

STEVAL-SPIN3201：配备嵌入式STM32 MCU评估板的 高级BLDC控制器

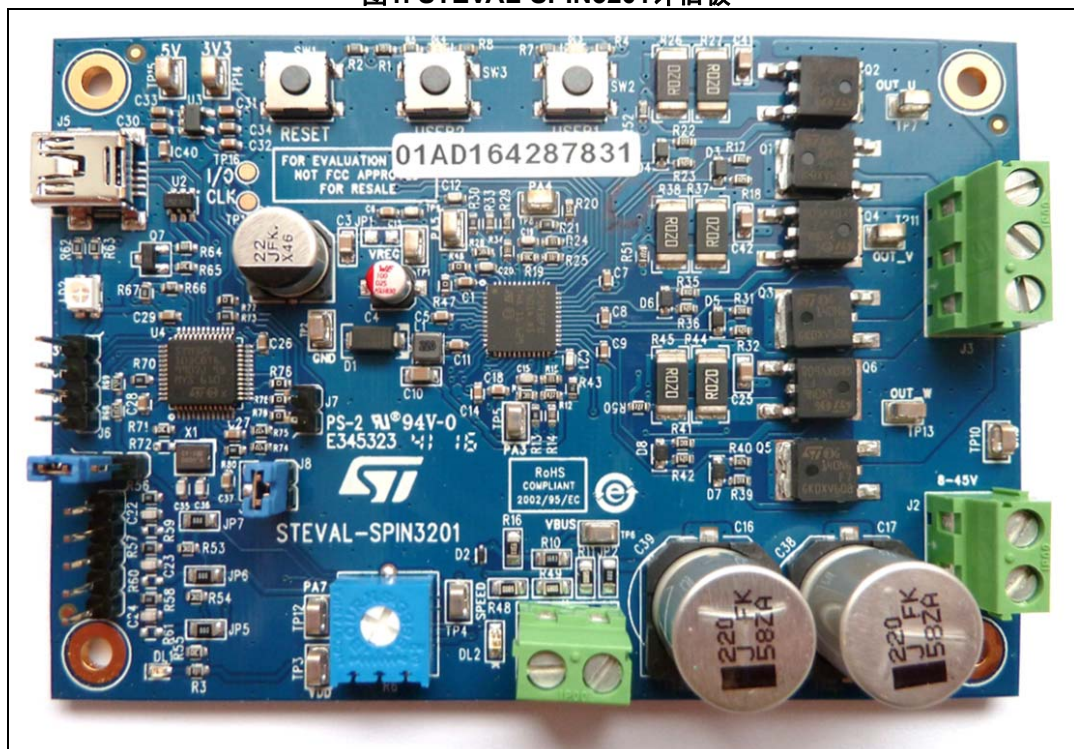
引言

STEVAL-SPIN3201板是基于STSPIN32F0的3相无刷DC电机驱动器板、集成了STM32 MCU的3相控制器，并采用3分流电阻作为电流读取拓扑。

它为评估家电、风扇、无人机和电动工具等不同应用中的器件提供了易于使用的解决方案。

该板旨在用于具有3电阻感应的有传感器或无传感器的磁场定向控制算法。

图1. STEVAL-SPIN3201评估板



目录

| | | |
|----------|----------------------|----------|
| 1 | 硬件和软件要求 | 3 |
| 2 | 开始使用 | 3 |
| 3 | 硬件说明和配置 | 4 |
| 4 | 电路说明 | 6 |
| 4.1 | 霍尔/编码器电机速度传感器 | 6 |
| 4.2 | 过电流检测和电流传感测量 | 7 |
| 4.3 | 母线电压电路 | 7 |
| 4.4 | 硬件用户界面 | 8 |
| 4.5 | 调试 | 8 |
| 5 | 版本历史 | 9 |

1 硬件和软件要求

使用STEVAL-SPIN3201评估板需要以下软件和硬件：

- Windows® PC（XP、Vista 7、Windows 8、Windows 10），以安装软件包
- Mini-B USB线缆，以连接STEVAL-SPIN3201板与PC
- STSW-SPIN3201固件示例或STM32 PMSM FOC软件开发套件（均可从www.st.com上获取）
- 具有兼容电压和额定电流的三相无刷DC电机
- 外部直流电源。

