



دانشگاه صنعتی امیرکبیر

(پلی تکنیک تهران)

دانشکده مهندسی برق

پروژه نهایی درس مدارهای منطقی برنامه پذیر

مهندسی معکوس برد ماینر

نگارش

رها خداوردی

مهردیه سادات بنیس

ریحانه فرحمدند

معصومه محمدخانی

استاد درس

دکتر محمدرضا پورفرد

تیر ۱۴۰۲

صفحه

فهرست مطالب

۱	فصل اول مقدمه
۱	۱-۱ بلاک چین
۲	۲-۱-۱ بلاک‌ها
۲	۲-۱-۱ تراکنش‌ها
۳	۳-۱ شبکه
۳	۳-۲ اعضای شبکه بلاک چین
۳	۳-۲-۱ ماینرها
۳	۳-۲-۲ نودها
۴	۴-۱ ماینینگ
۵	۴-۲ بیت کوین
۶	۶-۱ Proof-of-Work
۷	فصل دوم دستگاه ماینر S9j
۹	۹-۱ مراحل نصب و راه اندازی
۱۰	۱۰-۲ هش برد
۱۴	۱۴-۲-۲ نقاط تست داخلی
۱۵	۱۵-۲-۲ دامنه‌های ولتاژ
۲۲	۲۲-۲-۲ پورت IO
۲۴	۲۴-۲-۲ مدار بوست ۱۴ ولت
۲۶	۲۶-۲-۲ DC-PIC
۲۷	۲۷-۲-۲ DC-DC مدار
۳۰	۳۰-۲-۲ CLK 25MHz
۳۱	۳۱-۲-۲ LDO-1.8V
۳۲	۳۲-۲-۲ مدار حسگر دما
۳۳	۳۳-۲-۲ کنترل برد
۳۴	۳۴-۲-۲ سوکت فن ماینر
۳۵	۳۵-۲-۲ خازن ۳۳۰uF
۳۶	۳۶-۲-۲ واسط دیتا کنترل برد
۳۷	۳۷-۲-۲ سوکت پاور

۳۸	رگولاتارها	۵-۳-۲
۴۰	(DDR3SDRAM) رم	۶-۳-۲
۴۲	پروسسور	۷-۳-۲
۴۳	Flash NAND	۸-۳-۲
۴۵	Jumper	۹-۳-۲
۴۶	SDIO Port Expander	۱۰-۳-۲
۴۷	SD کارت	۱۱-۳-۲
۴۸	دکمه اینترپاپ	۱۲-۳-۲
۴۹	LAN پورت	۱۳-۳-۲
۵۰	دکمه ریست	۱۴-۳-۲
۵۲	LED لامپ	۱۵-۳-۲
۵۲	ترانسفورماتور اترنت	۱۶-۳-۲
۵۴	ترجمه کننده سطح ولتاژ چندگانه خودکار دوطرفه	۱۷-۳-۲
۵۵	اینترنت IC	۱۸-۳-۲
۵۶	DDR رگولاتور	۱۹-۳-۲
۵۸	MOSFET ترانزیستور	۲۰-۳-۲
۶۰	پاور برد	۳-۲
۶۲	fuse F1 ورودی	۱-۴-۲
۶۲	مدار پل تعديل کننده درایور PFC ، مدار اصلی Q	۲-۴-۲
۶۳	LLC مدار سوئیچ اصلی	۳-۴-۲
۶۳	VCC مدار تامین توان کمکی ، فراهم کردن تامین برق	۴-۴-۲
۶۵	PWM مدار حفاظت بازخورد و تشخیص درایو	۵-۴-۲
۶۶	MOS مدار خروجی اصلی	۶-۴-۲
۶۸	فصل سوم معماری Zynq	
۶۹	۱-۳ مراحل طراحی Zynq	
۷۵	۲-۳ نقش اجزای Zynq در الگوریتم ماینینگ	
۷۷	۳-۳ Bitcoin Mining Pool	
۷۹	۴-۳ Firmware	
۸۵	۵-۳ توابع داخل firmware	
۸۸	منابع	

فصل اول

مقدمه

دستگاه ماینر (Miner)، یک دستگاه الکترونیکی است که برای استخراج ارزهای دیجیتال مانند بیتکوین (Bitcoin) و سایر ارزهای دیجیتال مبتنی بر تکنولوژی بلاکچین (Blockchain) استفاده می‌شود. در واقع، دستگاه ماینر، فرایند تأیید تراکنش‌های بلاکچین را با استفاده از قدرت پردازشی خود، انجام می‌دهد و به عنوان پاداش، بیتکوین و یا ارز دیجیتال دیگری دریافت می‌کند.

در فرایند استخراج، دستگاه ماینر برای حل یک مسئله ریاضی پیچیده به کار می‌رود که به عنوان Proof of Work (PoW) شناخته می‌شود. هر گره در شبکه بلاکچین، برای حل این مسئله داده‌هایی به دست می‌آورد و برای تأیید تراکنش‌های بلاکچین، داده‌های حاصل از این مسئله را در بلاک بعدی قرار می‌دهد.

دستگاه‌های ماینر، با توجه به نوع ارز دیجیتالی که قرار است استخراج شود، با سختافزار و نرمافزار مخصوص خود ارائه می‌شوند. برای مثال، دستگاه‌های ماینر برای استخراج بیتکوین، از ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) استفاده می‌کنند که برای حل مسئله PoW، بهینه شده‌اند و قدرت پردازشی بسیار بالایی دارند.

با توجه به پیچیدگی مسئله PoW و رشد روزافروزن شبکه بلاکچین، استخراج ارزهای دیجیتال با دستگاه‌های ماینر، به یک فعالیت بسیار پر هزینه و پر مخاطره تبدیل شده است.

۱- بلاک چین

بلاک چین (Blockchain)، یک تکنولوژی برای ذخیره و تأیید اطلاعات است که برای اولین بار در سال ۲۰۰۸ توسط شخص یا گروهی با نام مستعار Satoshi Nakamoto، برای پشتیبانی از ارز دیجیتال بیتکوین معرفی شد. بلاک چین به صورت یک سیستم پایگاه داده توزیع شده عمل می‌کند که اطلاعات و تراکنش‌هایی را که بین شخص‌ها در شبکه بلاک چین انجام می‌شود، ذخیره می‌کند.

در بلاک چین، اطلاعات به صورت بلاک‌های ذخیره می‌شوند، که هر بلاک شامل داده‌های تراکنش‌های انجام شده در یک بازه زمانی مشخص می‌باشد. هر بلاک شامل یک هش (Hash) است که به عنوان امضای دیجیتال برای تأیید اینکه داده‌هایی که در بلاک ذخیره شده‌اند، تغییر نکرده‌اند، استفاده می‌شود. هش تمام داده‌های بلاک را با یکدیگر ترکیب می‌کند و به صورت یک عدد یکتا تولید می‌کند.

هر بلاک در بلاک چین، به صورت لینک‌دار با بلاک قبلی خود وصل شده است، به این صورت که هش بلاک قبلی در بلاک جدید ذخیره می‌شود و در نتیجه، هر بلاک تغییری در داده‌های قبلی خود، باعث تغییر هش بلاک بعدی می‌شود و در نتیجه، تمام بلاک‌های بعدی نیز تغییر می‌کنند. این ویژگی به عنوان امنیت بالای بلاک چین شناخته می‌شود، زیرا هرگونه تغییر در داده‌های یک بلاک، باعث تغییر در تمام بلاک‌های بعدی می‌شود و این امر به راحتی توسط اعضای شبکه بلاک چین قابل تشخیص و ردیابی است.

بلاک چین به عنوان یک سیستم پایگاه داده توزیع شده، قادر به ذخیره و تأیید تراکنش‌های بزرگ و کوچک، با سرعت بالا و با امنیت بسیار بالا است. بلاک چین در حوزه‌های مختلفی مانند امور مالی، سلامت، حقوقی، حمل و نقل، رسانه، حفاظت از محیط زیست و غیره، کاربرد دارد.

بلاک چین، شامل سه قسمت اصلی است که عبارتند از بلاک‌ها (Blocks)، تراکنش‌ها (Transactions) و شبکه (Network). در ادامه، به توضیح هر یک از این اجزا پرداخته می‌شود:

۱-۱-۱ بلاک‌ها

هر بلاک در بلاک چین، شامل داده‌هایی است که در یک بازه زمانی مشخص (معمولاً ۱۰ دقیقه برای بیتکوین) جمع‌آوری شده‌اند. داده‌های هر بلاک شامل تراکنش‌هایی است که در آن بازه زمانی انجام شده‌اند، به همراه یک هش (Hash) است که به عنوان امضای دیجیتال برای تأیید صحت داده‌ها استفاده می‌شود. هش بلاک قبلی نیز در هش بلاک جدید ذخیره می‌شود و به این شکل، بلاک‌ها به صورت لینک‌دار با یکدیگر وصل می‌شوند.

۲-۱-۱ تراکنش‌ها

تراکنش‌ها، اطلاعاتی هستند که بین اعضای شبکه بلاک چین انتقال می‌یابند. هر تراکنش شامل مبلغ انتقالی، آدرس فرستنده و گیرنده، توضیحات و امضای دیجیتالی است که برای تأیید صحت تراکنش استفاده می‌شود.

۱-۱ شبکه

شبکه بلاک چین، شامل اعضايی است که به صورت توزيع شده، در سراسر جهان قرار دارند و با هم تراکنشها و بلاکها را ارسال و دریافت می‌کنند. اعضاي شبکه بلاک چین می‌توانند دسترسی به تمام بلاکها و تراکنشهای شبکه داشته باشند و این دسترسی به صورت عمومی و شفاف در اختیار همه اعضاي شبکه قرار دارد.

با استفاده از اين سه قسمت، بلاک چين قادر به ذخیره و تأييد تراکنشهای بزرگ و کوچک، با سرعت بالا و با امنیت بسیار بالا است. در واقع، بلاک چین به صورت يك پایگاه داده توزيع شده عمل می‌کند که اطلاعات و تراکنشهایی را که بين شخصها در شبکه بلاک چین انجام می‌شود، ذخیره می‌کند.

۱-۲ اعضاي شبکه بلاک چین

شبکه بلاک چین (Blockchain Network)، شبکه‌ای توزيع شده از کامپیوترها و دستگاههای دیگر است که تمامی کاربران و اعضاي شبکه، اطلاعات و تراکنشهای بلاک چین را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند. بنابراین، هر کاربری که به شبکه بلاک چین متصل شود، تمامی اطلاعات و تراکنشهایی که در شبکه انجام شده‌اند را می‌تواند ببیند.

اعضاي شبکه بلاک چین شامل ماینرها، نودها (Nodes)، کاربران و تراکنشها هستند. هر کدام از اين اعضا نقش مهمی در عملکرد شبکه بلاک چین دارند و به صورت زير عمل می‌کنند:

۱-۲-۱ ماینرها

ماینرها، افرادی هستند که با استفاده از توان پردازشی سخت‌افزارهای خاصی (معمولًا کامپیوترهای خاصی که برای اين کار طراحی شده‌اند)، برای تأييد تراکنشهای جديد و اضافه کردن آن‌ها به بلاک چین اقدام می‌کنند. به عنوان پاداش برای انجام اين کار، ماینرها بیتکوین (و یا هر ارز دیجیتال دیگری که در شبکه مورد استفاده قرار می‌گيرد) دریافت می‌کنند.

۱-۲-۲ نودها

نودها، کامپیوترها و دستگاههایی هستند که به شبکه بلاک چین متصل می‌شوند و اطلاعات، تراکنشها و بلاکهای بلاک چین را نگهداری می‌کنند. هر نود، دارای يك کپی از بلاک چین است و تمامی

تراکنش‌هایی که در شبکه انجام شده‌اند را ذخیره می‌کند. بنابراین، با وجود نودهای متعدد، امکان اطمینان از صحت و اعتبار تراکنش‌ها و بلاک‌های بلاک چین بالا می‌رود.

۱-۳ ماینینگ

ماینینگ (Mining) در بلاک چین، فرایندی است که برای تأیید و اعتبار سندی که به عنوان بلاک جدید به شبکه اضافه می‌شود، انجام می‌شود. در واقع، ماینرها با حل یک مسئله ریاضی پیچیده، قادر به تأیید تراکنش‌های جدید و اضافه کردن آن‌ها به بلاک چین هستند.

فرایند ماینینگ به صورت زیر انجام می‌شود:

۱- تراکنش‌های جدید در شبکه بلاک چین جمع‌آوری می‌شوند و به صورت یک بلاک جدید برای تأیید توسط ماینرها ارسال می‌شوند.

۲- ماینرها با حل یک مسئله ریاضی پیچیده به نام "استخراج"، قادر به تأیید تراکنش‌های جدید و اضافه کردن آن‌ها به بلاک چین هستند. این مسئله، به صورت تصادفی و با استفاده از توان پردازشی سختافزارهای ماینینگ (عموماً کامپیوترهای خاصی که برای این کار طراحی شده‌اند) حل می‌شود. هر چقدر توان پردازشی سختافزارهای ماینینگ بیشتر باشد، احتمال حل مسئله و در نتیجه، اضافه شدن بلاک جدید به شبکه بلاک چین، بیشتر می‌شود.

