC5)
3	MCU_PB6	58	USART1_TX(PB6)	35	MCU_PB0	26	TMR3_CH3(PB0)
4	MCU_PB7	59	USART1_RX(PB7)	36	MCU_PB1	27	ADC_IN9(PB1)
5	MCU_BOOT0	60	BOOT0	37	MCU_PB2	28	PB2 (F455:BOOT1)
6	MCU_PB8	61	TMR10_CH1(PB8)	38	MCU_PB10	29	I2C2_SCL(PB10)
7	MCU_PB9	62	TMR11_CH1(PB9)	39	MCU_PB11	30	I2C2_SDA(PB11)
8	DGND	63	VSS	40	DGND		
9	MCU_VDD	64	VDD	41	MCU_VDD	32	VDD
10	MCU_VBAT	1	VDD	42	MCU_PB12	33	TMR1_BKIN(PB12)
11	MCU_PC13	2	PC13	43	MCU_PB13	34	TMR1_CH1N(PB13)
12	MCU_PC14	3	PC14	44	MCU_PB14	35	TMR1_CH2N(PB14)
13	MCU_PC15	4	PC15	45	MCU_PB15	36	TMR1_CH3N(PB15)
14	MCU_OSC_IN	5	HEXT_IN(PF0/F455:PH0)	46	MCU_PC6	37	PC6
15	MCU_OSC_OUT	6	HEXT_OUT(PF1/F455:PH1)	47	MCU_PC7	38	SPI2_SCK(PC7)
16	MCU_RSTn	7	NRST	48	MCU_PC8	39	
17	MCU_PC0	8	ADC12_IN10(PC0)	49	MCU_PC9	40	
18	MCU_PC1	9	SPI2_MOSI(PC1)	50	MCU_PA8	41	TMR1_CH1(PA8)
19	MCU_PC2	10	SPI2_MISO(PC2)	51	MCU_PA9	42	TMR1_CH2(PA9)
20	MCU_PC3	11	ADC12_IN13(PC3)	52	MCU_PA10	43	TMR1_CH3(PA10)
21	MCU_AGND	12	VSSA	53	MCU_PA11	44	TMR1_CH4(PA11)
22	MCU_VDDA	13	VDDA	54	MCU_PA12	45	PA12
23	MCU_PA0	14	ADC_IN0(PA0)	55	MCU_PA13	46	TMS-SWDIO(PA13)
24	MCU_PA1	15	ADC_IN1(PA1)	56	MCU_SW1	39	PC8
25	MCU_PA2	16	ADC_IN2(PA2)	57	MCU_SW2	40	PC9
26	MCU_PA3	17	ADC_IN3(PA3)	58	MCU_PA14	49	TCK-SWCLK(PA14)
27	MCU_ENCODER_A	47	TMR2_CH1(PF6/F455:PH2)	59	MCU_PA15	50	PA15
28	MCU_ENCODER_B	31	TMR2_CH2(PF8/F455:PH3)	60	MCU_UART_TX_B	51	UART3_TX(PC10)
29	MCU_PA4	20	ADC_IN4(PA4)	61	MCU_UART_RX_B	52	UART3_RX(PC11)
30	MCU_PA5	21	ADC_IN5 / SPI1_SCK (PA5)	62	MCU_PC12	53	PC12
31	MCU_PA6	22	ADC_IN6 / SPI1_MISO (PA6)	63	MCU_PD2	54	PD2
32	MCU_PA7	23	ADC_IN7 / SPI1_MOSI (PA7)	64	MCU_PB3	55	PB3(SWO)

