

上海电力大学

DSP 原理与应用实验报告



实验名称: DSP 2812 控制板的硬件设计

专业班级: 集成电路设计与集成系统

姓 名: _____

学 号: _____

2024 年 1 月 6 日

一、实验内容

通过 DSP 的通用输入输出多路复合器 GPIO 来控制 LED 灯的闪烁

二、实验步骤

○ TMS320X2812最小系统

- 电源电路
- 复位电路、时钟电路
- JTAG下载电路

○ 显示电路

○ 外扩并行存储器

- 外扩RAM

○ A/D采样模块

○ PWM电路的电平转换

○ 串行通信接口电路

图 1: 从以下 6 个方面详细分析, 要求截图、配合文字说明

三、TMS320X2812 最小系统

主要由 TMS320X2812 芯片、晶振和电源电路以及电容、电阻电感等少量器件构成。还需要 JTAG 下载接口电路。

TMS320F2812 176 引脚 PGF LQFP

1. 电源电路

电源电路使用的电源管理芯片包括: LM2596-5, TPS75733, TPS76801。这些芯片可以提供不同的输出电压,满足 DSP 芯片和其他外设的电源需求。例如, LM2596-5 可以提供 5V 输出,用于给 DSP 芯片的 I/O 端口供电; TPS75733 可以提供 3.3V 输出,用于给 DSP 芯片的内核和外部存储器供电; TPS76801 可以提供 1.8V 输出,用于给 DSP 芯片的模拟外设供电。