۳- هنگامی که یک ماینر موفق به حل مسئله ریاضی می‌شود، بلاک جدید به شبکه بلاک چین اضافه می‌شود و بقیه ماینرها نیز توانایی تأیید تراکنش‌های جدید از طریق این بلاک را پیدا می‌کنند.

۴- به عنوان پاداش برای حل مسئله ریاضی، ماینر موفق به اضافه کردن بلاک جدید به بلاک چین، برای خود بیتکوین (و یا هر ارز دیجیتال دیگری که در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد) دریافت می‌کند. همچنین، کارمزد تراکنش‌هایی که در بلاک جدید قرار دارند، نیز به ماینر موفق پرداخت می‌شود.

ماینرها هنگام ساختن بلاک جدید، تمامی تراکنش‌های معتبر را در یک بلوک جدید دسته‌بندی می‌کنند و برای گسترش آخرین بلوک بلاک چین، بلوک‌های خود را ایجاد می‌کنند. سپس، با استفاده از یک Nonce، بلوک‌های

خود را اعتبارسنجی می‌کنند. این **Nonce**، یک عدد یا رشته‌ای از اعداد است که با استفاده از آن، ماینرها بررسی می‌کنند که آیا بلوک ایجاد شده توسط آن‌ها، معتبر است یا خیر. برای پیدا کردن **Nonce**، ماینرها باید یک هش از تراکنش‌های بلوک قبلی را با تعداد صفرهای اولیه مشخص بدهند. تعداد صفرها با درجه سختی ماینینگ تعیین می‌شود. در این مرحله، پیدا کردن **Nonce** به اصلی‌ترین کار ماینرها تبدیل می‌شود؛ زیرا با آزمون و خطا پیدا می‌شود. هرچه سرعت هش بالاتر باشد، احتمال پیدا کردن **Nonce** بیشتر است. الگوریتم هش استخراج **SHA256** در بیت کوین برای پیدا کردن **Nonce** استفاده می‌شود. هر ارز دیجیتالی از الگوریتم هش خود برای استخراج استفاده می‌کند. برای انجام استخراج، می‌توان از **CPU**، **GPU**، **FPGA** و **ASIC** استفاده کرد. **ASIC**‌ها به دلیل عملکرد بالای محاسباتی، بهترین سخت‌افزار برای استخراج هستند و بیش از ۹۹ درصد قدرت هش در شبکه بیت کوین را به خود اختصاص داده‌اند. در حالی که ۱ درصد باقیمانده از قدرت هش، میان **GPU**‌ها، **CPU** و **FPGA** تقسیم می‌شود.

اگرچه فرایند ماینینگ به نظر ممکن است پیچیده بنظر برسد، اما با وجود توسعه تکنولوژی، امروزه ماینینگ برای افراد عادی نیز قابل دسترسی است و بسیاری از افراد به عنوان ماینرها در شبکه بلاک چین فعالیت می‌کنند.

۱-۴ بیت کوین

بیت کوین (**Bitcoin**) اولین و پرمخاطب‌ترین ارز دیجیتال در جهان است که در سال ۲۰۰۹ توسط شخص یا گروهی به نام **Satoshi Nakamoto** معرفی شد. بیت کوین بر پایه فناوری بلاکچین (**Blockchain**) ساخته شده است و به عنوان یک ارز دیجیتال پرداختی، امکان انتقال پول به صورت آنی و بدون واسطه را فراهم می‌کند.

یکی از ویژگی‌های بیت کوین این است که هیچ مرکزیتی در آن وجود ندارد و تمامی تراکنش‌ها به صورت مستقیم و بدون واسطه بین کاربران انجام می‌شود. از طرفی، بیت کوین به عنوان یک ارز دیجیتال محدود به تعدادی مشخص از واحدهایی به نام ساتوشی (**Satoshi**) تقسیم می‌شود که هر بیت کوین در واقع ۱۰۰ میلیون ساتوشی است.

همچنین، برای حفظ امنیت تراکنش‌ها، بیت کوین از الگوریتم **PoW** استفاده می‌کند که به کاربران این امکان را می‌دهد تا با انجام محاسبات سخت، تراکنش‌هایی را تأیید کنند و برای آن، پاداشی دریافت کنند. اما با توجه به مشکلات محیط زیستی و هزینه‌های بالای مصرف انرژی این الگوریتم، برخی از ارزهای دیجیتال دیگر از الگوریتم‌های مختلفی مانند **Proof-of-Stake** استفاده می‌کنند.

بیت کوین همچنین قابلیت استفاده در خرید و فروش کالاها و خدمات را دارد و در بسیاری از کشورها به عنوان یک ارز قابل قبول شناخته شده است. همچنین، برخی از افراد بیت کوین را به عنوان یک سرمایه‌گذاری جذاب در نظر می‌گیرند و به دنبال خرید و نگهداری آن هستند.

در کل، بیت کوین به عنوان یک ارز دیجیتال بر پایه بلاکچین، قابلیت‌های منحصر به فرد و پیشرفته‌ای را در خود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به امکان انتقال پول بدون واسطه، عدم وجود مرکزیت و استفاده در خرید و فروش کالاها و خدمات اشاره کرد.

Proof-of-Work ۵-۱

یک الگوریتم Proof-of-Work (PoW) کاری است که در بلاکچین‌های مانند بیت کوین برای تأیید و اعتماد به تراکنش‌های انجام شده و همچنین برای ایجاد بلاک‌های جدید به کار می‌رود. در این الگوریتم، کاربران با حل یک مسئله ریاضی سخت، یا به عبارتی محاسباتی سخت، برای تأیید تراکنش‌ها و ایجاد بلاک‌های جدید، پاداش دریافت می‌کنند.

ماهیت کار PoW بر اساس پیدا کردن یک مقدار hash خاص است. برای این کار، یک مجموعه داده به صورت تصادفی به الگوریتم hash داده می‌شود و سپس این داده با یک مقدار دیگری به صورت تصادفی، که Nonce نام دارد، ترکیب می‌شود و مقدار hash جدیدی ایجاد می‌شود. اگر مقدار hash حاصل شده با پارامتری خاص که همان Difficulty (سختی) نام دارد، تطابق داشته باشد، این بلاک تأیید و به بلاکچین اضافه می‌شود و کاربری که این محاسبات را انجام داده است، پاداش دریافت می‌کند.

سختی الگوریتم PoW به صورت دوره‌ای تنظیم می‌شود. به عبارت دیگر، هر چند بلاک، سختی این الگوریتم برای ایجاد بلاک جدید بیشتر می‌شود، تا زمانی که سطح سختی به یک حد مقداری بالاتر از آنچه قبل‌بوده است، بررسد. این افزایش سختی باعث می‌شود که زمان ایجاد بلاک جدید در شبکه تنظیم شده و مناسب با قدرت پردازش کاربران شبکه باشد.

فصل دوم

معرفی دستگاه ماینر S9j

دستگاه ماینر S9j نسخه بهبود یافته از دستگاه S9 است که توسط شرکت Bitmain در سال ۲۰۱۸ معرفی شد. این دستگاه از الگوریتم استخراج ۲۵۶SHA-پشتیبانی می‌کند و برای استخراج بیت‌کوین و سایر ارزهای دیجیتالی با استفاده از همین الگوریتم استفاده می‌شود.

مشخصات فنی دستگاه ماینر S9j عبارتند از:

- قدرت پردازش: ۱۴ تراهش در ثانیه

- الگوریتم استخراج: ۲۵۶SHA-

- تعداد تراشه‌ها: ۱۸۰ عدد تراشه ASIC

- مصرف برق: ۱۳۵۰ وات

- وزن: ۴/۲۰ کیلوگرم

- ابعاد: ۱۳۰ × ۳۳۰ × ۱۲۰ میلی‌متر

- دمای عملکرد: ۴۰-۰ درجه سانتی‌گراد

- رطوبت مطلوب: ۵ تا ۹۵ درصد

دستگاه ماینر S9j یک دستگاه قدرتمند در استخراج بیت‌کوین است که با استفاده از الگوریتم SHA-256 این ارز دیجیتال را استخراج می‌کند. این دستگاه با توان پردازش ۱۴ تراهاش در ثانیه، قدرت بالایی در استخراج بیت‌کوین دارد. همچنین، این دستگاه با مصرف برق ۱۳۵۰ وات، از دستگاه‌هایی است که می‌توانند با هزینه‌ی کمتری، بیت‌کوین بسیاری را استخراج کنند.

دستگاه ماینر S9j مانند دستگاه S9 دارای ۱۸۰ تراشه‌ی ASIC است. تراشه‌های ASIC مخفف عبارت Application-Specific Integrated Circuit تراشه‌ها برای انجام یک کار خاص طراحی شده‌اند و طبقه‌بندی شده‌اند تا بیت‌کوین را با سرعت بیشتری استخراج کنند.

در مجموع، دستگاه ماینر S9j به دلیل قدرت پردازش بالا، مصرف برق کمتر و هزینه کمتر نگهداری، یکی از دستگاه‌هایی است که می‌تواند برای استخراج بیت‌کوین مناسب باشد.

در مقایسه با دستگاه S9j ، دستگاه S9j دارای مصرف برق کمتری است و این نکته را باید در نظر داشت. با این وجود، دستگاه S9j نسبت به دستگاه S9، قابلیت بهره‌وری بیشتری را در استخراج بیت‌کوین دارد و به دلیل قدرت پردازش بالاتر و تعداد تراشه‌های بیشتر، می‌تواند به صورت بهینه‌تری بلوک‌های بیت‌کوین را استخراج کند.



شکل ۱-۲ دستگاه ماینر S9j

۱-۲ مراحل نصب و راه اندازی

نصب و راه اندازی دستگاه ماینر S9j به چند مرحله تقسیم می شود که در ادامه به آنها اشاره خواهیم کرد:

۱. اتصال دستگاه به برق و اینترنت: برای اتصال دستگاه به برق، بهتر است از یک منبع تغذیه با ولتاژ ۲۲۰ ولت استفاده کنید. پس از اتصال دستگاه به برق، بهتر است برای اتصال به شبکه اینترنت از کابل اترنت استفاده کنید.
۲. تنظیمات شبکه: پس از اتصال دستگاه به شبکه اینترنت، باید تنظیمات شبکه را در دستگاه اعمال کنید. برای این منظور، می توانید از رابط کاربری وب دستگاه استفاده کنید و تنظیمات شبکه را وارد کنید.
۳. نصب نرم افزار ماینینگ: پس از اتصال دستگاه به اینترنت، باید نرم افزار ماینینگ را بر روی دستگاه نصب کنید. برای این منظور، می توانید از نرم افزار BFGminer یا CGminer استفاده کنید.
۴. تنظیمات ماینینگ: پس از نصب نرم افزار ماینینگ، باید تنظیمات ماینینگ را انجام دهید. برای این منظور، باید اطلاعات مربوط به استخراج ماینینگ، مانند نام کاربری و رمز عبور را وارد کنید. همچنین، می توانید تنظیمات دیگری مانند توان پردازش و دمای دستگاه را نیز تنظیم کنید.
۵. شروع استخراج: پس از انجام تنظیمات، می توانید با فشردن دکمه شروع ماینینگ، دستگاه را برای استخراج بیت کوین راه اندازی کنید.

۲-۲ هش برد

هش برد (Hash Board) یک قطعه سخت‌افزاری است که برای استخراج ارزهای دیجیتالی مانند بیت‌کوین (Bitcoin) مورد استفاده قرار می‌گیرد. این برد شامل چندین چیپ ASIC متکی بر برنامه‌های کاربردی خاص است که برای انجام محاسبات پیچیده و استخراج بلاک‌های ارز دیجیتالی به کار می‌روند. هش بردها به صورت مازولار طراحی شده‌اند و معمولاً به عنوان بخشی از دستگاه‌های استخراج ارزهای دیجیتالی مانند ماینرهای بیت‌کوین استفاده می‌شوند.

برای انجام عملیات محاسباتی، هش بردها نیاز به تغذیه برق و مدیریت حرارتی دارند. هش بردها معمولاً با پورت‌های ارتباطی مانند Ethernet یا USB برای اتصال به شبکه‌های ماینینگ و ارسال داده‌ها و تنظیمات به کامپیوترهای ماینینگ مجهز شده‌اند.

در کل، هش بردها به عنوان قطعات کلیدی در فرآیند استخراج ارزهای دیجیتالی با اهمیت بالایی برخوردارند و با استفاده از آنها می‌توان به طور موثر تر و کارآمدتر ارزهای دیجیتالی را استخراج کرد.