2 起始

该板的最大额定值如下：

- 功率级供电电压（VS）范围：8 V至45 V
- 电机相线电流最高为15 A_{rms}。

要使用该板启动项目，请：

1. 根据目标配置检查跳线位置（参见第 4.2 节第7节）。
2. 将电机连接到连接器J3上，考虑电机相线线序。
3. 通过连接器J2的输入1和2为板供电。DL1（红色）LED指示灯将会接通。
4. 使用提供的代码示例或STM32 FOC MC库开发应用。STSW-SPIN3201固件示例还提供了可以使用的预编译二进制文件。若需更多信息，请参考UM2152用户手册。

3 硬件说明和配置

图 2显示了板上主要组件和连接器的位置。

图2. 主要组件和连接器位置

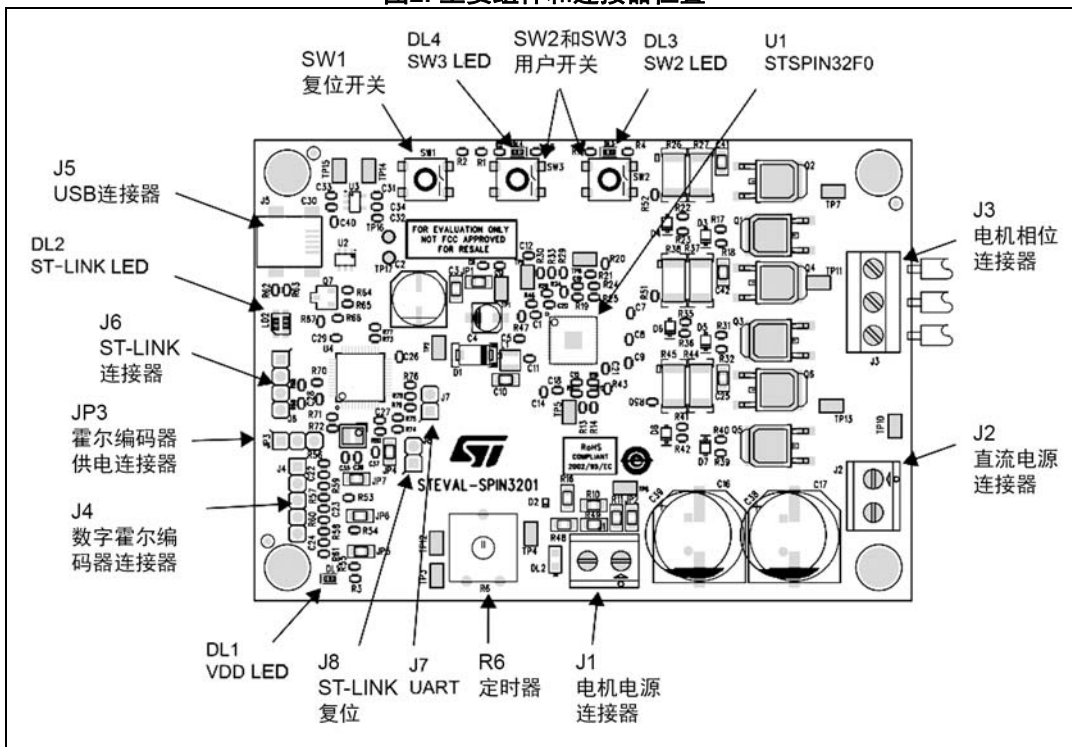


表 1提供了连接器的详细引脚排列。

表1. 硬件设置跳线

| 跳线 | 可用的配置 | 默认状态 |
|-----|--------------------------------|--------------|
| JP1 | 选择连接到V电机的VREG | OPEN |
| JP2 | 选择电机电源连接到直流电源 | CLOSED |
| JP3 | 选择霍尔编码器为USB (1) / VDD (3) 电源供电 | 1 - 2 CLOSED |
| JP4 | 选择ST-LINK (U4) 复位 | OPEN |
| JP5 | 选择PA2连接到霍尔3 | CLOSED |
| JP6 | 选择PA1连接到霍尔2 | CLOSED |
| JP7 | 选择PA0连接到霍尔1 | CLOSED |