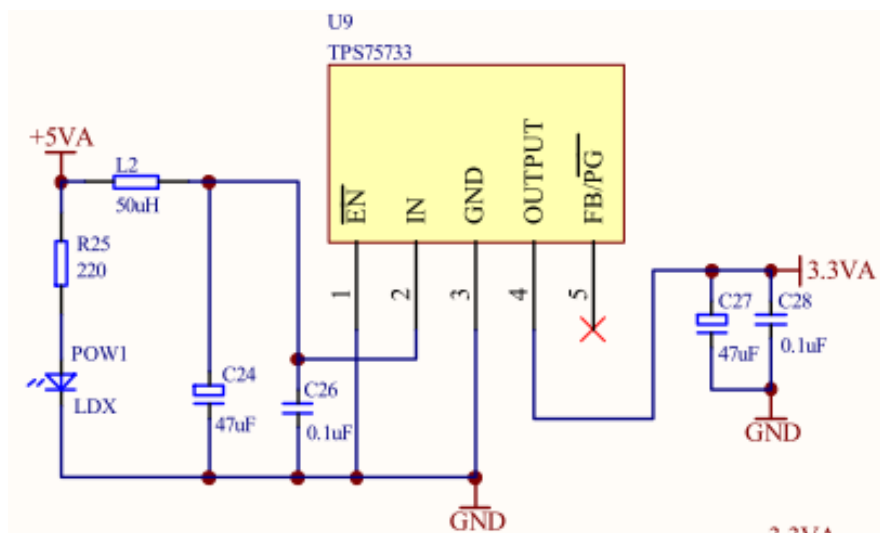


图 2: TPS75733

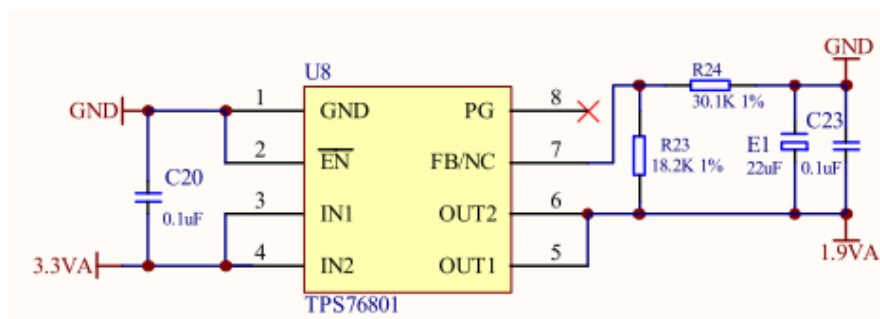


图 3: TPS76801

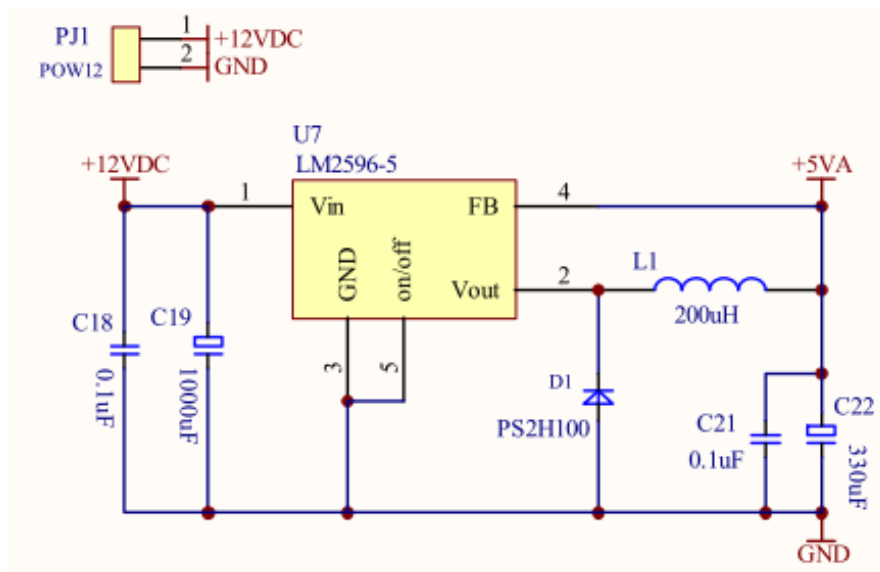


图 4: LM2596-5

2. 复位电路

包含上电复位、手动复位。按下 K1 复位键，XRS 输出低电平，复位 DSP 芯片。保护电路中使用 CM1215。

3. 时钟电路、JTAG 下载电路

时钟电路使用了一个外部晶振作为时钟源，晶振的频率为 30MHz。时钟信号经过一个反相器后输入到 TMS320F2812 芯片的 X1 引脚。TMS320F2812 芯片内部有一个可编程时钟发生器 (PLL)，可以将外部时钟信号倍频到 150MHz。