موارد مورد نیاز برای نگهداری:

۱. دستگاه جوش با دمای قابل تنظیم (۳۵۰-۴۰۰ درجه سانتی‌گراد) با نوک مناسب برای جوش تراشه‌های مقاومت، کپاسیتور و دیگر قطعات کوچک.
۲. دستگاه هوای گرم برای جداسازی و جوش دادن تراشه‌ها. باید مراقب باشید که برای مدت طولانی دستگاه را گرم نکنید تا PCB فوم شود.
۳. منبع تغذیه APW ۳ (خروجی ۱۲ ولت و ۱۳۳ آمپر حداکثر)، برای اندازه‌گیری و تست برد عملیاتی.
۴. چندمترا، دوربین فرعی، برآکت تست S9 (با قابلیت پیکربندی اسکوب‌متر به شرط وجود محیط مورد نیاز).
۵. فلاکس، آب برای شستشو و الکل بدون آب. آب برای تمیز کردن و رفع رزیدو و ظاهر جوش استفاده می‌شود. برای جایگزینی تراشه جدید، باید روی تراشه tin پلنت کنید.

۶. دستگاه‌های پردازش تصویر، مشبك فولادی Solder Paste و Tin-sik جدید، بايد بر روی تراشه پراکنده شود.

۷. چسب حرارتی سیاه (۳۴۶۱)، برای چسباندن مجدد حرارتزا پس از خدمات دهی.

دو مورد نیاز در رابطه با کار:

۱. کارکنان نگهداری باید دانشی در زمینه الکترونیک داشته باشند و بیش از یک سال تجربه نگهداری داشته باشند و در فناوری جوش قطعات QFN ماهر باشند.

۲. پس از خدمات دهی، برد عملیاتی باید دو بار تست شود تا مطمئن شوید که عملیات به خوبی انجام شده است.

۳. در هنگام جایگزینی تراشه، باید روش عملیاتی را رعایت کنید و بعد از جایگزینی هر قطعه، باید بررسی کنید که PCB هیچ دگرگونی مشخصی نداشته باشد و مشکلات کم دور خطرا را در قطعات جایگزین و محیط اطراف بررسی کنید.

۴. باید هدف ایستگاه نگهداری و پارامترهای نرمافزار آزمایشگاه مورد نظر را تعیین کنید.

۵. باید ابزارهای بازررسی را بررسی کنید و بررسی کنید که آیا این ابزارها به درستی کار می‌کنند.

قوانين و ساختار:

۱. S9 شامل ۲۱ دامنه ولتاژی است که به صورت سری در هم متصل شده‌اند. در هر دامنه ولتاژی، ۳ تراشه وجود دارد و در کل برد، ۶۳ تراشه BM1378 وجود دارد.

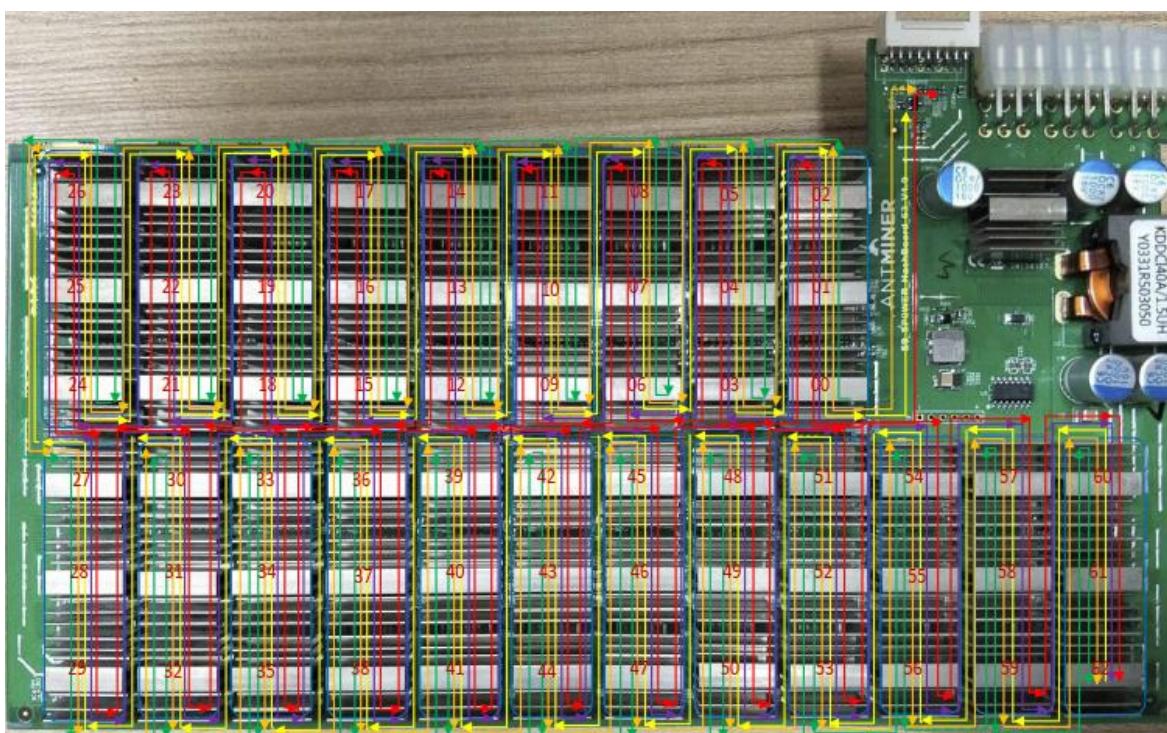
۲. تراشه BM1378 دیود بوک داخلی دارد که توسط پین مشخص شده تراشه تعیین می‌شود.

۳. ۹S دارای ۲۱ دامنه ولتاژی است (۱۶ S5+ دامنه ولتاژی دارد، ۵۴ S7 چیپ ۱۸ دامنه ولتاژی و ۴۵ S7 ۱۵ دامنه ولتاژی). ساعت S9 با یک کریستال تک فرکانس M ۲۵ ارتباط دارد و از تراشه اول تا آخر به صورت سری متصل شده است.

۴. در هر تراشه S9، یک حرارتزا کوچک مستقل در جلو و پشت وجود دارد. حرارتزا کوچک روی سطح جلویی به صورت پچ SMT نصب شده است و حرارتزا کوچک روی سطح پشتی با استفاده از چسب حرارتی پس از اندازه‌گیری اولیه بر روی پشت تراشه ثابت می‌شود. بعد از تعمیر و جایگزینی تراشه، باید چسب حرارتی سیاه را به صورت یکنواخت بر روی سطح تراشه بمالید و آن را گرم کنید.

در طول فرایند نگهداری، برای کاهش خسارت دستگاه گرمایی به PCB و تراشه هنگام جایگزینی قطعات برد برق یا تراشه، ابتدا باید حرارتزا کوچک را نزدیک قطعه خراب و برد PCB قرار دهید. پس از حذف حرارتزا کوچک روی سطح پشتی، آن را جایگزین کنید. برد PCB دارای نقاط آزمایشی است و در طول نگهداری تولید، می‌توان از نقاط آزمایشی جلو استفاده کرد هنگامی که حرارتزا به جلوی PCB متصل نشده است. در تعمیر محصول تمام شده (نگهداری پس از فروش)، به دلیل پوشیده شدن حرارتزا در جلو و پشت PCB، باید با استفاده از نقاط آزمایشی PCB عیب را محل تعیین کنید. می‌توان از قلم باریک ویژه برای اندازه‌گیری فاصله بین حرارتزا استفاده کرد، اما با توجه به اینکه حرارتزا کوچک SMT به زمین هر دامنه ولتاژی متصل است، هنگام اندازه‌گیری باید از عایق برای سرپوشانه‌های آزمایشی استفاده کنید تا جلوی اتصال کوتاه ناشی از تستها را بگیرید.

شکل ۲-۲ مسیر سیگنال‌ها در هش برد را نشان میدهد.



شکل ۲-۲ مسیر سیگنال‌های هش برد

متن داده شده درباره جهت جریان سیگنال‌های مختلف در یک سیستم است. رنگ‌ها برای نشان دادن سیگنال‌های مختلف و جهت جریان آن‌ها استفاده شده‌اند.

- رنگ سبز جهت جریان سیگنال CLK را نشان می‌دهد که توسط یک کریستال جاسازی شده با فرکانس ۲۵ مگاهرتز تولید می‌شود. در حالت استندبای و عملیاتی، سیگنال از تراشه ۰۰ به تراشه ۶۲ جریان دارد.

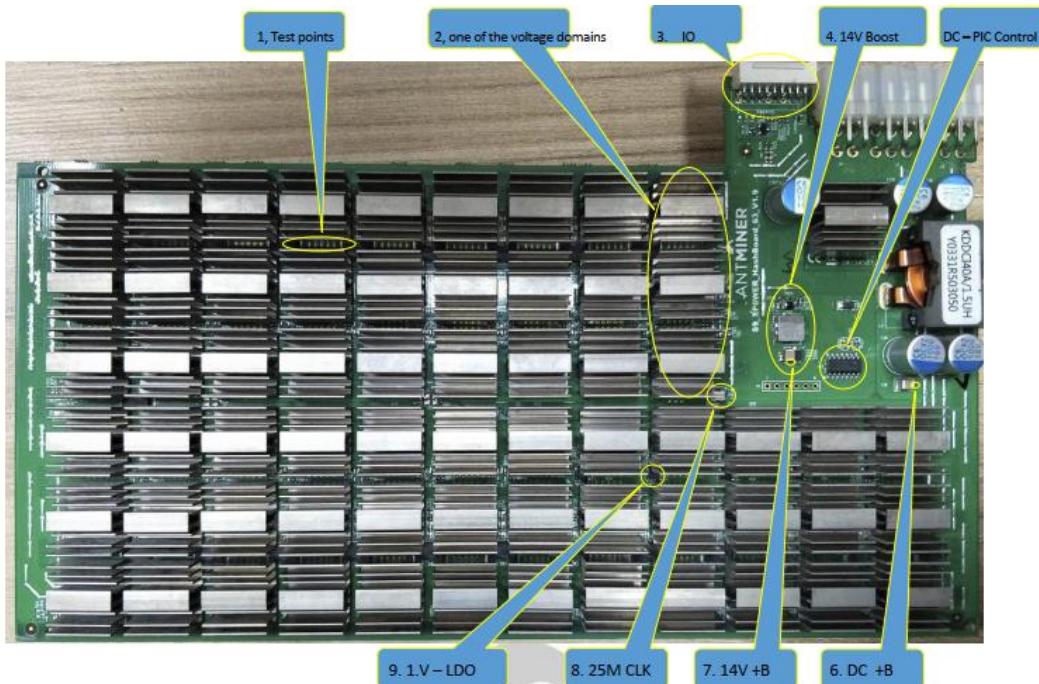
- رنگ نارنجی جهت جریان سیگنال CO, CI(TX) را نمایش می‌دهد. سیگنال از IO پورت ۱ وارد شده و سپس از تراشه ۰۰ به تراشه ۶۲ منتقل می‌شود. ولتاژ هنگامی که خط ولتاژ وصل نشده باشد، صفر است و در هنگام عملیات ۱,۸ ولت است.

- رنگ زرد جهت جریان سیگنال RO, RI(RX) را نشان می‌دهد که از تراشه ۶۲ به تراشه ۰۰ بازمی‌گردد و سپس از پورت IO پین ۱۲ به پشتیبانی بازمی‌گردد. ولتاژ هنگامی که خط IO وصل نشده باشد، ۰ ولت است و در هنگام عملیات نیز ۱,۸ ولت است.

- رنگ بنفش جهت جریان سیگنال BO, BI(B) را نشان می‌دهد که از تراشه ۰۰ به تراشه ۶۲ با سطح پایین منتقل می‌شود. در حالت استندبای وقتی خط IO وصل نشده باشد، ۰ ولت است و در حالت عملیاتی یک سیگنال پالس با حدود ۰,۳ به دست می‌آید.

- رنگ قرمز جهت جریان سیگنال RST را نشان می‌دهد که از پورت IO پین ۱۵ شروع می‌شود و سپس از تراشه ۰۰ به تراشه ۶۲ منتقل می‌شود. در حالت استندبای وقتی خط IO وصل نشده باشد، ۰ ولت است و در هنگام عملیات ۱,۸ ولت است.

شکل ۴-۲ مدارهای کلیدی را در جلوی برد هش S9 نشان می‌دهد.