表2. 其他连接器、跳线和测试点说明

| 名称 | 引脚 | 标签 | 说明 |
|------|-----------|---------|--------------------|
| J1 | 1 - 2 | J1 | 电机电源 |
| J2 | 1 - 2 | J2 | 器件主电源 (VM) |
| J3 | 1 - 2 - 3 | U, V, W | 3相BLDC电机相线连接 |
| J4 | 1 - 2 - 3 | J4 | 霍尔/编码器传感器连接器 |
| | 4 - 5 | J4 | 霍尔传感器/编码器供电 |
| J5 | - | J5 | USB输入ST-LINK |
| J6 | 1 | 3V3 | ST-LINK电源 |
| | 2 | CLK | ST-LINK的SWCLK |
| | 3 | GND | GND |
| | 4 | DIO | ST-LINK的SWDIO |
| J7 | 1 - 2 | J7 | UART |
| J8 | 1 - 2 | J8 | ST-LINK复位 |
| TP1 | - | VREG | 12 V电压稳压器输出 |
| TP2 | - | GND | GND |
| TP3 | - | VDD | VDD |
| TP4 | - | SPEED | 速度电位计输出 |
| TP5 | - | PA3 | PA3 GPIO (输出运放感应1) |
| TP6 | - | VBUS | VBus反馈 |
| TP7 | - | OUT_U | 输出U |
| TP8 | - | PA4 | PA4 GPIO (输出运放感应2) |
| TP9 | - | PA5 | PA5 GPIO (输出运放感应3) |
| TP10 | - | GND | GND |
| TP11 | - | OUT_V | 输出V |
| TP12 | - | PA7 | PA7_3FG |
| TP13 | - | OUT_W | 输出W |
| TP14 | - | 3V3 | 3V3 ST-LINK |
| TP15 | - | 5V | USB电压 |
| TP16 | - | I/O | SWD_IO |
| TP17 | - | CLK | SWD_CLK |

4 电路说明

STEVAL-SPIN3201提供完整的3电阻FOC解决方案，由STSPIN32F0-具有嵌入式STM32 MCU的高级BLDC控制器和具有NMOS STD140N6F7的三半桥功率级组成。

STSPIN32F0自动生成所需的所有供电电压：内部直流/直流降压转换器提供3V3电压，内部线性稳压器为栅极驱动器提供12 V电压。

电流反馈信号调节通过嵌入器件中的三个运放进行，内部比较器对分流电阻进行过电流保护。

两个用户按钮、两个LED指示灯和一个微调器可用于实现简单的用户界面（例如启动/停止电机并设定目标速度）。

STEVAL-SPIN3201板支持正交编码器和数字霍尔传感器作为电机位置反馈。

该板包括一个ST-LINK-V2，使用户可以在没有任何额外的硬件工具的情况下调试和下载固件。

4.1 霍尔/编码器电机速度传感器

STEVAL-SPIN3201评估板支持数字霍尔和正交编码器传感器作为电机位置反馈。

如表 3所示，传感器可以通过J4连接器连接到STSPIN32F0。

表3. 霍尔/编码器连接器（J4）

| 名称 | 引脚 | 说明 |
|----------|----|----------------|
| Hall1/A+ | 1 | 霍尔传感器1/编码器输出A+ |
| Hall2/B+ | 2 | 霍尔传感器2/编码器输出B+ |
| Hall3/Z+ | 3 | 霍尔传感器3/编码器零反馈 |
| VDD传感器 | 4 | 传感器供电电压 |
| GND | 5 | 接地 |

1 kΩ的保护串联电阻与传感器输出串联安装。

对于需要外部上拉的传感器，输出线上已经安装了三个10 kΩ电阻，并连接到VDD电压。同样的，也可以提供下拉电阻的封装。

跳线JP3选择传感器供电电压的电源：

- 引脚1 - 引脚2之间的跳线：由VUSB（5 V）供电的霍尔传感器
- 引脚1 - 引脚2之间的跳线：由VDD（3.3 V）供电的霍尔传感器

用户可以断开MCU GPIO打开跳线JP5、JP6和JP7的传感器输出。

4.2 过电流检测和电流传感测量

STEVAL-SPIN3201评估板基于STSPIN32F0集成的OC比较器实现过电流保护。分流电阻测量每相的负载电流。电阻R50、R51和R52将与每个负载电流相关的电压信号输入到OC_COMP引脚。当其中一个三相中流过的峰值电流超过所选择的阈值时，集成的比较器会被触发，并且所有高侧电源开关被禁用。当电流低于阈值时，高侧电源开关再次启用，从而实现过电流保护。STEVAL-SPIN3201评估板的电流阈值如表 4所示。