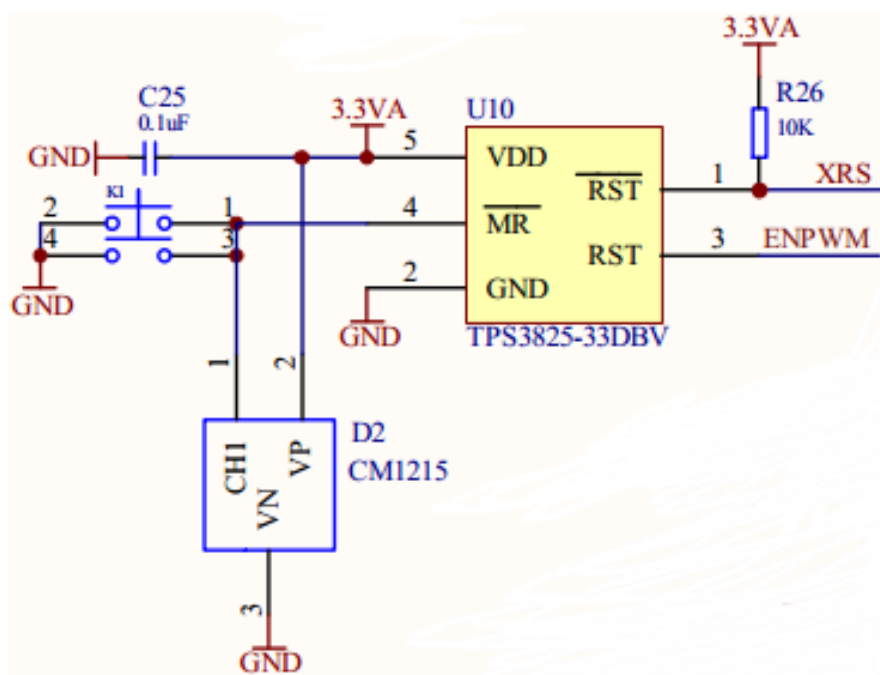


图 5: reset

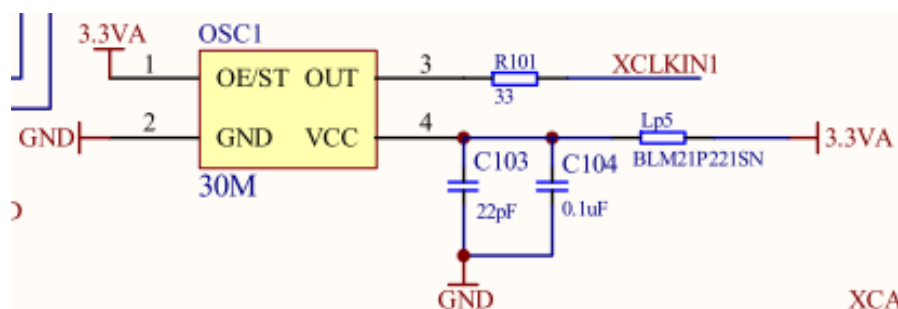


图 6: OSC

JTAG 下载电路使用了一个标准的 14 针 JTAG 接口。JTAG 接口可以连接到 PC 机上的仿真器或下载器，通过 JTAG 协议实现对 TMS320F2812 芯片的编程、调试和测试。JTAG 下载电路还使用了一些上拉电阻和保护二极管来保证信号的稳定和安全。

四、显示电路

1. 流水灯电路

流水灯电路是一种利用 LED 发光二极管实现动态显示效果的电路，它可以用来测试控制板的 GPIO 引脚功能和编程能力。TMS320X2812 的控制板上有 8 个 LED 灯，分别连接到 F2812 的 GPIOA0 GPIOA7 引脚，通过编程控制这些引脚的高低电平，就可以实现流水灯的效果。

2. 数码管电路

TMS320F2812 使用 6 个共阳极 14 脚数码管，型号为 CL3661BH。

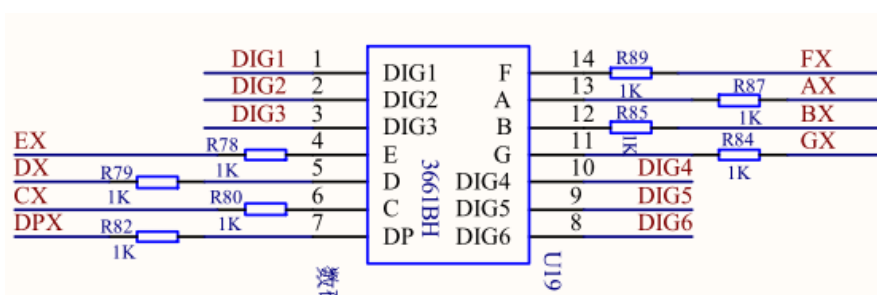


图 7: CL3661BH

数码管电路是一种利用数码管显示数字或字符的电路，它可以用来显示控制板的运行状态或数据信息。TMS320X2812 的控制板上有 6 个共阳极 14 脚数码管，分别连接到 F2812 的 GPIOB0 GPIOB5 引脚（位选）和 GPIOC0 GPIOC7 引脚（段选），通过编程控制这些引脚的高低电平，就可以实现数码管的显示。

五、外扩并行存储器

通过 XINTF 接口来外扩存储器三大总线：地址总线、数据总线、控制总线地址总线：XA[0..18] 数据总线：XD[0..15] 控制总线：XZCS0/1, XZCS2, XZCS6/7, XRD, XWE,

XR/W, XHOLD, XHOLDA, XMP/MC

1. 外扩 RAM 电路

外扩 RAM512K×16 位，分别连接到 XINTF 的区域 0 和区域 1。每片芯片有 19 位地址线和 16 位数据线，所以可以存储 256K×16 位的数据。芯片的地址线 A[0…18] 分别连接到 XA[0…18]，数据线 DQ[0…15] 分别连接到 XD[0…15]。芯片的片选信号 CE1 和 CE2 分别连接到 XZCS6/7，输出使能信号 OE 连接到 XRD L，写使能信号 WE 连接到 XWEL。芯片的时钟信号 CLK 和字节写使能信号 BHE 和 BLE 都接地，不使用。