شکل ۴-۲ مدارهای کلیدی را در جلوی برد هش S9

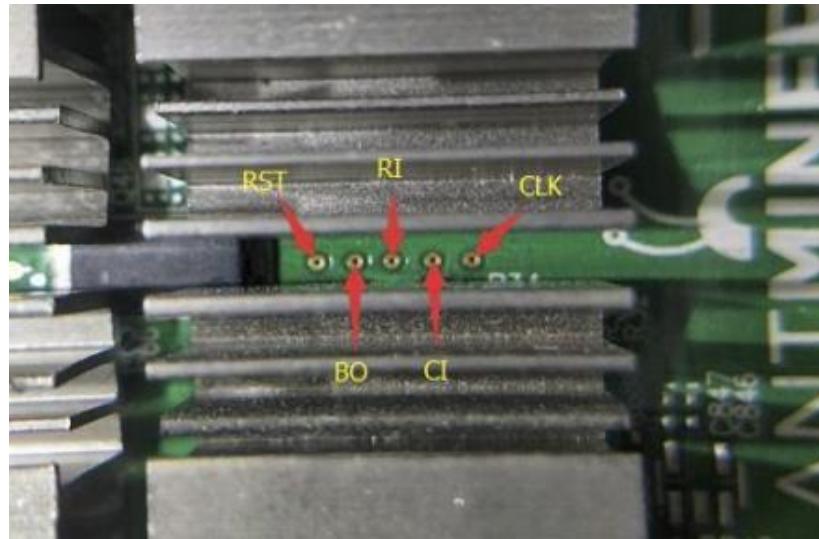
۱-۲-۲ نقاط تست داخلی

در طول فرآیند تعمیر و نگهداری، نقطه تست می‌تواند به عنوان محلی برای تست مستقیم و نزدیک‌ترین نقطه به خطای اتصال استفاده شود. برد آزمایشی S9، ردیف آزمایشی به شرح زیر می‌باشد:

ردیف بالایی ۹: توالی دامنه‌های ولتاژ: RST, BO, RI(RX), CO(TX), سیگنال CLK

ردیف پایینی ۱۲: ترتیب مرتب شدن دامنه‌های ولتاژ به ترتیب: RST, BO, RI(RX), CO(TX), CLK

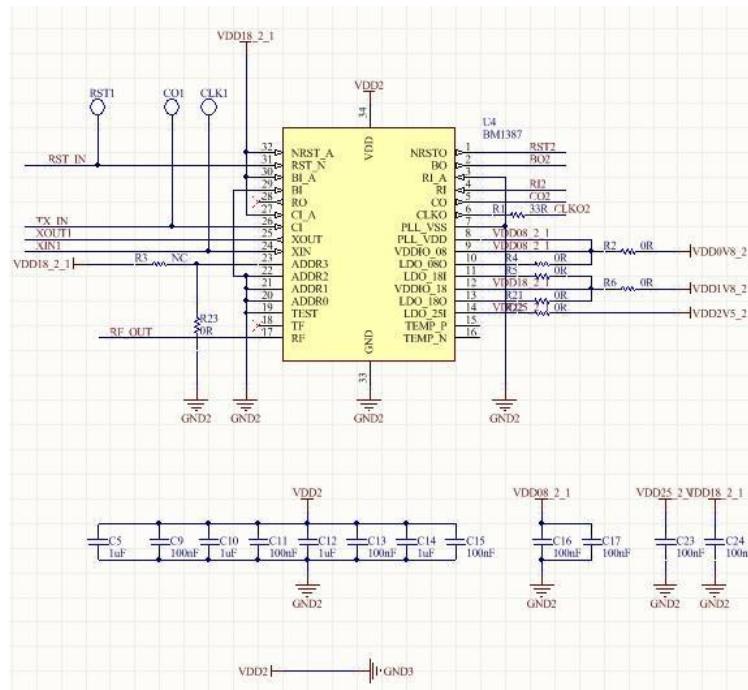
با تست نقطه تست، می‌توان به سرعت و با دقیق‌تری خطای اتصال را شناسایی کرد.



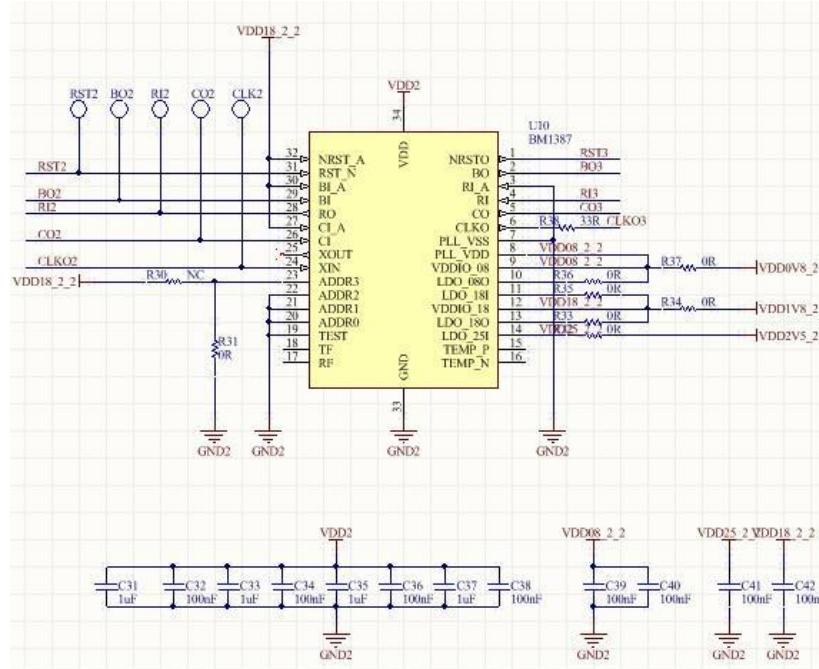
شکل ۴-۲ نقاط تست داخلی

۲-۲-۲ دامنه‌های ولتاژ

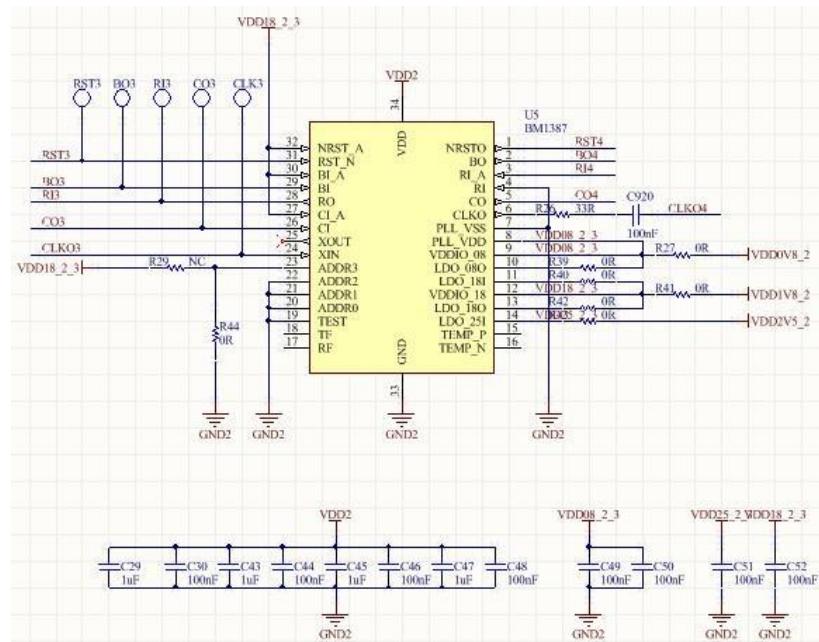
برد کامل شامل ۲۱ دامنه ولتاژ است و هر دامنه ولتاژ سه تراشه دارد. در هر دامنه ولتاژ، ۳ تراشه برای تامین برق به منبع تغذیه مرتبط، به صورت سری با دامنه‌های ولتاژ دیگر اتصال داده می‌شود. ساختار مدار مانند شکل ۵-۲ نشان داده شده است:



شکل ۵-۲ الف دامنه‌های ولتاژ



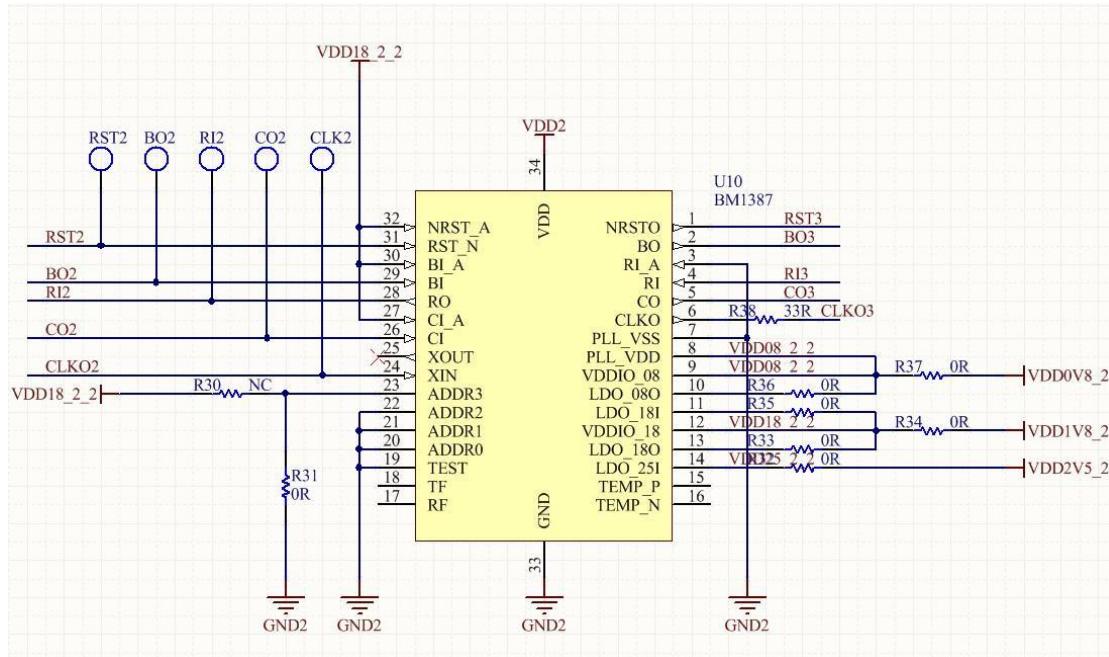
شکل ۵-۲ ب دامنه‌های ولتاژ



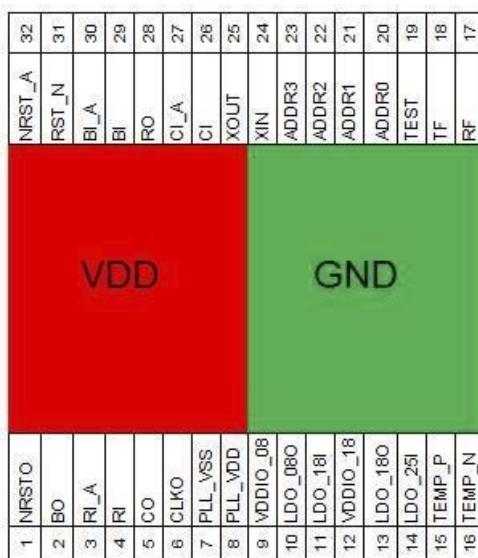
شکل ۵-۲ ج دامنه‌های ولتاژ

به دلیل اینکه نسخه برد محاسباتی S9 به طور دقیق یکسان نیست، منبع تغذیه LDO-1.8v دامنه‌های ولتاژ اولیه توسط یک تراشه منبع تغذیه جانبی جداگانه برای هر سه دامنه ولتاژ تامین می‌شود. در نسخه‌های بعدی، این منبع تغذیه به یک تراشه داخلی تغییر کرده است (مدار تامین برق LDO-1.8v با ورودی ۲,۵ ولت و خروجی

LDO 1.8V BM1387، به جز برای آخرین شش دامنه ولتاژ که با یک بوستر ۱۴ ولت و LDO خارجی تامین برق می‌شوند، همه تراشه‌ها تامین برق LDO-1.8v را فراهم می‌کنند، در حالی که دامنه‌های PLL-1.8v با تقسیم ولتاژ تقسیم‌کننده مقاومتی (نسخه‌های قبلی) از تراشه LDO-1.8v اولیه هر دامنه ولتاژ تامین می‌شوند. در ادامه به تجزیه و تحلیل اصولی تک تراشه در دامنه ولتاژ می‌پردازیم.



شکل ۲-۶ مدار دیاگرام BM1387



شکل ۲-۷ پین‌های تراشه BM1387

جدول ۲-۱ تحلیل سیگنال تراشه BM1387

	Name	I/O	Active Level	Description
۱	NRSTO	O	L	Output to the chip of next level, for the loop
۲	BO	O	H	Respond Busy Output
۳	RI_A	I	N/A	Auxiliary Respond Input add diode and pulldown
۴	Re	I	N/A	Respond Input. Schmitt input and internal pullup
۵	CO	O	N/A	Command Output
۶	CLKO	O	N/A	Clock output to the chip of next level, for the loop. Pin drive current: 16A
۷	PLL_VSS			PLL ground
۸	PLL_VDD			PLL power (0.8V), PLL digital and analog share the same supply
۹	VDDIO_08			IO VDD pre-drive, 0.8v
۱۰	LDO_08O			LDO 0.8v output, for PLL and IO pre-drive
۱۱	LDO_18I			LDO power input voltage range: 1.62v ~ 1.98v
۱۲	VDDIO_18			IO VDD post-drive, 1.8v
۱۳	LDO_18O			LDO 1.8v output for IO
۱۴	LDO_25I			LDO power input voltage range: 2.2v ~ 2.6v
۱۵	TEMP_P			Temperature diode positive output, analog IO. Should be floating when no use.
۱۶	TEMP_N			Temperature diode negative output, analog IO. Should be floating when no use.