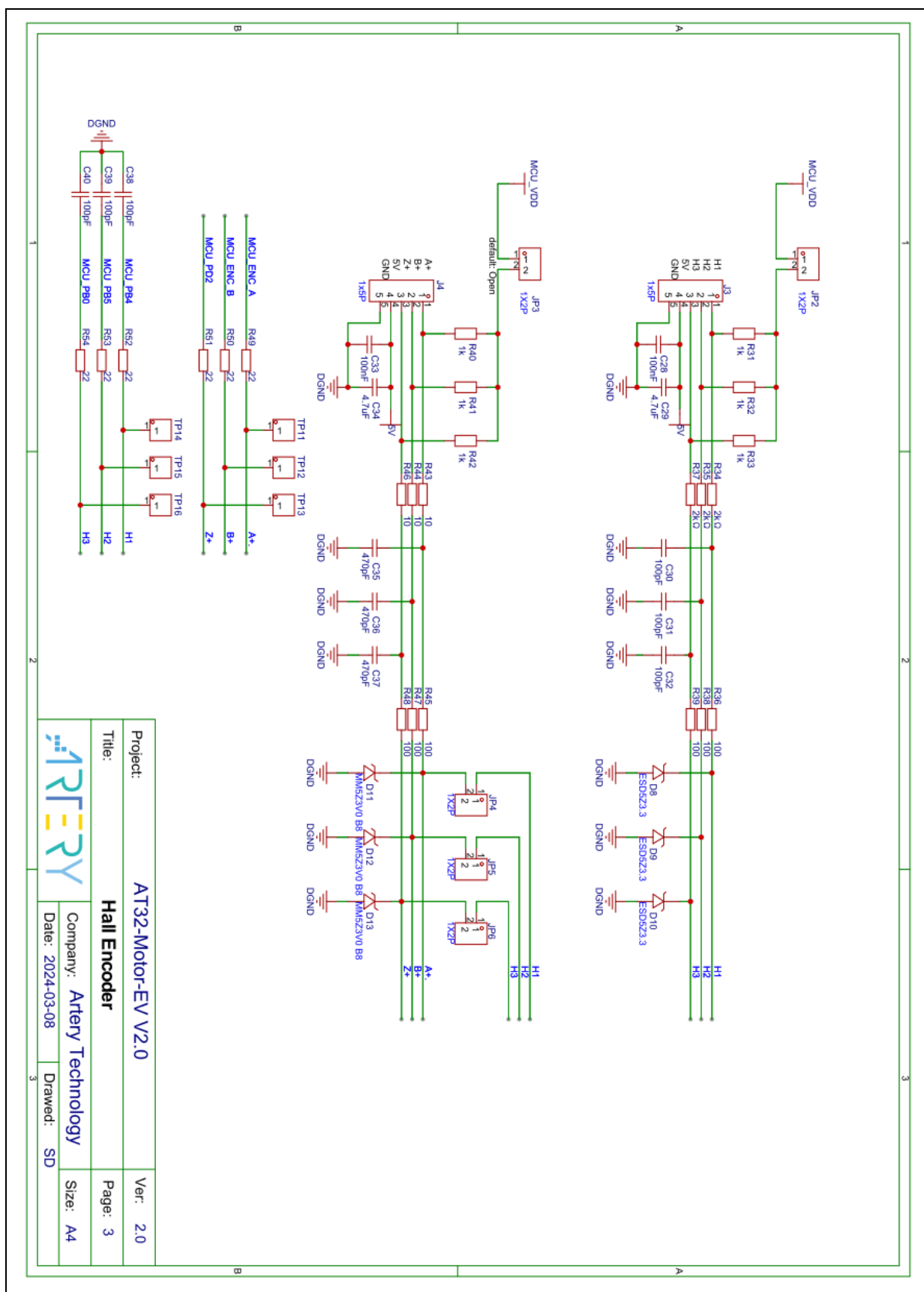
7.1 系统电源



7.2 MCU 界面



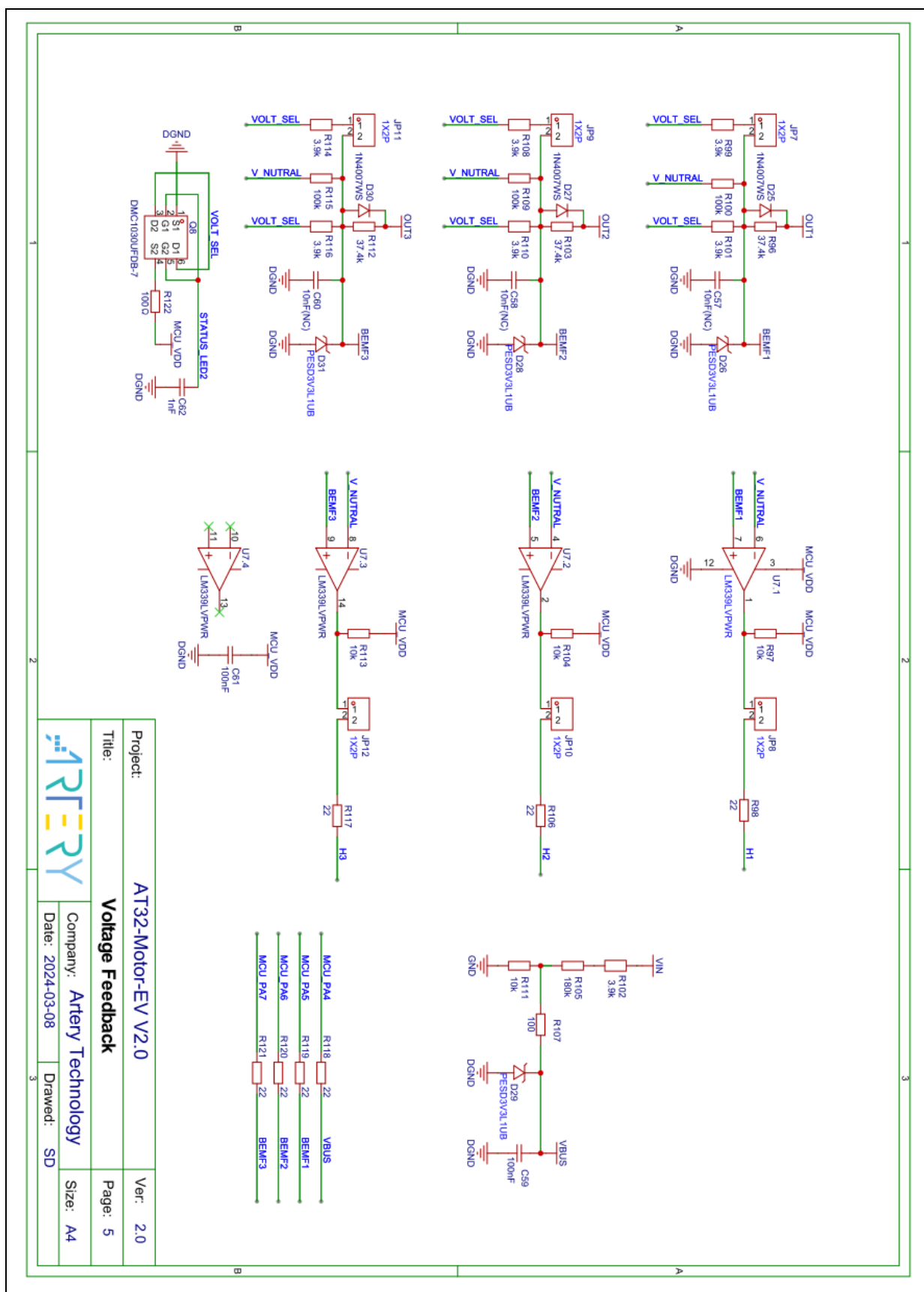
7.3 Hall / Encoder 电路



7.4 功率级电路



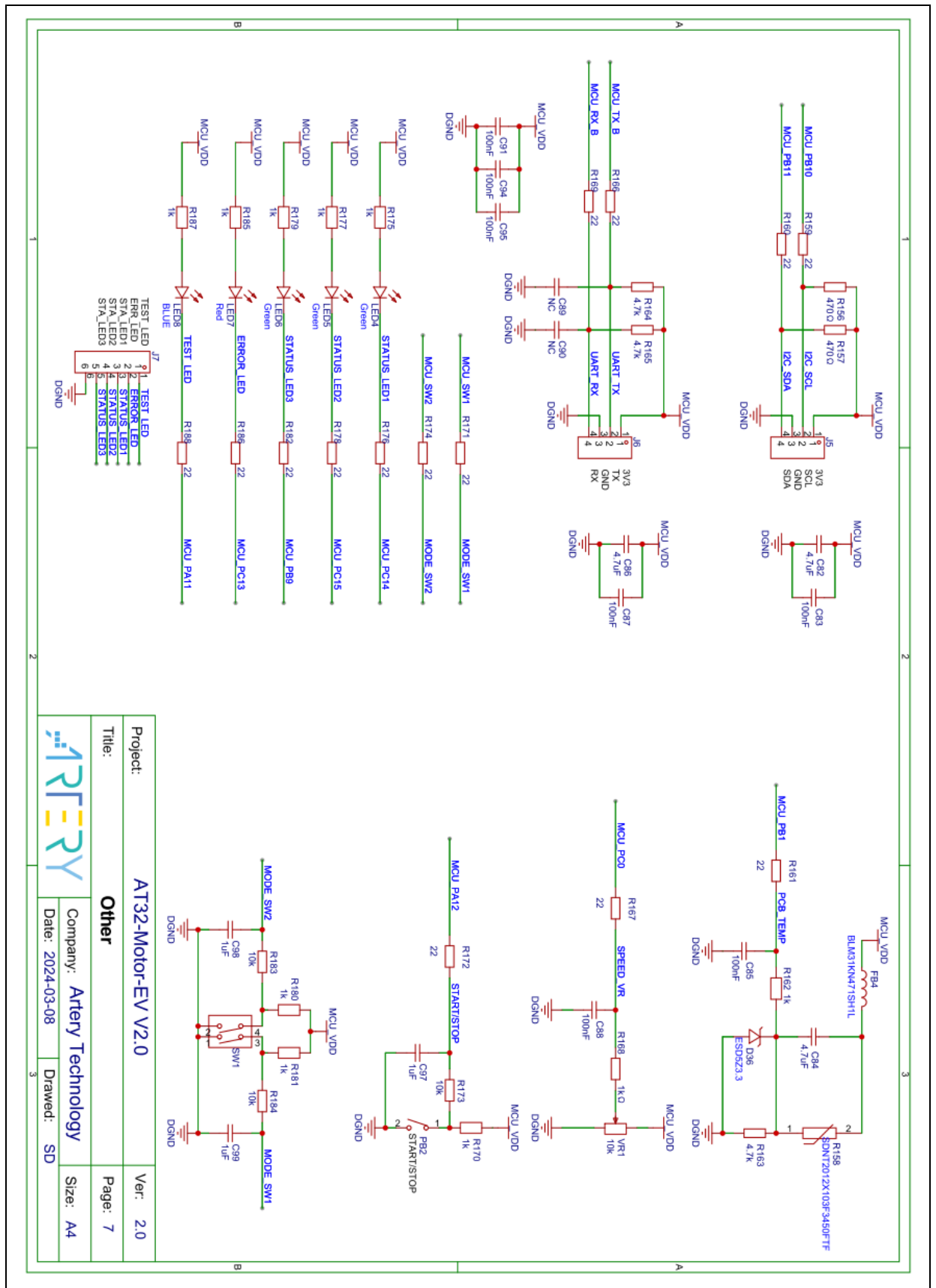
7.5 电压回馈电路



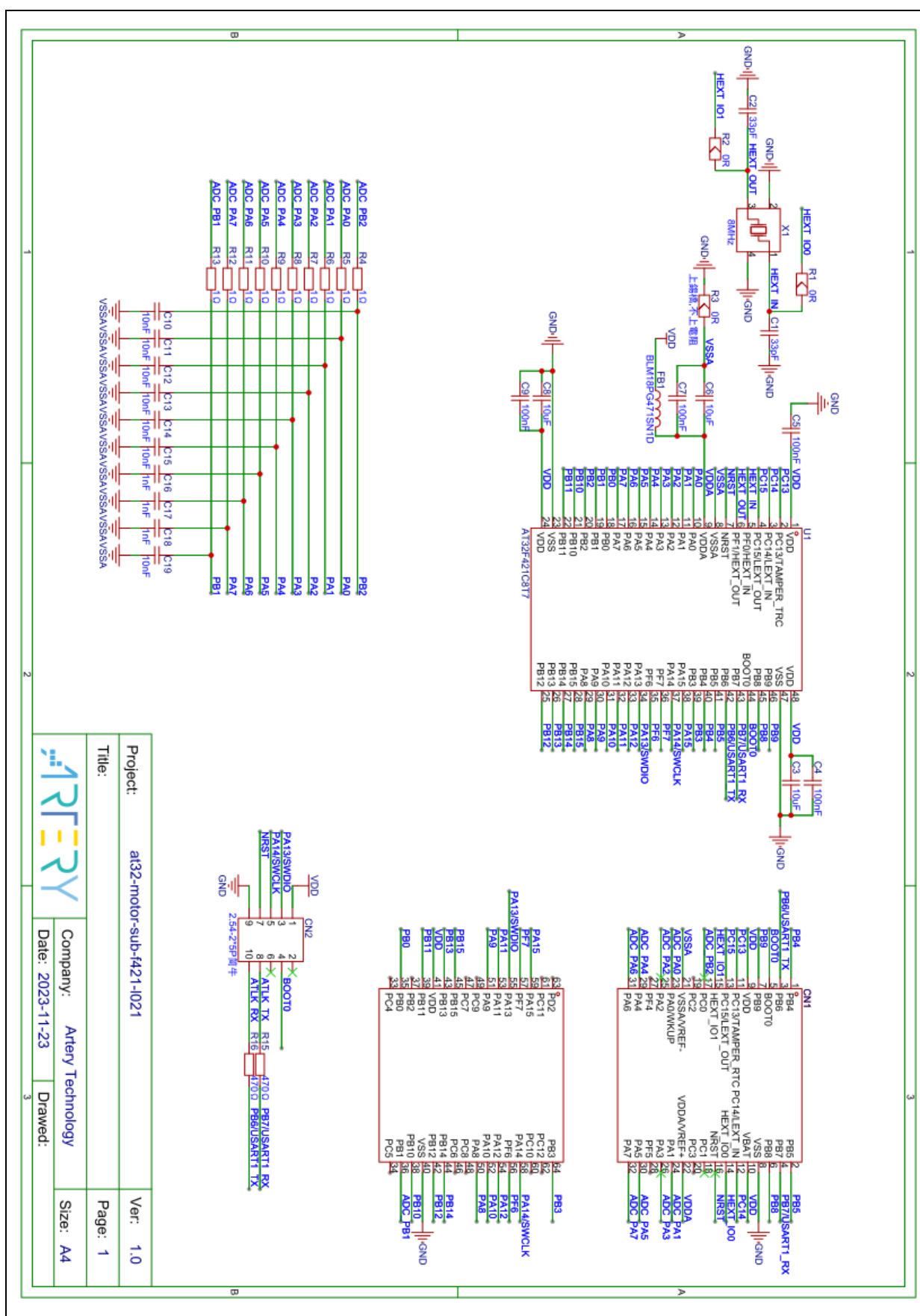
7.6 电流回馈电路



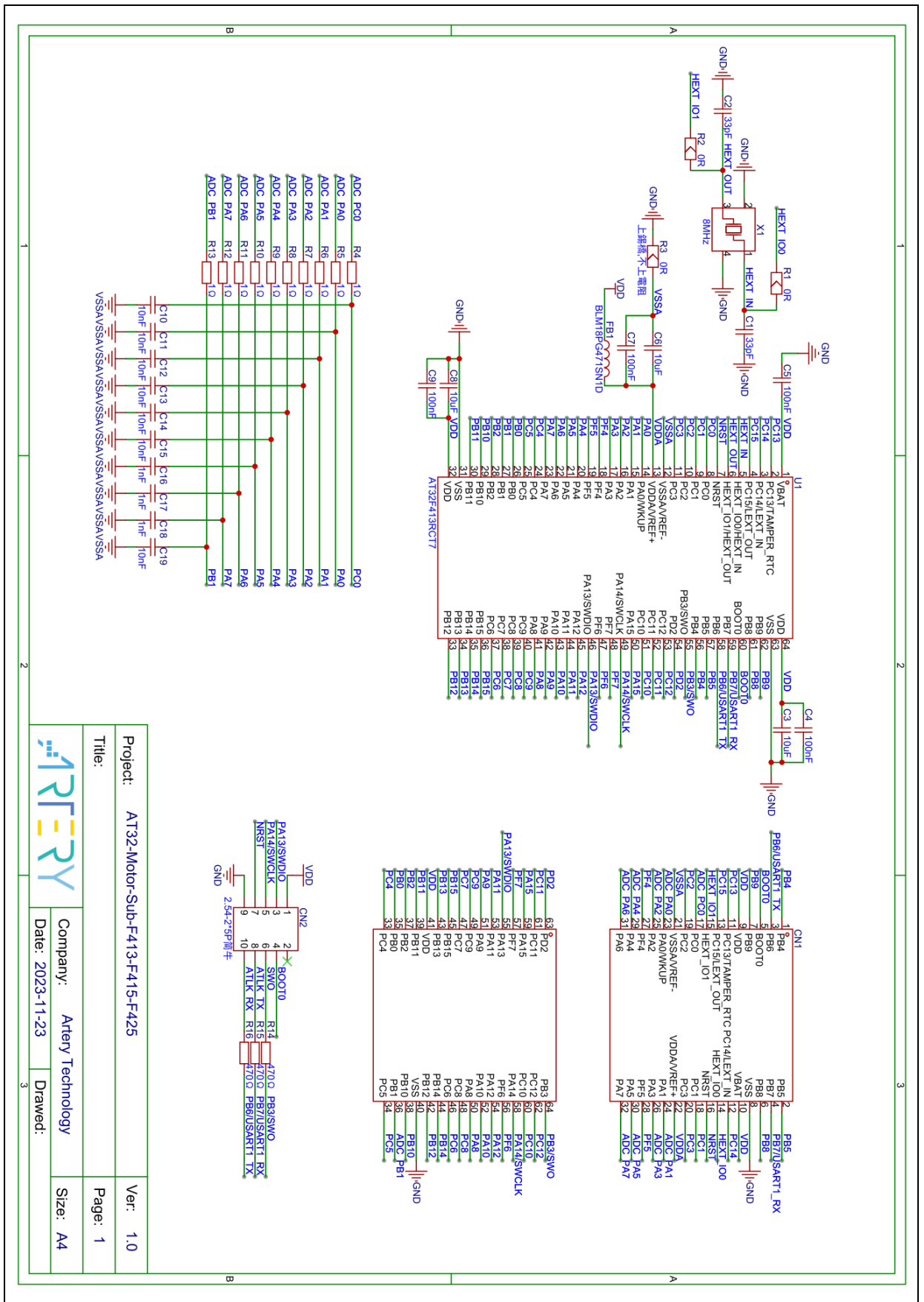
7.7 其它电路



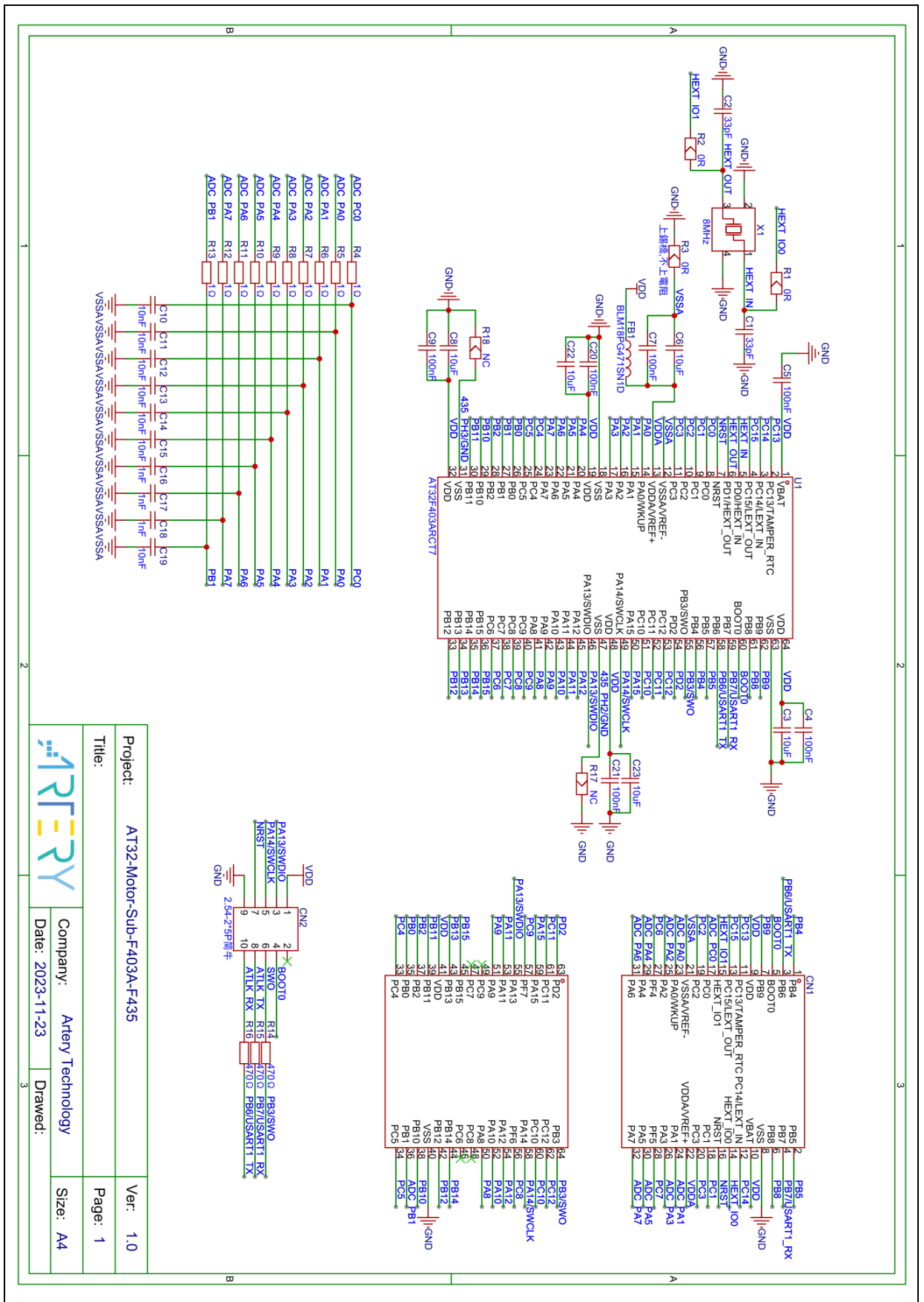
7.8 AT32F421/L021 小板电路图



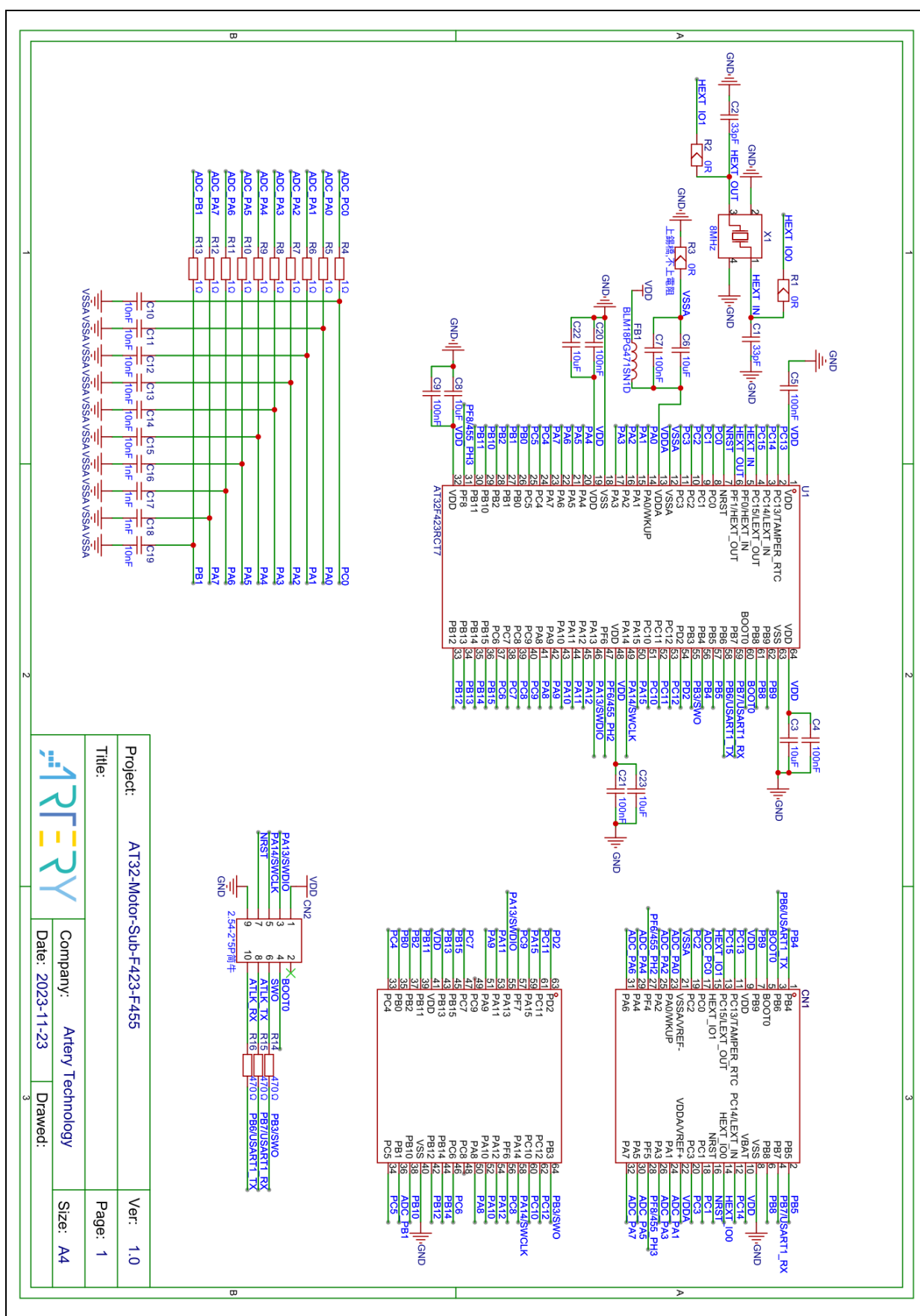
7.9 AT32F413/F425/F415/F405 小板电路图



7.10 AT32F403A/A403A/F435 小板电路图

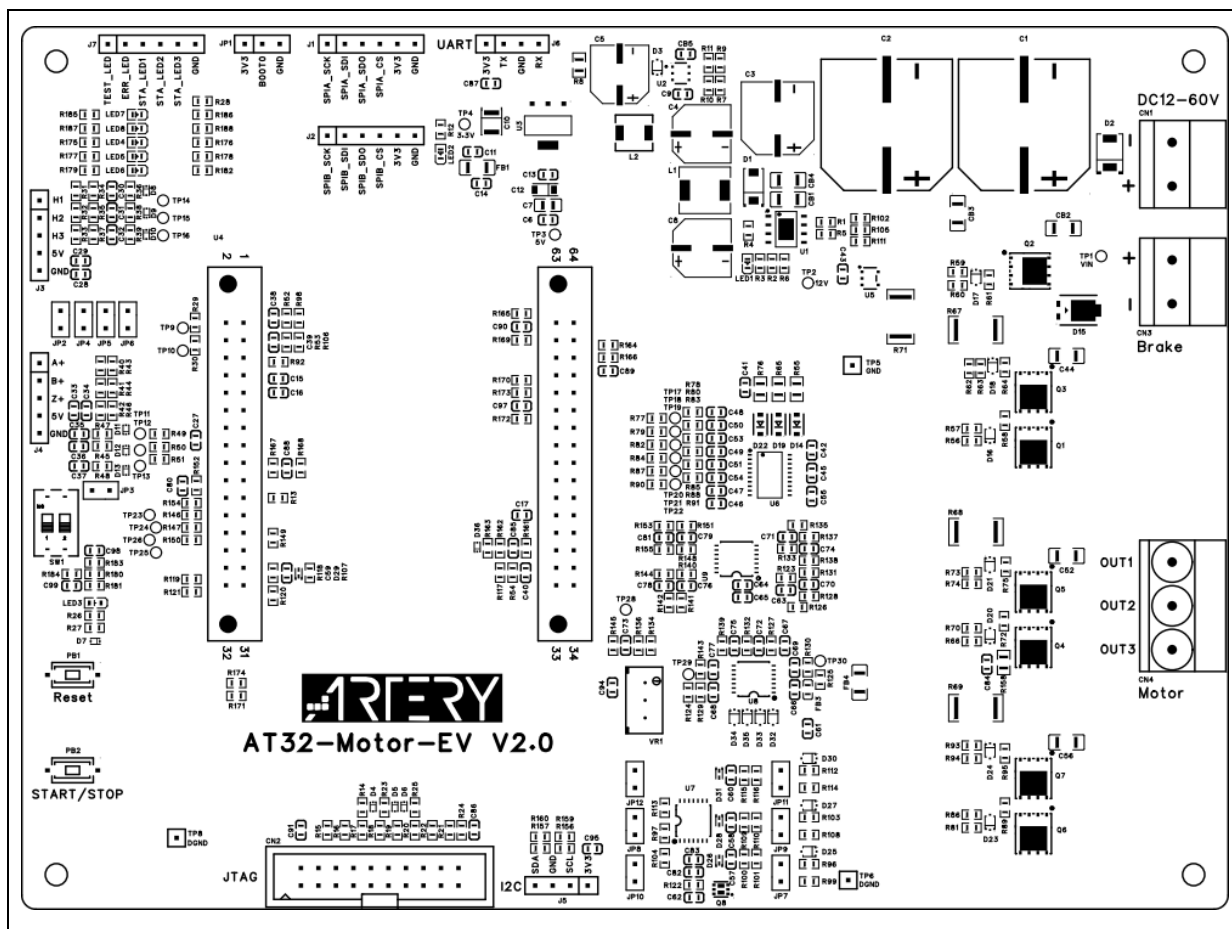


7.11 AT32F423/F455 小板电路图

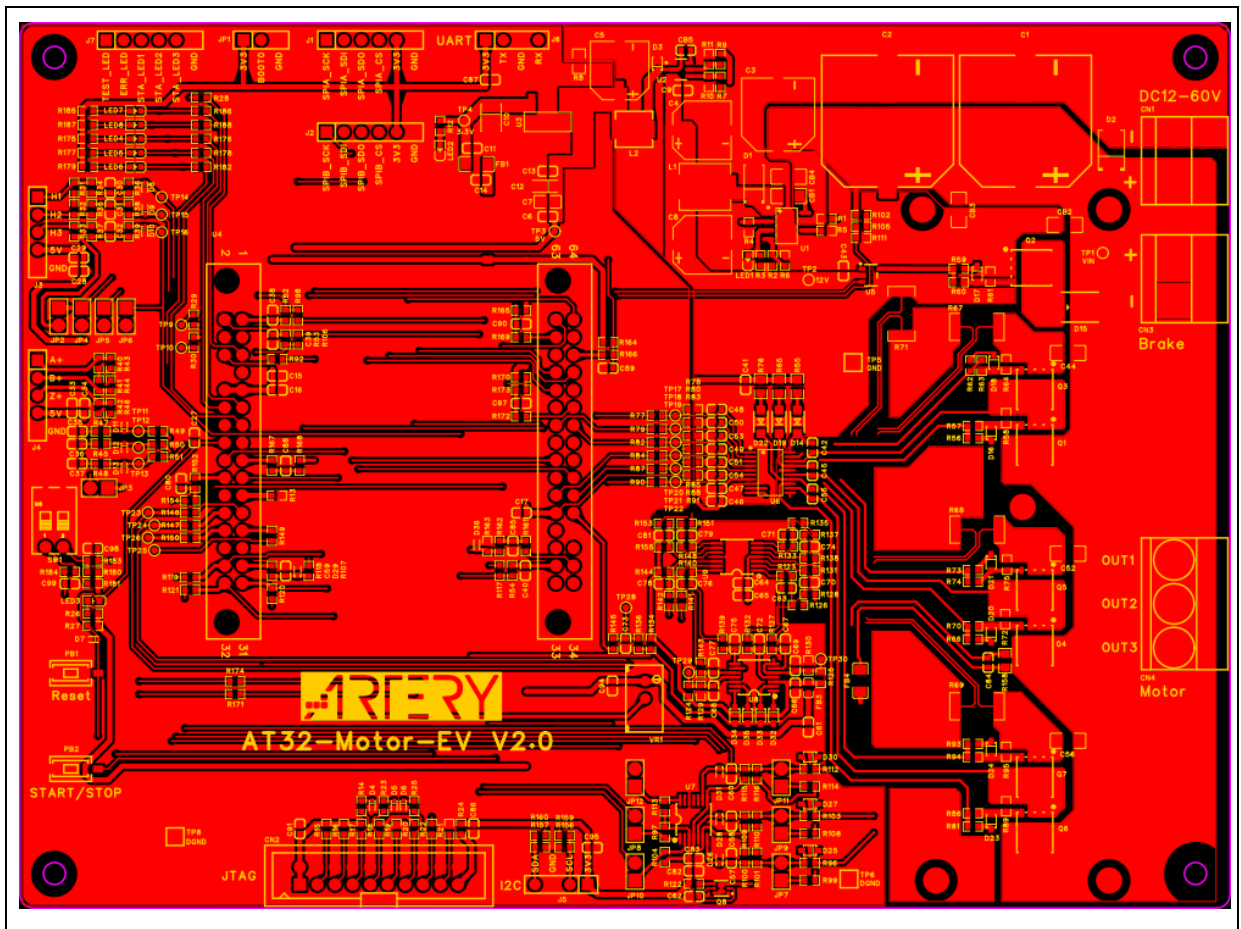


8 布线图

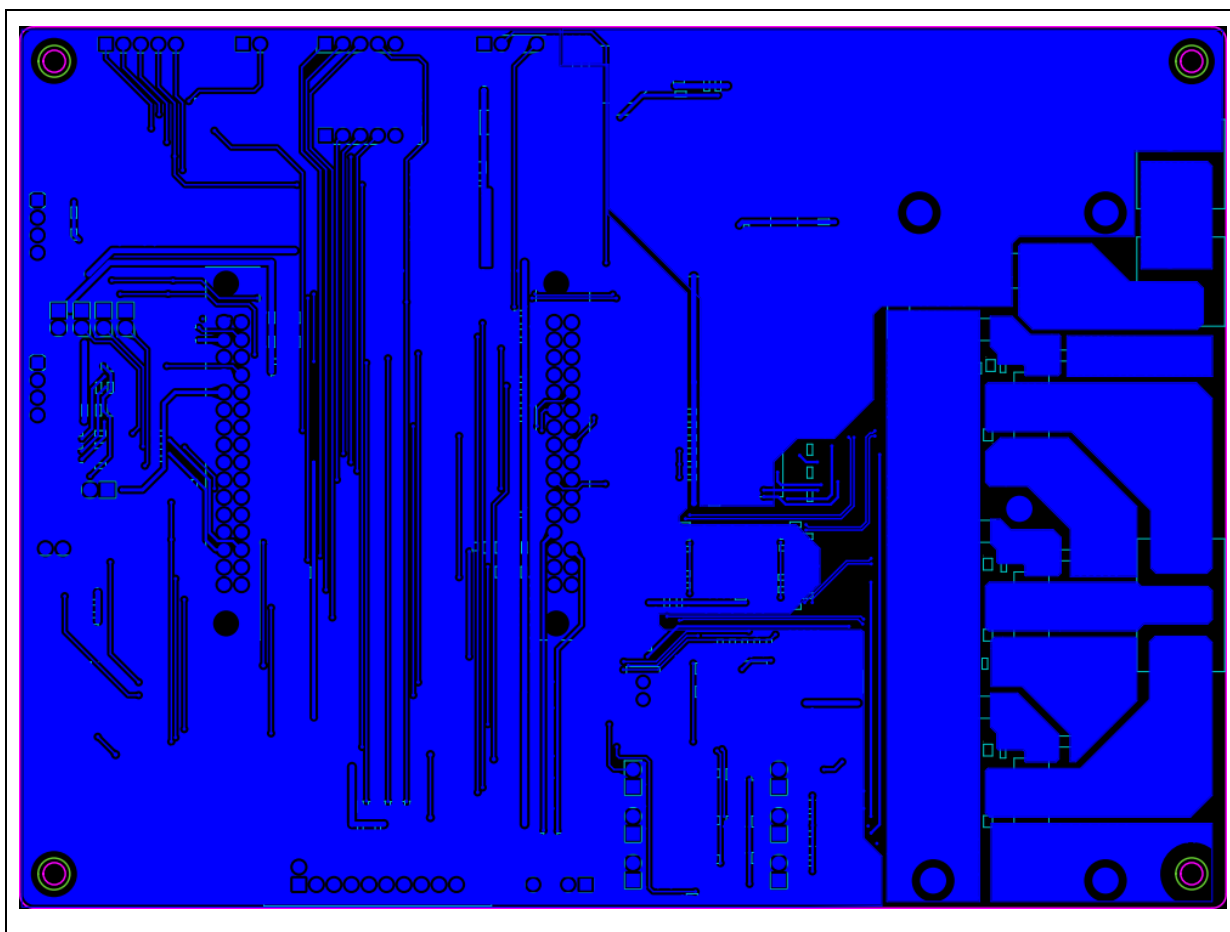
8.1 组件位置图



8.2 顶层布线图



8.3 底层布线图



9 零件列表

Value/Part number	Description	Designator	Footprint	Quantity	Manufacture
330uF	SMD Alum. Elec. Cap. 330uF,100V,20%, D:18mm, H:16.5mm	C1,C2	SMD_BD18.0-L19.0	2	Any