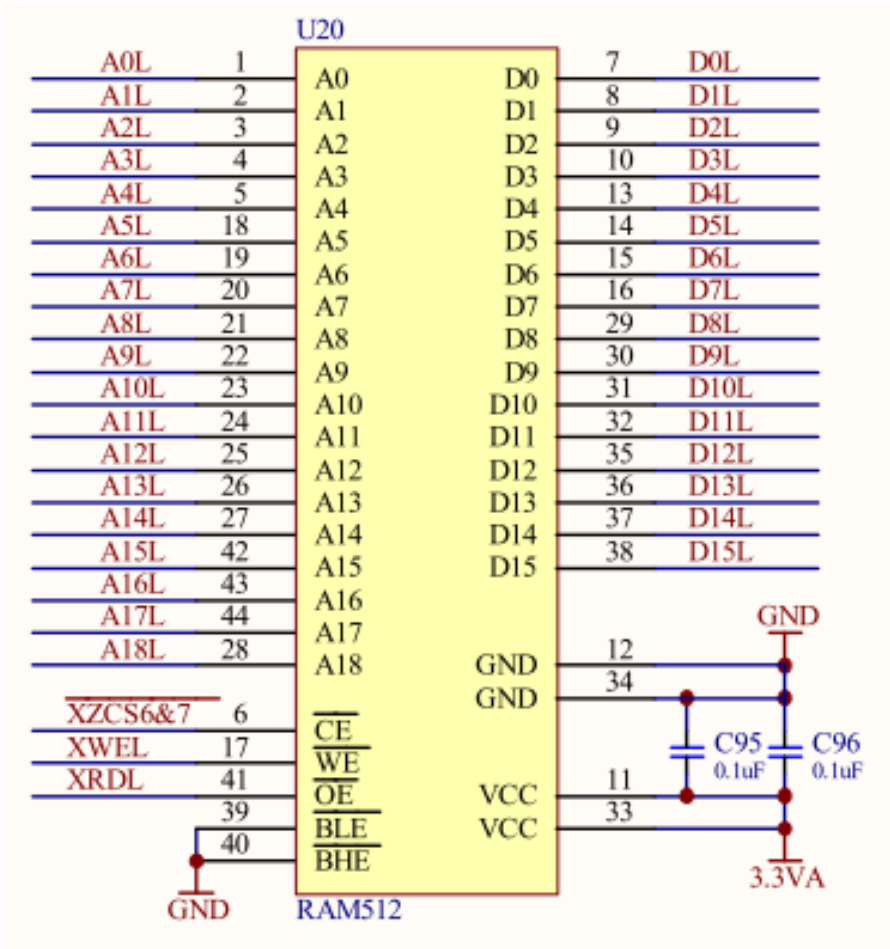


图 8: RAM512

六、A/D 采样模块

这块控制板有 16 个模拟输入信号引脚，分别对应 TMS320X2812 的 ADCINA0 AD-CINA15。这些引脚可以用来采集外部的模拟信号，如温度、电压、电流等。

采样电路是指将模拟信号转换为数字信号的电路，通常由采样保持器、模数转换器和时钟信号组成。在这块控制板上，采样保持器和模数转换器都集成在 TMS320X2812 的内部，而时钟信号可以由外部提供，也可以由内部的定时器产生。