۱۷	RF	O		Function 1 : RO open drain output. Function 2 : SDA0.
۱۸	TF	O		Function 1 : Respond Tx Flag. Function 2 : SCL0
۱۹	TEST	I	N/A	Is 0: Normal mode, Is 1: Test mode
۲۰	ADDR[0:0]	I		Address Input. Internal pullup
۲۱	ADDR[1:0]	I		Address Input. Internal pullup
۲۲	ADDR[2:0]	I		Address Input. Internal pullup
۲۳	ADDR[3:0]	I		Address Input. Internal pullup
۲۴	Please	I	N/A	Oscillator input
۲۵	XOUT	O	N/A	Oscillator output
۲۶	There	I	N/A	Command Input. Schmitt input.
۲۷	CI_A	I	N/A	Auxiliary Command Input, add diode and pullup
۲۸	RO	O	N/A	Respond Output
۲۹	BI	I	H	Respond Busy Input
۳۰	BI_A	I	H	Auxiliary Respond Busy Input, add diode and pullup
۳۱	RST_N	I	L	Reset signal
۳۲	NRST_A	I	L	Auxiliary Reset signal, add diode and pullup

تراشه BM1387 شامل پین‌های مختلفی است که هر کدام برای وظایف خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در طول عملیات بازسازی، قبل و بعد از تست اصلی تراشه، ۱۰ آمپر بر روی پنج پین قبل و بعد از تراشه (RST, BO, Re, CO, CLK) انجام می‌شود. همچنین ولتاژ هسته، ولتاژ LDO-1.8V و ولتاژ DC-DC، خروجی PLL-0.8V و ولتاژ بوست ۱۴ ولت نیز بررسی می‌شوند.

روش تشخیص:

۱) با اتصال نکردن خطوط I/O و فقط اتصال ۱۲ ولت، خروجی DC-DC حدود ۹ ولت و خروجی بوست حدود ۱۴ ولت خواهد بود. ولتاژ نقاط تست باید به شرح زیر باشد: $LCK = 0,9$ ولت، $RI = 1,8$ ولت، و ولتاژ تست دیگر صفر است.

۲) با اتصال خطوط I/O، در صورتی که دکمه تست فشرده نشود، خروجی DC-DC بدون ولتاژ و خروجی بوست وجود ندارد. پس از فشردن دکمه تست، PIC شروع به کار می‌کند و در این حالت، خروجی DC-DC با ولتاژ کاری که توسط برنامه تست تنظیم شده است، افزایش می‌یابد. با تنظیم ولتاژ برنامه تست، خروجی بوست نیز با کارکرد افزایش می‌یابد. با خروجی سیستم کاری (WORK)، به حالت NONC بازگردید. در این حالت، ولتاژ نرمال هر نقطه تست باید به شرح زیر باشد:

$CLK = 0,9$ ولت

$CO = 1,6$ ولت، با فعال‌سازی کار، به دلیل منفی بودن CO، سطح DC به پایین کشیده می‌شود و ولتاژ لحظه‌ای حدود ۱,۵ ولت است.

$RI = 1,6$ ولت، در حالت کاری، ولتاژ نامعمول یا خیلی پایین می‌تواند باعث ایجاد ناهنجاری در برد اپراتور شود یا به وضعیت اجباری ۰ بیفتند.

BO : در حالت عدم کار ۰ ولت است، در حالت کاری، از ۰,۱ تا ۰,۳ ولت بین امواج پالسی وجود دارد.

$RST = 1,8$ ولت. سیگنال ریست هر بار که دکمه تست دستگاه فشرده شود، بازیابی می‌شود.

در صورتی که ولتاژ یکی از نقاط تست یا حالت آنها ناهنجار باشد، لازم است بر اساس مدار جلو و عقب نقطه تست، نقطه خرابی را پیدا کنید.

نکات قابل توجه در لیست بالا:

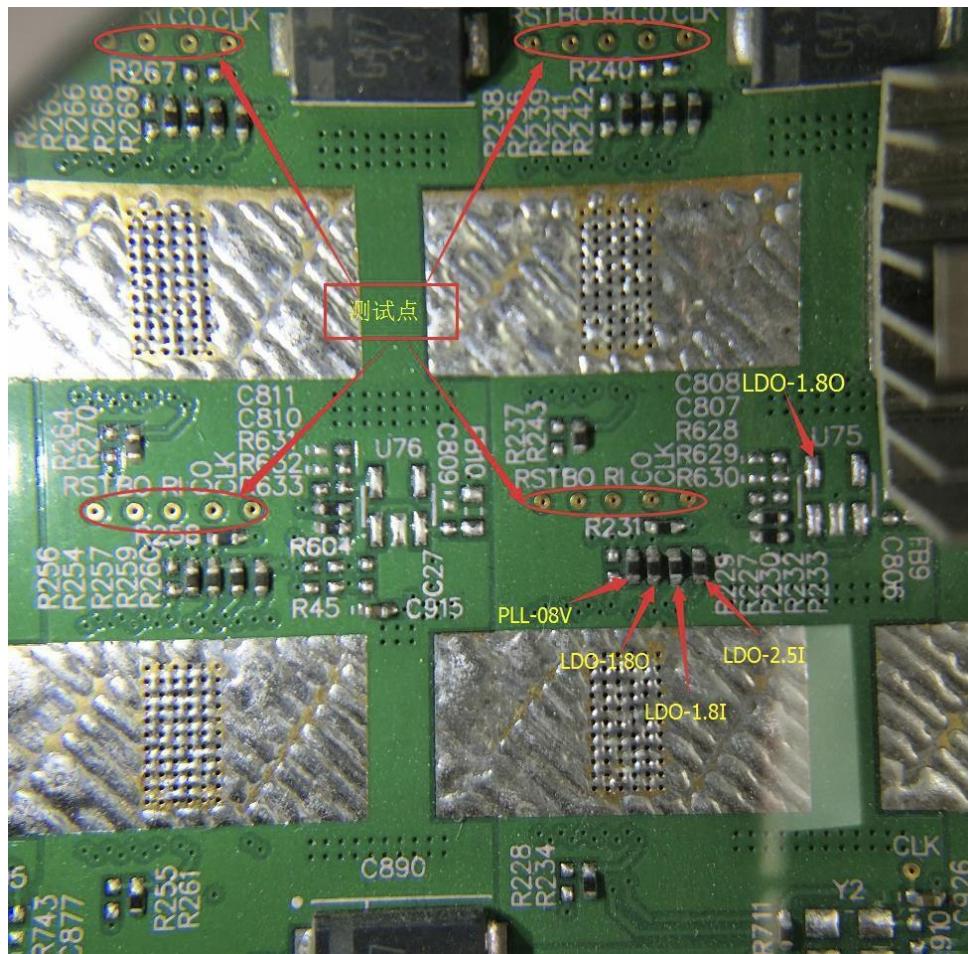
سیگنال CLK: از پین ۰۰ تراشه (XIN)، خروجی از پین ۶ (CLK)، در صورت اتصال در دامنه ولتاژی، از خروجی پین ۶، با اتصال به ورودی پین ۰۰ تراشه بعدی با یک خازن ۱۰۰ نانوفاراد اتصال داده می‌شود.

سیگنال TX: ورودی از پین ۲۷ تراشه (CI_A)، خروجی از پین ۵ (CO).

سیگنال RX: ورودی از پین ۴ (RI)، خروجی از پین ۲۸ (RO).

سیگنال BO: ورودی از پین ۳۰ تراشه (BI_A)، خروجی از پین ۲ (BO).

سیگنال RST: ورودی از پین ۳۲ تراشه (NRST_A)، خروجی از پین ۱ (NRSTO).



شکل ۸-۲ نقاط تست تراشه‌ها و ولتاژ آنها

در شکل ۸-۲، ولتاژ سیگنال هر تراشه قابل اندازه‌گیری است: ولتاژ هسته (CORE) یا

LDO-1.8 و LDO-2.5I و PLL-0.8. LDO-1.8I

در صورتی که این ولتاژ ناهمج باشد، به طور کلی دامنه ولتاژی تراشه هسته (CORE) دارای ۰,۴--- در این ولتاژ است. اتصال کوتاه است.

LDO-1.8: در صورتی که این ولتاژ ناهمجارت باشد، تراشه LDO-1.8 دارای اتصال کوتاه یا باز است.

LDO-1.8I: در صورتی که این ولتاژ ناهمجارت باشد، تراشه LDO-1.8I دارای اتصال کوتاه یا باز است.

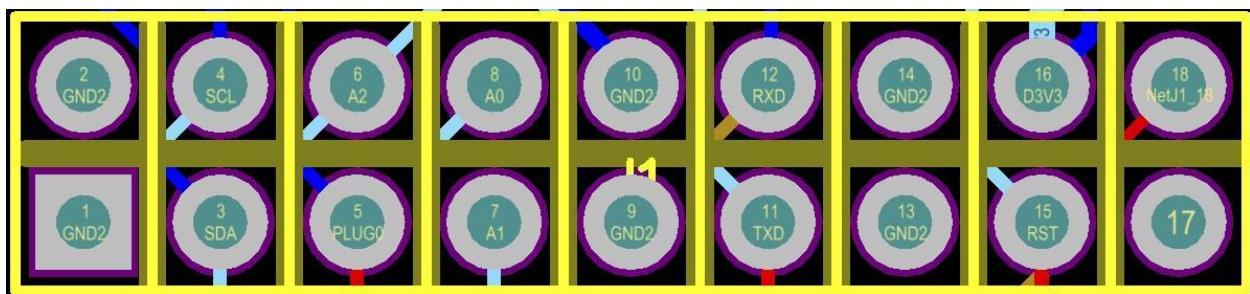
PLL-0.8: در صورتی که این ولتاژ ناهمجارت باشد، دامنه ولتاژی تراشه دارای اتصال کوتاه برای تامین برق PLL-0.8 است یا LDO-1.8 ناهمجارت است.

LDO-2.5I: در صورتی که این ولتاژ ناهمجارت باشد، تراشه LDO-2.5I دارای اتصال کوتاه یا باز است.

بر اساس اطلاعات موجود در ابزار تشخیص خرابی، وضعیت عملیاتی برد عملیاتی، توانایی حساب کردن تراشه و حسگر دما سنجیده می‌شود.

۳-۲-۲ پورت IO

پورت IO از جنس دو ردیفی با فاصله 9×2 و پیچ ۲۰ درجه تشکیل شده است. پین‌های آن مطابق شکل ۹-۲ تعریف شده‌اند:



شکل ۹-۲ پین‌های پورت IO

همانطور که در شکل مشخص است:

(GND) زمین، ۱۰، ۹، ۱۳، ۱۴: (SDA) SCL، ۴، ۳: DC-DC PIC I2C Bus به کنترل پنل برای ارتباط با PIC.

این پین‌ها می‌توانند به PIC داده بفرستند یا از آن بخوانند و وضعیت عملکرد برد عملیاتی را کنترل کند.

۵) PLUG: سیگنال شناسایی برای برد عملیاتی، این سیگنال توسط برد عملیاتی کشیده می‌شود. یک مقاومت K1۰ به ۳,۳ ولت وصل شده است. زمانی که این پین متصل شود، باید به سطح بالایی باشد (High).

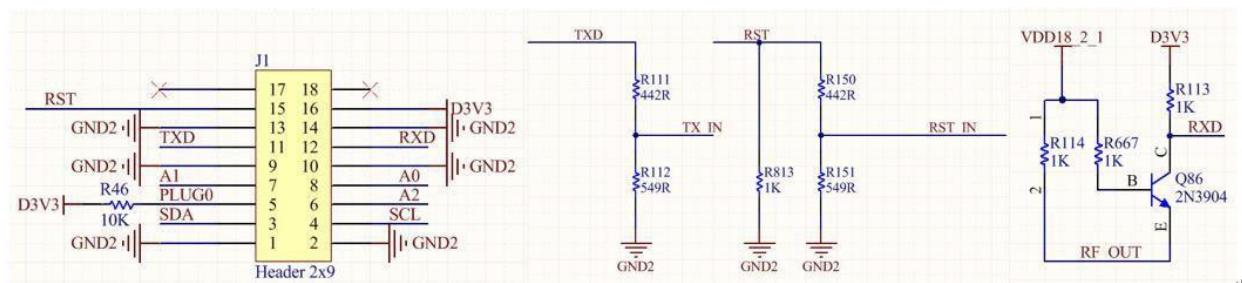
۶) PIC آدرس آدرس (A1, A2, A8): سیگنال آدرس PIC

۷) TXD, RxD (RXD, Txd): برای برد حساب‌گر ۳,۳ ولتی، پس از تقسیم توسط یک مقاومت، به سیگنال‌های RX(RI) و TX(CO) تبدیل می‌شوند. پین پورت به پایین ۳,۳ ولت متصل شده و پس از تقسیم ولتاژ توسط یک مقاومت، به ۱,۸ ولت تبدیل می‌شود.