33uF	SMD Alum. Elec. Cap. 100uF,25V,20%, D:10mm, H:10mm	C3	SMD_BD10.0-L10.4	1	Any
100uF	SMD Alum. Elec. Cap.100uF,50V,20%, D:8mm, H:10mm	C4,C5,C8	SMD_BD8.0-L8.3	3	Any
100nF	SMD MLCC 0.1uF,50V,X7R,10%,0603	C6,C9,C11,C13,C15,C16,C17,C27,C28 C33,C43,C47,C59,C61,C64,C66,C68, C69,C83,C85,C87,C88,C91,C94,C95,C B5,C80	C0603	27	Any
22uF	SMD MLCC 22uF,25V,X5R,20%,0805	C7	C0805	1	Any
22uF	SMDTantalum Elec. Cap. 22uF,16V,10%CASE-B 3528	C10	CASE-B 3528	1	Any
4.7uF	SMDTantalum Elec. Cap. 4.7uF,16V,20%CASE-A 3216	C12	CASE-A 3216	1	Any
10uF	SMD MLCC 10uF,16V,X5R,20%,0603	C14	C0603	1	Any
4.7uF	SMD MLCC 4.7uF,25V,X5R,10%,0603	C29,C34,C65,C82,C84,C86	C0603	6	Any
100pF	SMD MLCC 100pF,50V,X7R,10%,0603	C30,C31,C32,C38,C39,C40,C48,C49,C 50,C51,C53,C54,C63,C67,C70,C71,C7 2,C74,C75,C76,C77,C78,C79,C81	C0603	24	Any