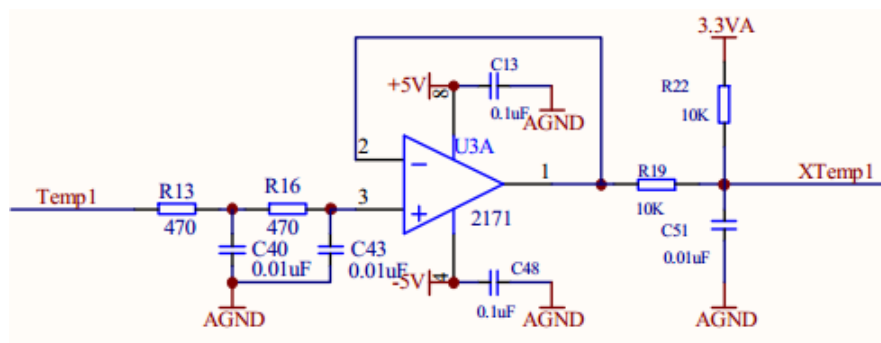


图 9: 采样电路

静电保护电路是指用来防止静电对电路造成损坏的电路,通常由二极管、晶体管或专用的静电保护芯片组成。在这块控制板上,静电保护电路使用了 CM1215 这款芯片,它可以提供高达 $\pm 15\text{kV}$ 的接触放电和 $\pm 25\text{kV}$ 的空气放电的保护。CM1215 芯片与 16 个模拟输入信号引脚相连,可以有效地吸收静电并将其释放到地线上。

七、PWM 电路的电平转换

PWM 波形的高电压是 3.3V,实际工业控制中,驱动电压往往是 5V。为了实现 PWM 信号的电平转换,需要使用一种双向数据传输器,即 74AHCT2451。

74AHCT2451 是一种 8 位双向总线收发器,具有三态输出。该器件具有输出使能 (OE) 和发送/接收 (DIR) 两个控制信号,用于控制数据传输的方向和输出状态。当 OE 为高电平时,输出处于高阻态;当 DIR 为高电平时,数据从 A 端口传输到 B 端口;当 DIR 为低电平时,数据从 B 端口传输到 A 端口。输入具有过压容限性,可以接受高达 5.5V 的输入电压。

74AHCT2451 的工作电压范围是 2.0V 到 5.5V,输入逻辑电平为 TTL 水平,输出驱动能力为 $\pm 8\text{mA}$,传输延迟时间为 3.5ns,最大工作频率为 60MHz。该器件可以在 -40°C 到 $+125^\circ\text{C}$ 的温度范围内工作。

PWM 信号的电平转换电路如图所示:

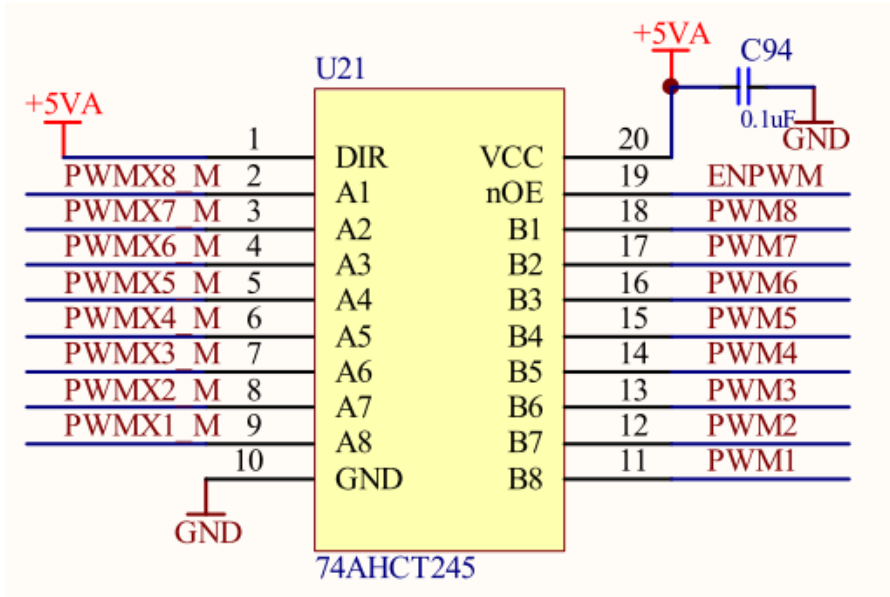


图 10: PWM 信号的电平转换电路

在这个电路中，74AHCT2451 的 A 端口接收来自 TMS320X28122 的 PWM 信号，B 端口输出转换后的 PWM 信号。OE 和 DIR 都接地，使得数据从 A 端口传输到 B 端口，并且输出始终有效。VCC 接 5V 电源，GND 接地。由于 74AHCT2451 的输入具有过压容限性，所以不需要在 A 端口和 TMS320X28122 之间加任何保护元件。这样，就可以实现 PWM 信号从 3.3V 转换到 5V 的功能，从而驱动更高电压的负载。