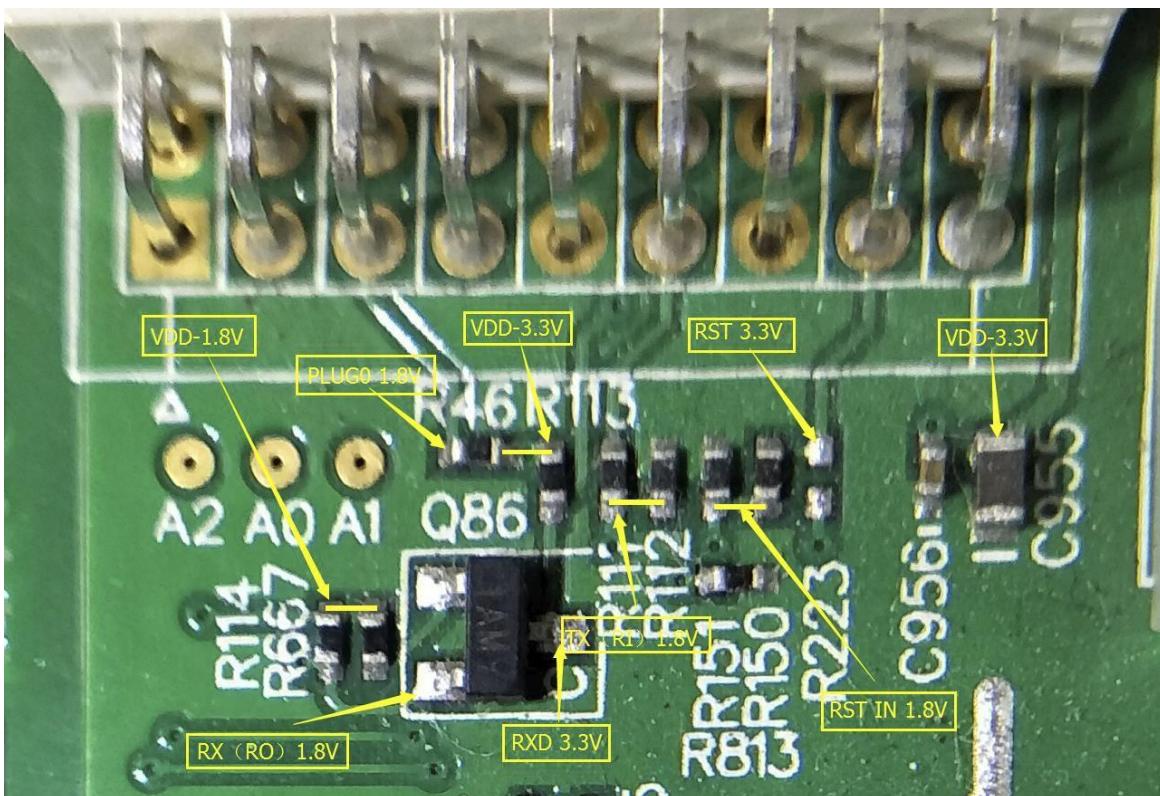
۸) RST: برای سیگنال ریست ۳,۳ ولتی، پس از تقسیم توسط مقاومت، به سیگنال ریست ۱,۸ ولتی تبدیل می‌شود.

۹) ۳V3D: تامین برق ۳,۳ ولت برای برد حساب‌گر، که توسط برد کنترل تأمین می‌شود و اصلی‌ترین منبع تأمین ولتاژ عملکردی برای PIC می‌باشد.

شکل ۱۰-۲ و شکل ۱۱-۲، ولتاژ و توزیع پین درگاه ورودی/خروجی (IO) قبل و بعد از تقسیم ولتاژ را نشان می‌دهند.



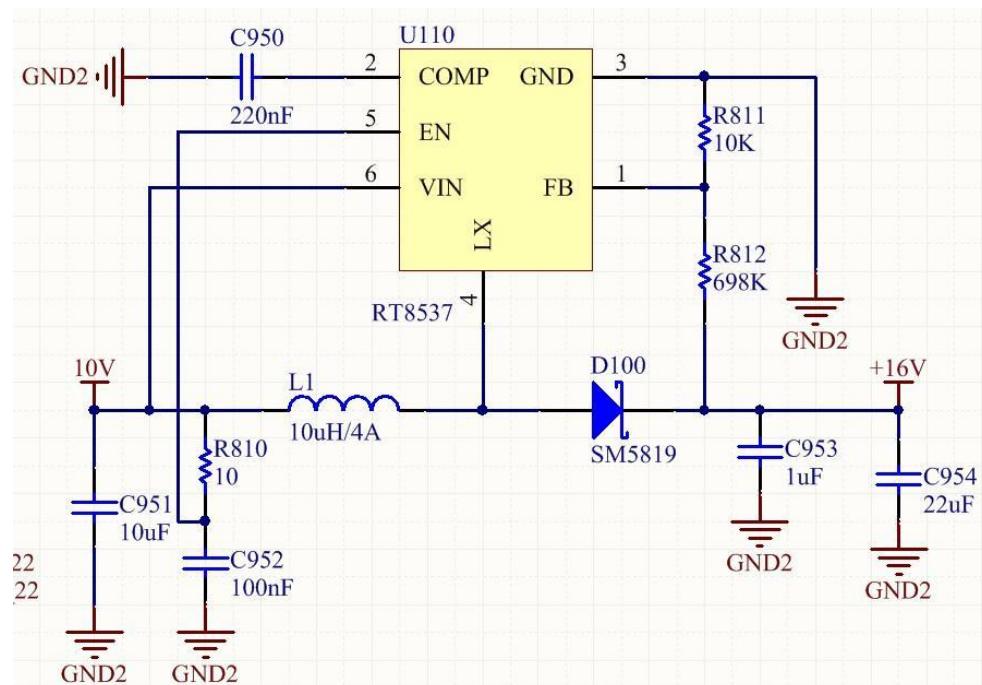
شکل ۱۰-۲ ولتاژ هر سیگنال



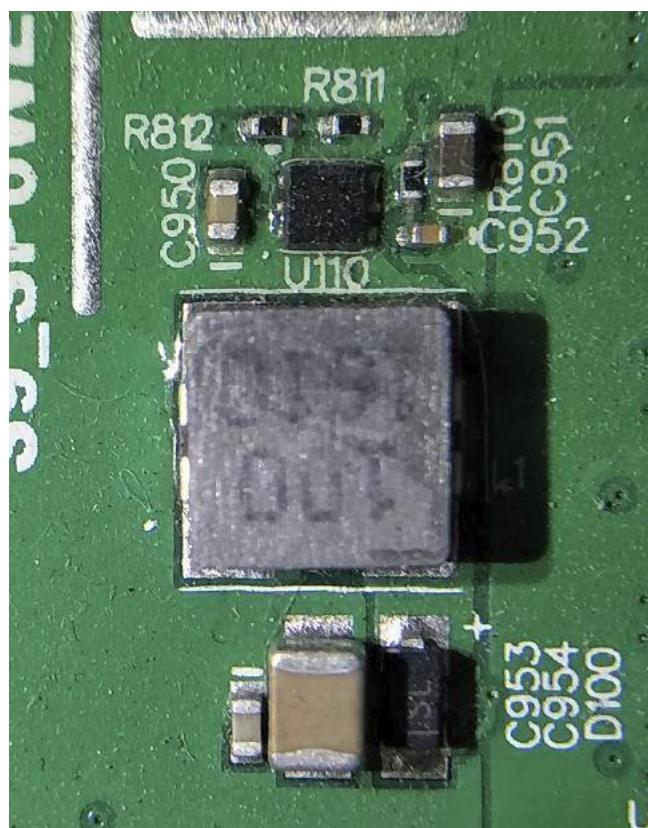
شکل ۱۱-۲ سیگنال‌های پورت IO

۴-۲-۲ مدار بوست ۱۴ ولت

مسئول بوست کردن ولتاژ DC-DC ۸/۳ تا ۹/۲ ولت) به ۱۴ ولت است. همانطور که در شکل ۱۲-۲ و ۱۳-۲ نشان داده شده، اصل این مدار این است که با استفاده از تعذیه ۹ ولتی و از طریق منبع تعذیه سوئیچینگ U110 (RT8537)، ولتاژ ۹ ولت به ۱۴ ولت بوست می‌شود. سیگنال سوئیچینگ تولید شده توسط U110 از طریق L1 برای ذخیره‌سازی سیگنال سوئیچینگ خروجی انتقال می‌یابد. در این مدار از لوله فروندی، اندازه گیری، رایج کننده دیود D100 و سپس C954 برای شارژ و تخلیه استفاده می‌شود. با تخلیه کردن این کپاسیتور، ولتاژ مشبی C954 به ۱۴ ولت می‌رسد.



شکل ۱۲-۲ مدار دیاگرام بوست ۱۴ ولت



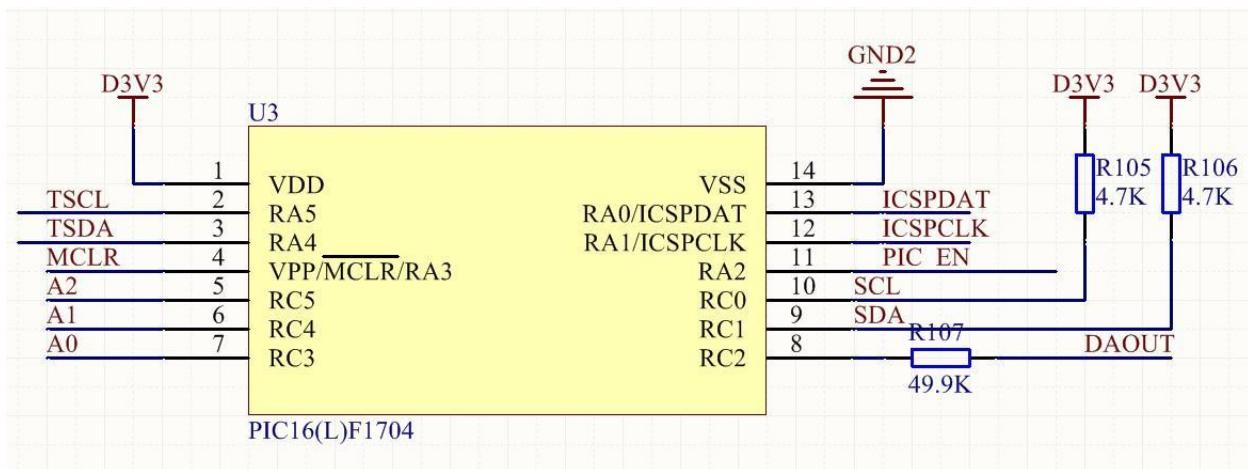
شکل ۱۳-۲ مدار بوست ۱۴ ولت در PCB

نکات قابل توجه: افزایش ولتاژ نامعمول در مدار بوست می‌تواند منجر به خرابی LDO و برداشتن دامنه ولتاژی ۶ ولتی برای برد محاسبه شود. همچنین، ممکن است باعث آسیب به چیپ شود. در حالی که علت اکثرًا بروز ولتاژ استثنایی برای بوست در رویه‌های U110 و R812 و R811 به دلیل خوردگی است.

DC-PIC: PIC16(L)F1704 یک دستگاه است که اطلاعات فرکانس و مقادیر ولتاژ یک چیپ برد عملیاتی را ذخیره می‌کند و همچنین کنترل ولتاژ خروجی DC-DC عملیاتی را ممکن می‌کند. این دستگاه به شکل ۱۳ و ۱۴ نشان داده شده است.

DC-PIC ۵-۲-۲

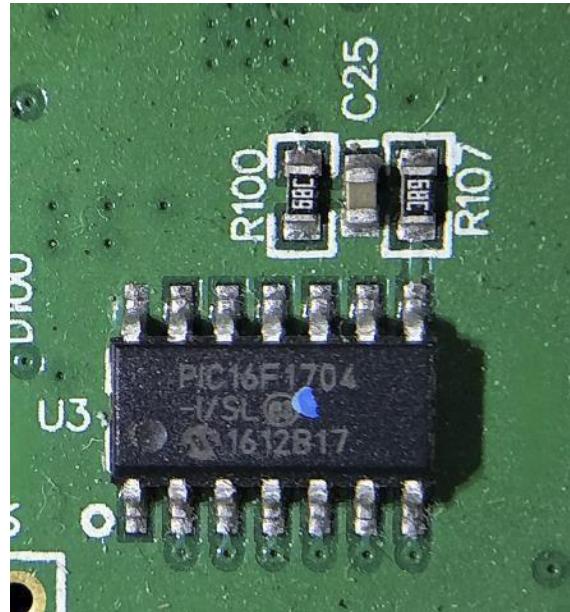
PIC16 (L) F1704 یک دستگاه است که اطلاعات فرکانس و مقادیر ولتاژ یک چیپ برد عملیاتی را ذخیره می‌کند و همچنین کنترل ولتاژ خروجی DC-DC عملیاتی را ممکن می‌کند. این دستگاه در شکل‌های ۱۴-۲ و ۱۵ نشان داده شده است.



شکل ۱۴-۲ مدار دیاگرام DC-PIC

هر دقیقه، در حین اجرای برنامه در PIC، نیاز به کنترل سیگنال Heartbeat وجود دارد. در صورتی که این سیگنال دریافت نشود، با ارسال اطلاعات PIC Heartbeat برای یک دقیقه کار خواهد کرد و سپس خاموش خواهد شد.