表4. 过电流阈值

| PF6 | PF7 | 内部比较器 阈值 | OC阈值 |
|-----|-----|----------|-------|
| 0 | 1 | 100 mV | 20 A |
| 1 | 0 | 250 mV | 65 A |
| 1 | 1 | 500 mV | 140 A |

更改R43偏置电阻可以修改这些阈值。建议选择R43高于30 kΩ。要计算目标电流限制IOC的R43值，可以使用以下公式：

公式1

$$R43 = \frac{V_{DD} \cdot 2.2k\Omega}{3 \cdot OC_{COMP_{th}} - I_{oc} \cdot 0.01\Omega} - \frac{2.2k\Omega}{3}$$

其中 OC_COMP_{th} 是内部比较器的电压阈值（由PF6和PF7选择）， V_{DD} 是由内部直流/直流降压转换器提供的3.3 V数字供电电压。

移除R43，电流阈值公式简化如下：

公式2

$$I_{oc} = \frac{3 \cdot OC_COMP_{th}}{0.01\Omega}$$

4.3 母线电压电路

STEVAL-SPIN3201评估板提供母线电压感应。该信号通过电机供电电压（VBUS）（R10和R16）的分压器进行设置，并发送到嵌入式MCU的PB1 GPIO（ADC的通道9）上。信号也可在TP6上使用。

4.4 硬件用户界面

该板提供如下硬件用户界面：

- 电位计R6设置，例如，目标速度
- 开关SW1复位STSPIN32F0 MCU和ST-LINK V2
- 开关SW2：用户按钮1
- 开关SW3：用户按钮2
- LED DL3：用户LED 1（按下用户1按钮时也会接通）
- LED DL4：用户LED 2（按下用户2按钮时也会接通）。

4.5 调试

STEVAL-SPIN3201评估板嵌入了ST-LINK/V2-1调试工具/编程工具。ST-LINK支持的特性包括：

- USB软件重新枚举
- USB上的虚拟COM端口接口，连接到STSPIN32F0（UART1）的PB6/PB7引脚上
- USB上的大容量存储接口

ST-LINK的电源由主机PC通过连接到J5的USB线缆提供。

LED LD2提供ST-LINK通信状态信息：

- 红色LED缓慢闪烁：在USB初始化之前上电
- 红色LED快速闪烁：PC和ST-LINK/V2-1之间的第一次正确通信（枚举）
- 红色LED亮起：PC和ST-LINK/V2-1之间的初始化完成
- 绿色LED亮起：成功进行目标通信初始化
- 红色/绿色LED闪烁：与目标通信时
- 绿色亮起：通信成功完成

拆下跳线J8，复位功能与ST-LINK断开连接。

5 版本历史

表5. 文档版本历史

| 日期 | 版本 | 变更 |
|-------------|----|-------|
| 2016年12月12日 | 1 | 初始版本。 |

表6. 中文文档版本历史

| 日期 | 版本 | 变更 |
|-------------|----|---------|
| 2017年10月16日 | 1 | 中文初始版本。 |

重要通知 - 请仔细阅读

意法半导体公司及其子公司（“ST”）保留随时对 ST 产品和 / 或本文档进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。买方在订货之前应获取关于 ST 产品的最新信息。ST 产品的销售依照订单确认时的相关 ST 销售条款。

买方自行负责对 ST 产品的选择和使用，ST 概不承担与应用协助或买方产品设计相关的任何责任。

ST 不对任何知识产权进行任何明示或默示的授权或许可。

转售的 ST 产品如有不同于此处提供的信息的规定，将导致 ST 针对该产品授予的任何保证失效。

ST 和 ST 徽标是 ST 的商标。所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。

本文档中的信息取代本文档所有早期版本中提供的信息。本文档的中文版本为英文版本的翻译件，仅供参考之用；若中文版本与英文版本有任何冲突或不一致，则以英文版本为准。

© 2017 STMicroelectronics - 保留所有权利