470pF	SMD MLCC 470pF,50V,X7R,10%,0603	C35,C36,C37	C0603	3	Any
2.2uF	SMD MLCC 2.2uF,50V,X5R,10%,0603	C42,C45,C55	C0603	3	Any
2.2uF	SMD MLCC 2.2uF,100V,X7R,10%,1206	C44,C52,C56	C1206	3	Any
1uF	SMD MLCC 1uF,50V,X5R,10%,0603	C41,C46,C62,C73,C97,C98,C99	C0603	7	Any
100nF	SMD MLCC 0.1uF,100V,X7R,10%,1206	CB1,CB2,CB3,CB4	C1206	4	Any
SK38A-LTP	SMD Schottky Diode 80V,3A	D1	SMA(DO-214AC)	1	Any
SMBJ58A	SMD TVS SMBJ58A	D2	SMB(DO-214AA)	1	Any
RB550V-30 SS	SMD Schottky Diode 30V,1A	D3	SOD-323	1	Any
ESD5Z3.3	SMD ESD Diode ESD5Z3.3	D4,D5,D6,D8,D9,D10,D36	SOD-523	7	Any
MM5Z3V0 B8	MM5Z3V0	D11,D12,D13	SOD-523F	3	Any
SS10100FL	SS10100FL_R1_00001	D14,D19,D22	SOD-123FL	3	Any
FSV20100V	FSV20100V	D15	TO-277B	1	Any
1N4148WS	SMD Switching Diode100V,150mA	D16,D17,D18,D20,D21,D23,D24,D32,D 33,D34,D35	SOD-323	11	Any
1N4007WS	SMD Diode 1KV,1A	D25,D27,D30	SOD-323	3	Any