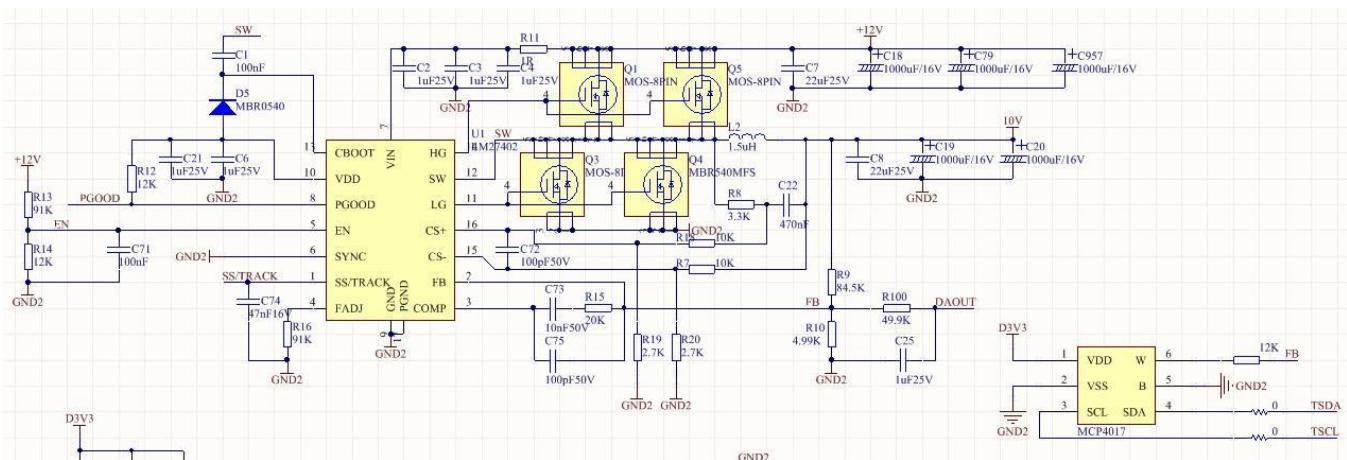
پین ۱ PIC به ۳/۳VDD ولت متصل است، پین ۱۴ به GND، پین های ۹ و ۱۰ به اتصالات I2C برد کنترل متصل شده‌اند، پین های ۵، ۶، و ۷ به آدرس PIC مربوط می‌شوند؛ پین ۴ به ۳/۳VDD ولت و پین ۸ به متصل می‌شود.



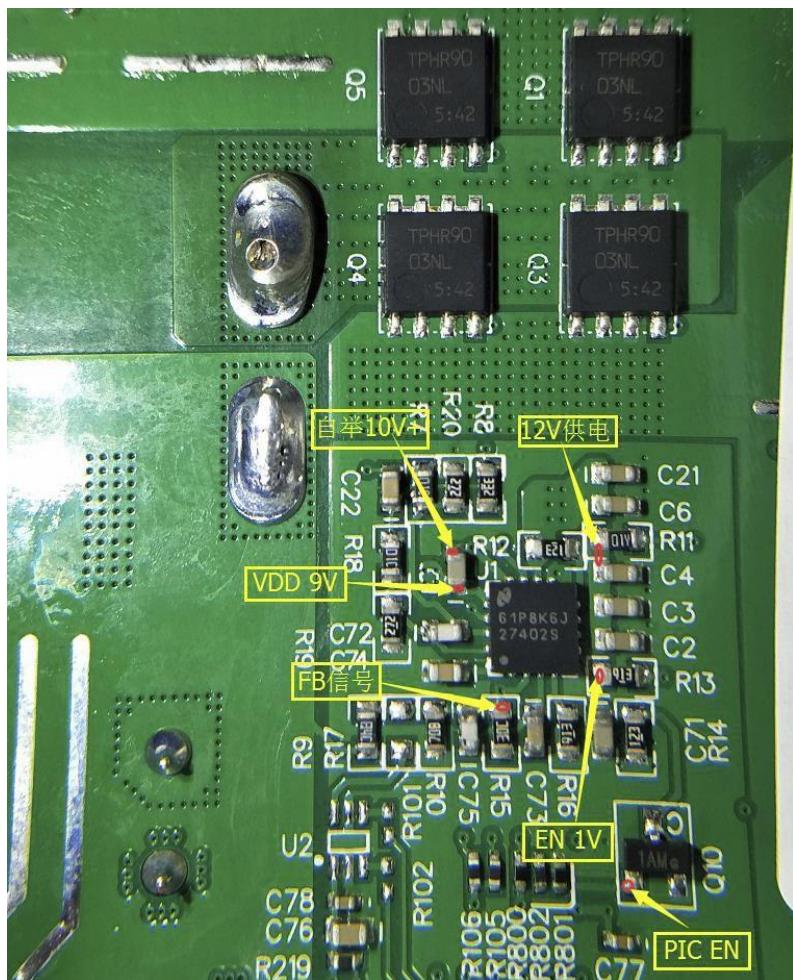
شکل ۱۵-۲ تراشه DC-PIC روی PCB

DC-DC ۶-۲ مدار

تشکیل شده از CMOS TPHR9003NL و ترانزیستور SQ27402LM است. در شکل های ۱۶-۲ و ۱۷-۲ این مدار نشان داده شده است.



شکل ۱۶-۲ مدار دیاگرام



شکل ۲-۱۷ مدار DC-DC روی PCB

ورودی سیگنال PWM به SQ2740-2LM از طریق درایورهای بالا و پایین (دو جفت CMOS)، آماده می‌شود و با استفاده از اندازه‌گیری انرژی در ایندکتور L2 ذخیره می‌شود. سپس با استفاده از فیلترینگ با C19 و C20، ولتاژ خروجی ثابت می‌شود.

پین‌های اصلی SQ۲۷۴۰۲LM عبارتند از:

پیش ۷: تغذیه ۱۲ ولت

پیش‌های ۹ و ۱۷: زمین

پن: ۲: اتصال بازخورد FB به ولتاژ PIC

Vdd : ١٠٠ میلی

پین ۱۳: ظرفیت بوت استرپ +۱۰ ولت

پین ۱۶: پالس

پین ۱۲: سیگنال سوئیچینگ

پین ۱۱: درایو پل بالا

پین ۱۴: درایو پل پایین

در صورت وجود ولتاژ نامعمول در مدار DC-DC، ابتدا از طریق اطلاعات چاپ شده در دستگاه بررسی کنید که آیا مقدار ولتاژ DC-DC با ولتاژ خروجی مطابقت دارد یا خیر؛ در صورتی که مشکل وجود داشته باشد، ابتدا ظرفیت‌های کوچک اطراف SQ2740-2LM را تعویض کنید. در صورتی که هیچ خروجی DC-DC‌ی وجود ندارد، ولتاژ و مقاومت R13 و R14 را بررسی کنید و همچنین ولتاژ R11 را بررسی کنید که باید ۱ ولت باشد و ولتاژ ۱۲ ولت درست باشد. همچنین باید بررسی کنید که آیا PIC و کنترل پنل به درستی سیگنال I2C را دریافت می‌کنند یا خیر.

با توجه به نوع برد عملیاتی، ولتاژ خروجی DC-DC باید در بازه‌های زیر باشد:

برد عملیاتی T14: ۸/۳ تا ۸/۶ ولت

برد عملیاتی T13/5: ۸/۴ تا ۸/۷ ولت

برد عملیاتی T13: ۸/۴ تا ۸/۹ ولت

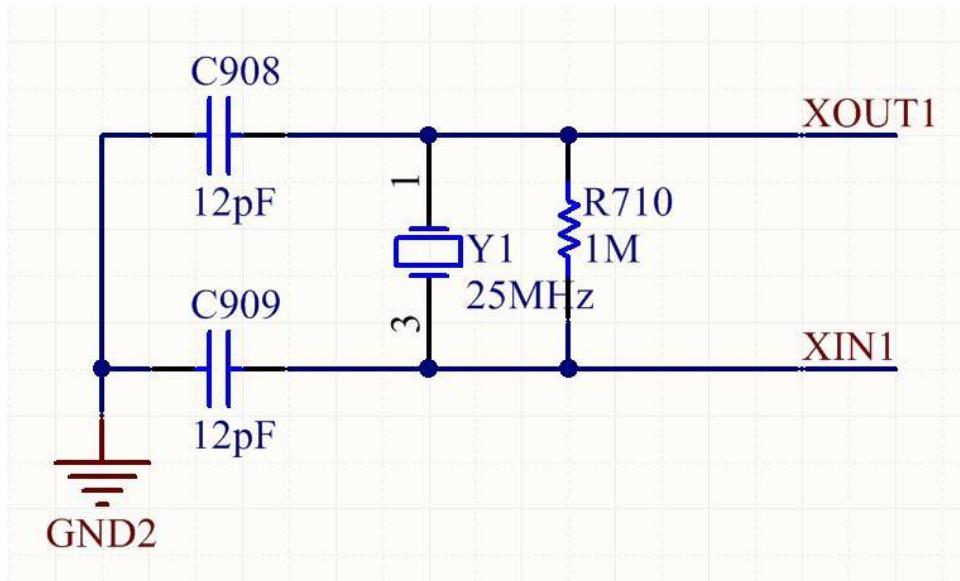
برد عملیاتی T12/5: ۸/۵ تا ۹/۱ ولت

برد عملیاتی T12: ۸/۶ تا ۹/۲ ولت

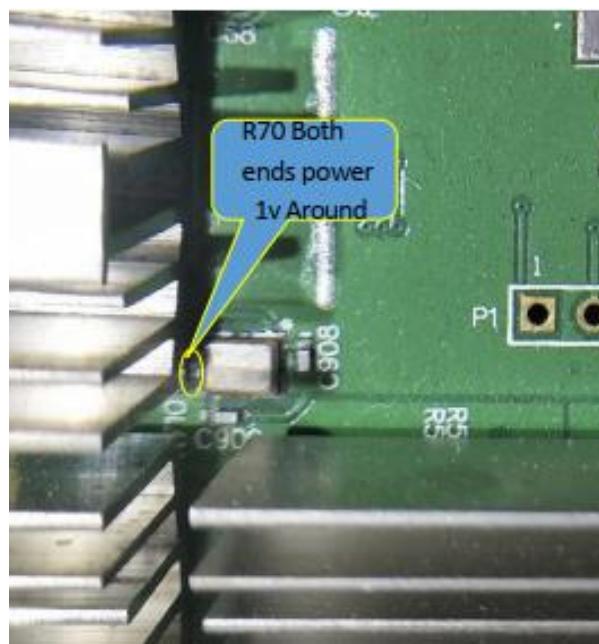
در صورتی که مقادیر بیرون از این محدوده باشد، لطفاً مدار DC-DC را بررسی کنید.

CLK 25 MHz ۱۸-۲

مدار ساعت ۲۵ مگاهرتز و اسیلاتور کربیستال ۲۵ مگاهرتز با ظرفیت ۱۲ پیکوفاراد در شکل‌های ۱۸-۲ و ۱۹-۲ نشان داده شده است.