八、串行通信接口电路

1. SCI 通信电路

SCI（串行通信接口）是一种用于异步串行数据传输的通信协议。TMS320X2812 芯片内部集成了两个 SCI 模块，分别为 SCI-A 和 SCI-B1。这两个模块可以独立工作，也可以同时工作，实现双通道的串行通信 1。

SCI 通信电路的主要功能是将 TMS320X2812 芯片的逻辑信号转换为 RS-485 或 RS-422 标准的差分信号，以提高抗干扰能力和传输距离。为了实现这一功能，需要使用以下几种芯片：

ISO3082：这是一种隔离式的半双工差分线收发器，用于 TIA/EIA 485/422 应用 2。它可以提供 2500 VRMS 的隔离电压，以及高达 20 Mbps 的信号速率 2。它还具有 ESD、EFT 和雷击保护功能 2。

SM712：这是一种非对称的 TVS 二极管阵列，用于保护 RS-485 应用免受静电放电（ESD）、电气快速瞬变（EFT）和雷击引起的浪涌 3。它可以吸收高达 30 kV 的重复 ESD 冲击，以及高达 19 A 的 8/20us 浪涌电流 3。

B82790：这是一种信号线共模电感器，用于抑制共模噪声和提高通信质量 4。它具有高达 1.8 kΩ 的共模阻抗，以及高达 500 mA 的额定电流 4。

SCI 通信电路的原理图如下：

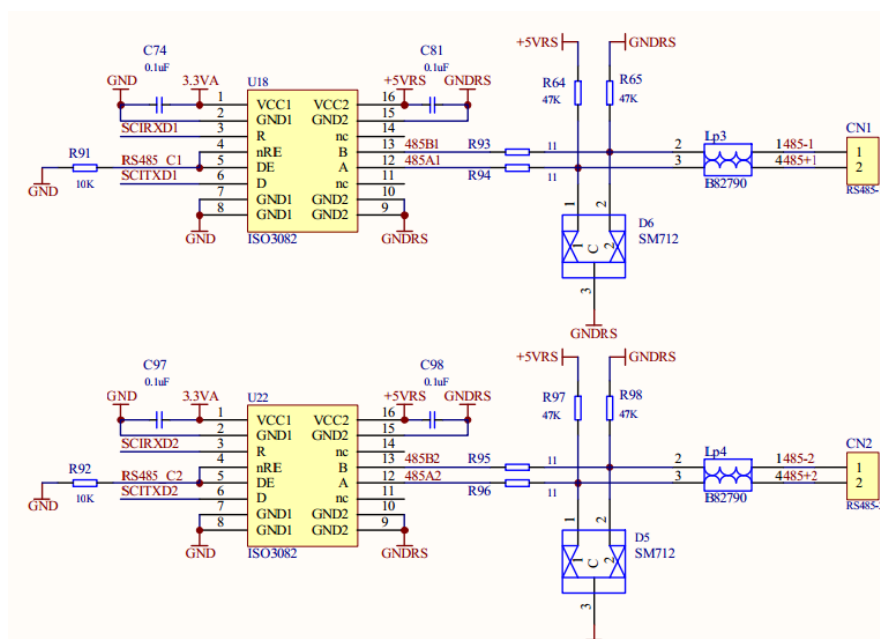


图 11: SCI 通信电路的原理图

2. CAN 电路

CAN (控制器局域网) 是一种用于实时控制系统的串行通信协议。它具有高速、可靠、多主机、多任务等特点。TMS320X2812 芯片内部集成了一个 CAN 模块，支持 CAN 2.0A 和 CAN 2.0B 标准 1。CAN 电路的主要功能是将 TMS320X2812 芯片的逻辑信号转换为符合 ISO 11898 标准的差分信号，以实现高速、长距离、多节点的网络通信。为了实现这一功能，需要使用以下几种芯片：

XCANTXDA 和 XCANRXDA: 这是两个专用于 TMS320X2812 芯片的 CAN 驱动器和接收器芯片 5。它们可以提供 3.3 V 或 5 V 的逻辑电平转换，以及热关断保护、过压保护和短路保护等功能 5。