SS10100FL_R1	SMD Schottky Diode100V,1A	D20,D21,D22	SOD-123FL	3	Any
ST20100S	SMD Schottky Diode100V,20A	D24	TO-277B	1	Any
PESD3V3L1UB	PESD3V3L1UB,115	D26,D28,D29,D31	SOD-523	4	Any
BLM31KN471S H1L	SMD Bead 470Ohm@100Mhz 4.0A	FB1,FB4	1206	2	Murata

Value/Part number	Description	Designator	Footprint	Quantity	Manufacture
BLM18PG471S N1D	SMD Bead 470Ohm@100Mhz 1.0A	FB3	0603	1	Murata
22uH	Inductor 22uH,3A,20%	L1	SMD 6.6x7.3x3	1	Chilisin
6.8uH	Inductor 6.8uH,3.5A,20%,	L2	SMD 5.2x5.4x3.0	1	Sunlord
Orange	SMD LED Orange 0603	LED1	LED0603	1	Any
Yellow	SMD LED Yellow 0603	LED2,LED4	LED0603	1	Any
RED	SMD LED Red 0603	LED3,LED8	LED0603	2	Any
GREEN	SMD LED Green 0603	LED5,LED6,LED7	LED0603	3	Any
BLUE	SMD LED Blue 0603	LED9	LED0603	1	Any
UK-B0240-W-250	SMD SPST Button L3.5*W6*H2.5mm	PB1,PB2	SMD	2	Any
FKBA0048	N-MOSFET100V/78A, SMD 5mmx6mm	Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6,Q7	PRPAK5X6	7	FETek
DMC1030UFDB-7	P-N-MOSFET 12V/3.9A SMD 2mmx2mm	Q8	U-DFN2020-6D	1	Diodes
100K	SMD Resistor 100K,1/10W,1%,0603	R1,R7,R9,R100,R109,R115	R0603	6	Any
140K	SMD Resistor 140K,1/10W,1%,0603	R2	R0603	1	Any
10K	SMD Resistor 10K,1/10W,1%,0603	R3,R6,R15,R16,R17,R18,R19,R20,R21,R26,R27,R28,R58,R61,R64,R72,R75,R78,R80,R83,R85,R88,R89,R91,R95,R97,R104,R111,R113,R134,R173,R183,R184	R0603	33	Any
15K	SMD Resistor 15K,1/10W,1%,0603	R4	R0603	1	Any
82K	SMD Resistor 82K,1/10W,1%,0603	R5	R0603	1	Any
0R	SMD Resistor 0R,1/10W,1%,0805	R8	R0805	1	Any
18K	SMD Resistor 18K,1/10W,1%,0603	R10	R0603	1	Any
13K	SMD Resistor 13K,1/10W,1%,0603	R11	R0603	1	Any
1K	SMD Resistor 1K,1/10W,1%,0603	R12,R31,R32,R33,R40,R41,R42,R124,R125,R126,R127,R128,R132,R135,R136,R137,R139,R141,R142,R143,R151,R153,R162,R170,R175,R177,R179,R180,R181,R185,R187	R0603	31	Any