1050: 这是一种隔离式的全双工差分线收发器，用于 ISO 11898-2 应用 6。它可以提供 5600 VRMS 的隔离电压，以及高达 1 Mbps 的信号速率 6。它还具有 ESD、EFT 和雷击保护功能。

SM712: 这是一种非对称的 TVS 二极管阵列，用于保护 CAN 总线免受静电放电 (ESD)、电气快速瞬变 (EFT) 和雷击引起的浪涌 3。它可以吸收高达 30 kV 的重复 ESD 冲击，以及高达 19 A 的 8/20us 浪涌电流 3。

B82790: 这是一种信号线共模电感器，用于抑制共模噪声和提高通信质量 4。它具有高达 1.8 kΩ 的共模阻抗，以及高达 500 mA 的额定电流 4。

CAN 电路的原理图如下：

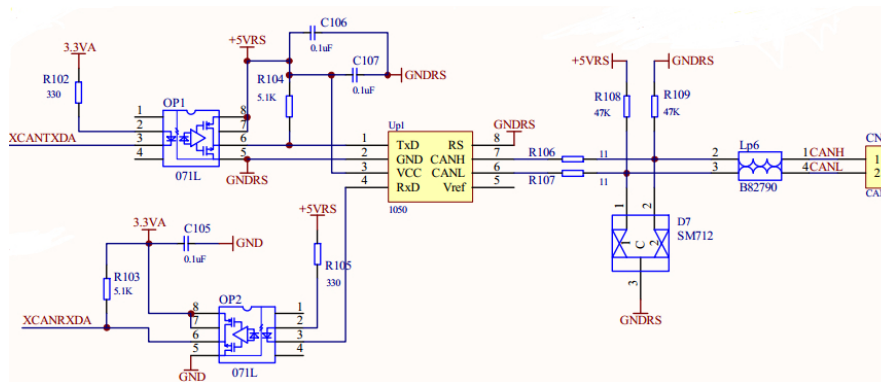


图 12: CAN 电路的原理图

3. SPI、IIC 电路

SPI（串行外设接口）和 IIC（内部总线）是两种常用的串行通信协议。它们可以用于连接 TMS320X2812 芯片和各种外部设备，如实时时钟、扩展存储器等。TMS320X2812 芯片内部集成了一个 SPI 模块和一个 IIC 模块，支持主机或从机模式 1。

SPI 和 IIC 电路的主要功能是提供适合不同设备的接口电平和信号时序。为了实现这一功能，需要使用以下几种芯片：

SPI_Interface: 这是一个引出接口，用于连接 TMS320X2812 芯片的 SPI 端口和外部设备的 SPI 端口 7。它可以提供 3.3 V 或 5 V 的逻辑电平转换，以及过压保护、短路保护等功能 7。

RX-8025SA: 这是一种带有 IIC 总线接口的实时时钟模块 8。它内置了 32.768 kHz 的晶体振荡器，并经过高精度校准 ($\pm 5 \times 10^{-6}$ / $T_a = +25^\circ\text{C}$)。它还具有各种检测功能、双重闹钟功能、周期性中断功能等 8。

扩展串行 EEPROM: 这是一种使用 IIC 总线接口的非易失性存储器芯片，用于存储 TMS320X2812 芯片的配置数据或用户数据 10。它具有低功耗、高速度、大容量等特点 10。

SPI 和 IIC 电路的原理图如下：

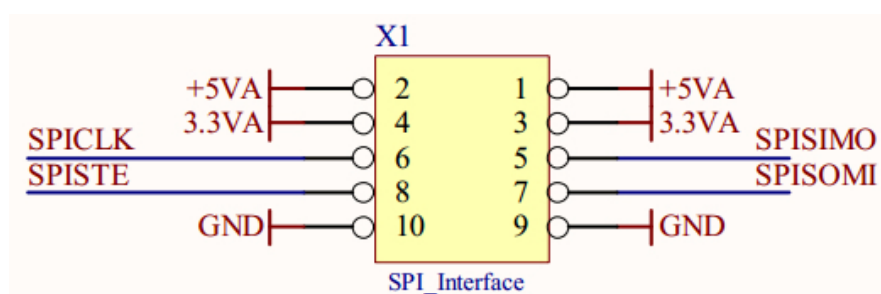


图 13: SPI 电路的原理图