22R	SMD Resistor 22R,1/10W,1%,0603	R14,R23,R25,R29,R30,R49,R50,R51,R52,R53,R54,R77,R79,R82,R84,R87,R90,R92,R98,R106,R117,R118,R119,R120,R121,R145,R146,R147,R149,R150,R152,R159,R160,R161,R166,R167,R169,R171,R172,R174,R176,R178,R182,R186,R188	R0603	45	Any
0R	SMD Resistor 0R,1/10W,1%,0603	R22	R0603	1	Any
2K	SMD Resistor 2K,1/10W,1%,0603	R34,R35,R37	R0603	3	Any
100	SMD Resistor 100R,1/10W,1%,0603	R36,R38,R39,R45,R47,R48,R107,R122	R0603	8	Any
10	SMD Resistor 10R,1/10W,1%,0603	R43,R44,R46,R56,R59,R62,R66,R73,R81,R93	R0603	10	Any
4.7	SMD Resistor 4.7K,1/8W,1%,0805	R55,R65,R76	R0805	3	Any
47	SMD Resistor 47R,1/10W,1%,0603	R57,R60,R63,R70,R74,R86,R94	R0603	7	Any
BVT-I-R002	SMD Shunt Resistor 2mW BVS-A-R002	R67,R68,R69	R2512	3	Isabellenhütte
BVT-I-R005	SMD Shunt Resistor 5mW BVS-A-R005	R71	R2512	1	Isabellenhütte

37.4K	SMD Resistor 37.4K,1/10W,1%,0603	R96,R103,R112	R0603	3	Any
3.9K	SMD Resistor 3.9K,1/10W,1%,0603	R99,R101,R102,R108,R110,R114,R116	R0603	7	Any
180K	SMD Resistor 180K,1/10W,1%,0603	R105	R0603	1	Any
16K	SMD Resistor 16K,1/10W,1%,0603	R123,R133,R140	R0603	3	Any
12.1K	SMD Resistor 12.1K,1/10W,1%,0603	R129	R0603	1	Any
19.1K	SMD Resistor 19.1K,1/10W,1%,0603	R130	R0603	1	Any
33K	SMD Resistor 33K,1/10W,1%,0603	R131,R138,R144	R0603	3	Any
9.1K	SMD Resistor 9.1K,1/10W,1%,0603	R148	R0603	1	Any
1.5K	SMD Resistor 1.5K,1/10W,1%,0603	R154	R0603	1	Any
39K	SMD Resistor 39K,1/10W,1%,0603	R155	R0603	1	Any
39K	SMD Resistor 39K,1/10W,1%,0603	R155	R0603	1	Any
470	SMD Resistor 470,1/10W,1%,0603	R156,R157	R0603	2	Any
SDNT2012X103 F3450FTF	SMD NTC Resistor 10K,1%, 3450K	R158	R0805	1	Sunlord
4.7K	SMD Resistor 4.7K,1/10W,1%,0603	R163,R164,R165	R0603	3	Any
1K	SMD Resistor 1K,1/10W,1%,0603	R168	R0603	1	Any
DSWB02LHGET	2POS DIP Switches 2.54mm, Red	SW1	DIP 6.64x9.6mm	1	Any
TP	PCB Test Point, 2.54mm	TP5,TP6, TP8	HDR-TH_1P- P2.54-V-M	3	Any
JW5121	DC/DC Step-Down Converter 60V,2A	U1	ESOP-8	1	JoulWatt
ZTP7193KT	DC/DC Step-Down Converter 18V,3A	U2	TSOT-23-6	1	ZILLTEK
AIC1221- 33GY3TR	LDO 6V, Vo:3.3V,2A	U3	SOT-223	1	AIC
32P_socket	2x16P, Male, 2.54mm	U4_1, U4_2	DIP	2	Any
MCP1416T- E/OT	Low side Gate-driver, 1- CH, 1.5A	U5	SOT-23-5	1	Microchip
U3315	3-Phase Bridge Gate-driver	U6	TSSOP-20	1	UNI-SEMI
LM339LVPWR	Quad comparator	U7,U8	TSSOP-14	2	TI
GS8634-TR	Quad operational Amplifier	U9	TSSOP-14	1	Gainsil
3296W-1-103	Potentiometer 10K,10%	VR1	DIP	1	BOCHEN
Connector	PCB Screw Terminal, 2P, 6.35mm, 30A, XY636-6.35- 2P	CN1,CN3	DIP	2	Any
IDC Connector	Box Header 2x10P, 2.54mm, Black	CN2	HDR2X10	1	Any
Connector	PCB Screw Terminal, 3P, 6.35mm, 30A,XY636-6.35- 3P	CN4	DIP	1	Any
Header 1X6	Pin Header 1x6P 2.54mm, Black	J1,J2, J7	HDR1X6	3	Any
Header 1X5	Pin Header 1x5P 2.54mm, Black	J3,J4	HDR1X5	2	Any
Header 1X4	Pin Header 1x4P 2.54mm, Black	J5,J6	HDR1X4	2	Any
Header 1X3	Pin Header 1x3P 2.54mm, Black	JP1	HDR1X3	1	Any
Header 1X2	Pin Header 1x2P 2.54mm, Black	JP2, JP3, JP4, JP5, JP6, JP7, JP8, JP9, JP10, JP11, JP12	HDR1X2	11	Any

10 版本历史

表 9. 文档版本历史

日期	版本	变更
2024.03.14	1.0.0	因AT LV Motor EV改版为2.0板，新增使用说明

重要通知 - 请仔细阅读

买方自行负责对本文所述雅特力产品和服务的选择和使用，雅特力概不承担与选择或使用本文所述雅特力产品和服务相关的任何责任。

无论之前是否有过任何形式的表示，本文档不以任何方式对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。如果本文档任何部分涉及任何第三方产品或服务，不应被视为雅特力授权使用此类第三方产品或服务，或许可其中的任何知识产权，或者被视为涉及以任何方式使用任何此类第三方产品或服务或其中任何知识产权的保证。

除非在雅特力的销售条款中另有说明，否则，雅特力对雅特力产品的使用和/或销售不做任何明示或默示的保证，包括但不限于有关适销性、适合特定用途(及其依据任何司法管辖区的法律的对应情况)，或侵犯任何专利、版权或其他知识产权的默示保证。

雅特力产品并非设计或专门用于下列用途的产品：(A) 对安全性有特别要求的应用，如：生命支持、主动植入设备或对产品功能安全有要求的系统；(B) 航空应用；(C) 汽车应用或汽车环境；(D) 航天应用或航天环境，且/或(E) 武器。因雅特力产品不是为前述应用设计的，而采购商擅自将其用于前述应用，即使采购商向雅特力发出了书面通知，风险由购买者单独承担，并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

经销的雅特力产品如有不同于本文档中提出的声明和/或技术特点的规定，将立即导致雅特力针对本文所述雅特力产品或服务授予的任何保证失效，并且不应以任何形式造成或扩大雅特力的任何责任。

© 2024 雅特力科技 保留所有权利