شكل ۱۸-۲ مدار CLK

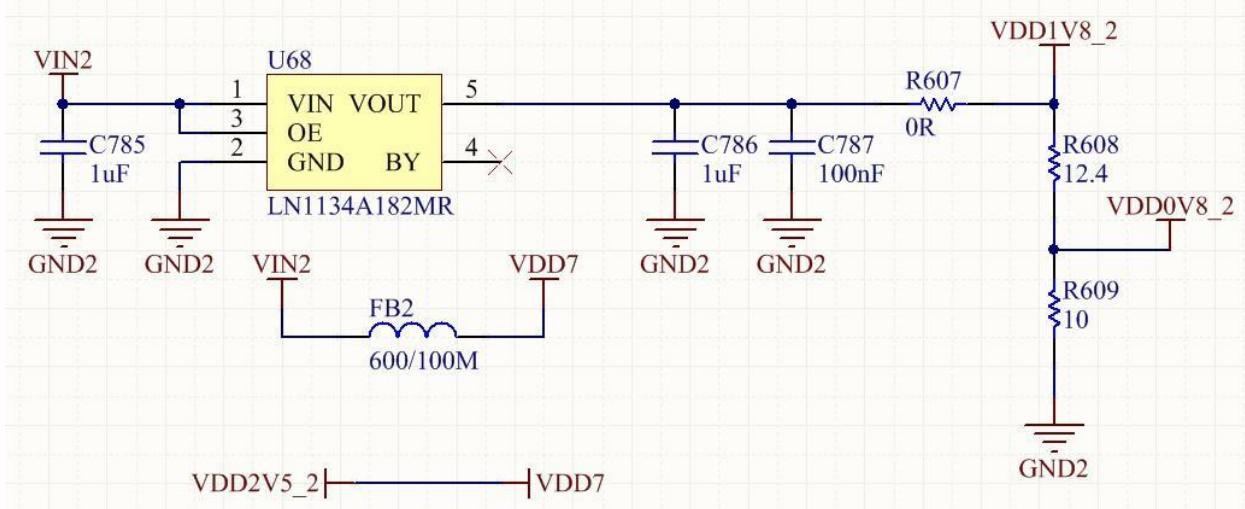


شكل ۱۹-۲ روی PCB CLK

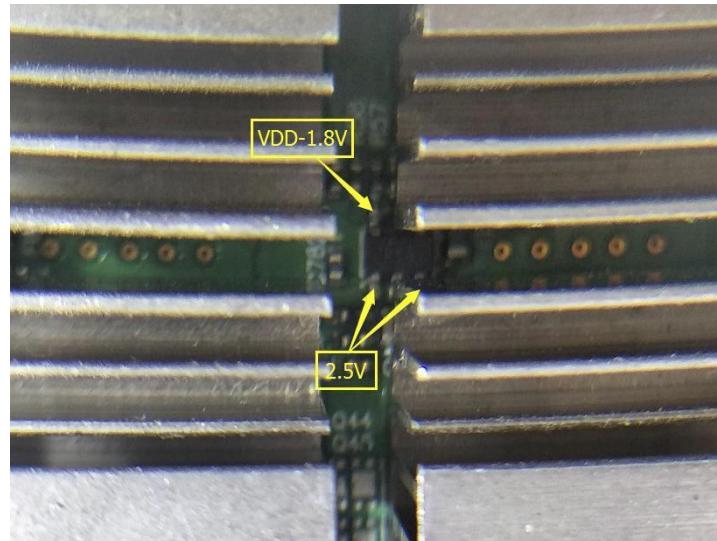
LDO-1.8v ۲-۲-۸

مدار ۱/۸ ولت LDO با استفاده از VLDO SPX5205M5_L_1 در شکل‌های ۲۰-۲ و ۲۱-۲ نشان داده شده است. پین‌های ۱ و ۳ SPX5205M5 به عنوان ورودی استفاده می‌شوند و پین ۵ جهت خروجی ۱/۸ ولت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توجه داشته باشید که برد عملیاتی S9 دارای دو حالت عملیاتی تامین برق LDO است. یکی اینکه هر دامنه ولتاژی یک برد عملیاتی از یک LDO خارجی به نام SPX5205M5 تامین برق ۳ آمپر مسئول است. حالت دیگر فقط برای آخرین ۶ دامنه ولتاژی، یک LDO خارجی تنظیم می‌شود و دامنه‌های ولتاژ دیگر توسط چیپ داخلی فراهم می‌شوند. برای تامین برق برای چیپ‌های BM1387، مدار تامین برق LDO راهاندازی شده است. پین ۱۴ (LDO-25I) BM1387 به عنوان ورودی استفاده می‌شود و پین ۱۰ (LDO-18th) به عنوان خروجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چیپ دارای یک LDO جداگانه است که با یک دیگر در تداخل نیستند. در بالاترین ۶ دامنه ولتاژی، تامین برق 14 ولت از مدار Boost 14 ولت انجام می‌شود. برای سایر دامنه‌های ولتاژی، تامین برق 25I از ترکیب ولتاژهای دامنه‌های ولتاژی قبلی ($6 \times 0.4 = 2.4$ ولت حدوداً) انجام می‌شود.



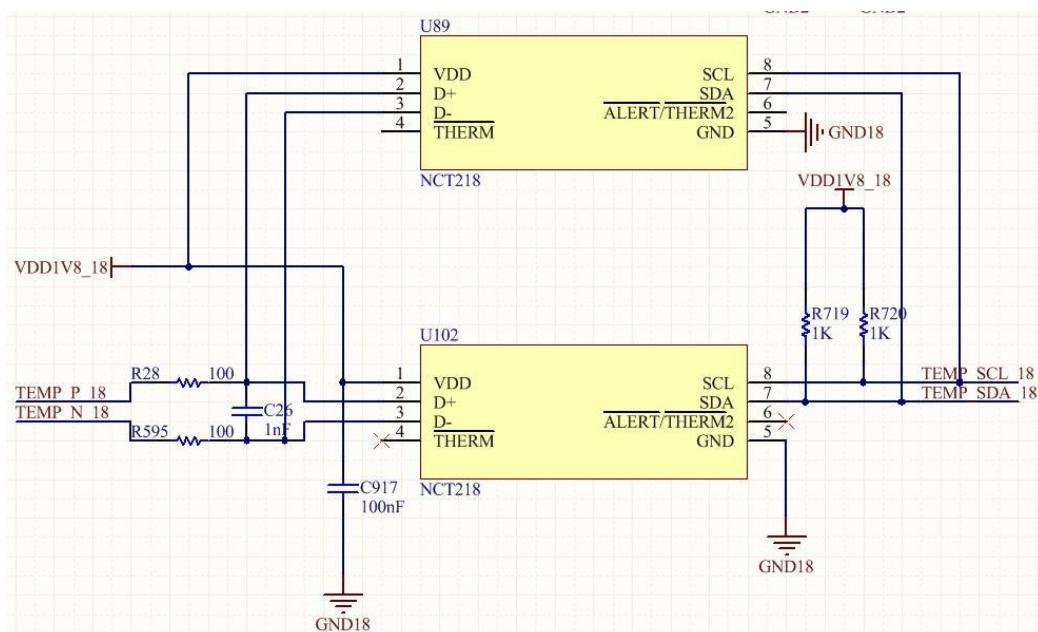
شکل ۲۰-۲ مدار LDO-1.8v



شکل ۲۱-۲ روی PCB LDO-1.8v

۹-۲-۲ مدار حسگر دما

دو مدار حسگر دما وجود دارد: یکی TEMP (PCB) است که توسط چیپ سنسور تشکیل شده است و دیگری TEMP (CHIP) است که یک سنسور دمای داخلی در چیپ BM1387 است. دو پارامتر حسگر دما جمع آوری می‌شوند و در نهایت از طریق پین ۱۷ و ۱۸ BM1387 به کنترل پنل FPGA بازگردانده می‌شوند. اصل این مدار در شکل ۲۲-۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۲-۲ شماتیک مدار حسگر دما

۲-۳ کنترل برد

برد ماینر یک دستگاه کنترل کننده است که برای کنترل عملیات ماینینگ انواع ارزهای دیجیتال مانند بیت کوین، اتریوم و غیره استفاده می‌شود. این برد معمولاً شامل یک چیپست کنترلی، حافظه و پورت‌های ارتباطی مختلف است که به کامپیوتر شخصی یا دستگاه انتقال داده ای متصل می‌شود.

یکی از وظایف اصلی برد ماینر، کنترل فرکانس و ولتاژ درایورهای دستگاه‌های ماینینگ است. این کار از طریق تنظیم پارامترهای مختلف درایورها و تنظیمات برنامه‌های کنترلی انجام می‌شود. به عنوان مثال، با تغییر فرکانس و ولتاژ درایورهای دستگاه ماینینگ، می‌توان بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های برق مربوط به فعالیت ماینینگ را داشت.

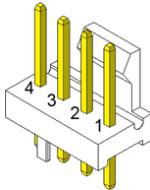
برد ماینر همچنین می‌تواند برای تنظیمات شبکه به کار برود. برای مثال، با استفاده از برد ماینر می‌توانید تعیین کنید که دستگاه شما به کدام پول کی اتصال پیدا کند و چگونه باید با آن ارتباط برقرار شود.



شکل ۲-۲۳ برد کنترل دستگاه ماینر S9j

این برد از اجزای مختلفی تشکیل شده که در ادامه به آنها میپردازیم.

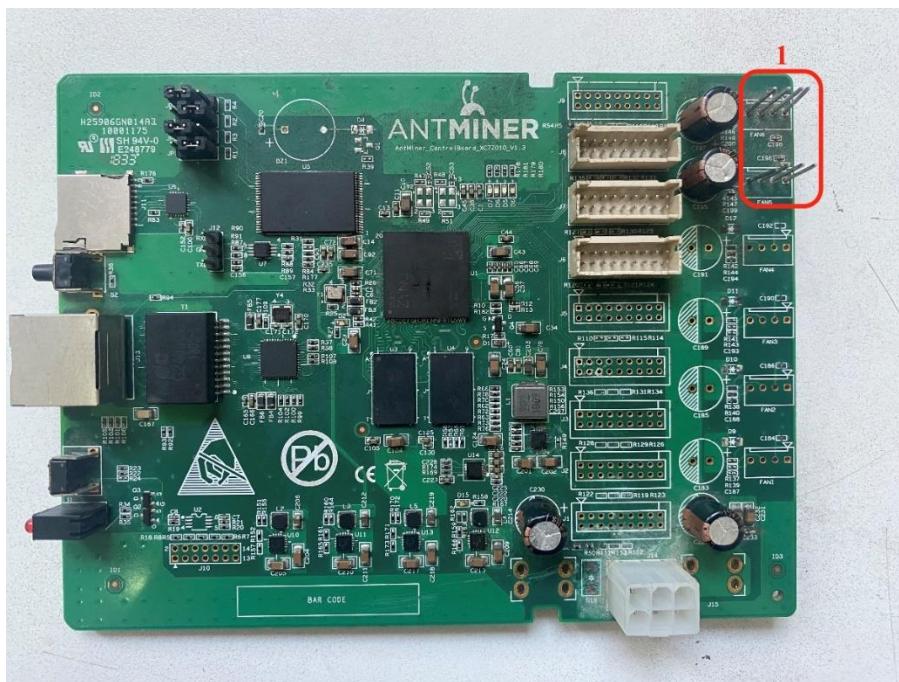
۱-۳-۲ سوکت فن ماینر



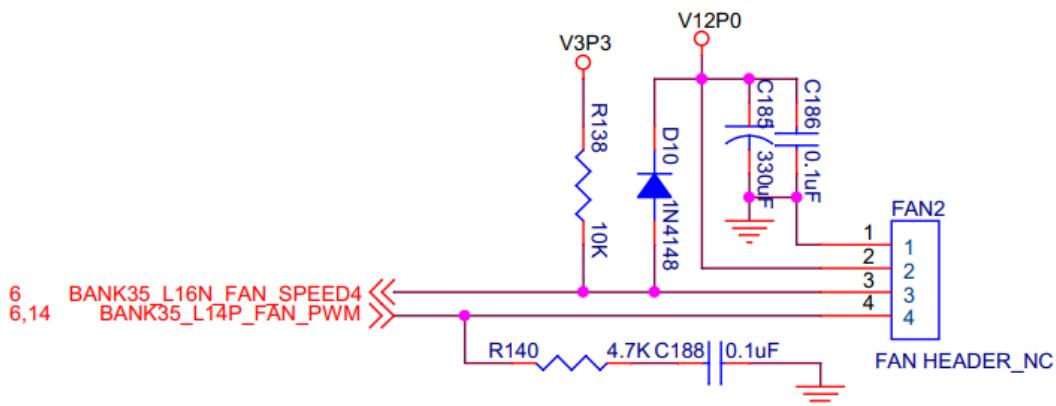
توضیحات:

سوکت فن با ۴ پین

اتصال دهنده فن آنت‌ماینر برای برد کنترل



شکل ۲۳-۲ سوکت فن ماینر



شکل ۲۴-۲ شماتیک سوکت فن ماینر

۳-۲-۳ خازن ۳۳۰ uF

توضیحات:

کپاسیتور الکترولیتیک آلومینیومی با امپدانس پایین و فرکانس بالا با ظرفیت ۳۳۰ میکروفاراد و ولتاژ ۱۶ ولت برای برد کنترل ۹V

جریان ریپل بالا و امپدانس پایین.

اتصال رادیال، کپاسیتور الکترولیتیک آلومینیومی.

سر بلندتر، الکترود مثبت و سر کوتاهتر، الکترود منفی می‌باشد.

مشخصات:

ظرفیت: ۳۳۰ میکروفاراد

ولتاژ رتبه‌بندی شده: ۱۶ ولت

تحمل ظرفیت: +/-% ۲۰ (در ۱۲۰ هرتز، ۲۰ درجه سانتی‌گراد)

نوع سر: رادیال

محدوده دمایی دسته‌بندی: -۴۰°C تا +۱۰۵°C (۶/۳ درجه سانتی‌گراد تا ۱۰۰ ولت)

طول عمر: ۳۰۰۰-۲۰۰۰ ساعت

اندازه بدن: ۶/۳ × ۱۲ میلیمتر

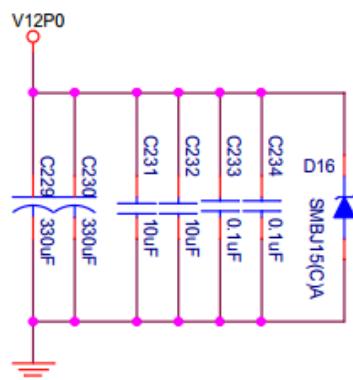
طول سر: ۲۰ میلیمتر، ۲۵ میلیمتر

فاصله سر: ۲/۵ میلیمتر

قطر سر: ۰/۵ میلیمتر



شکل ۲۵-۲ خازن ها



شکل ۲۶-۲ شماتیک خازن

۳-۳-۲ واسط دیتا کنترل برد



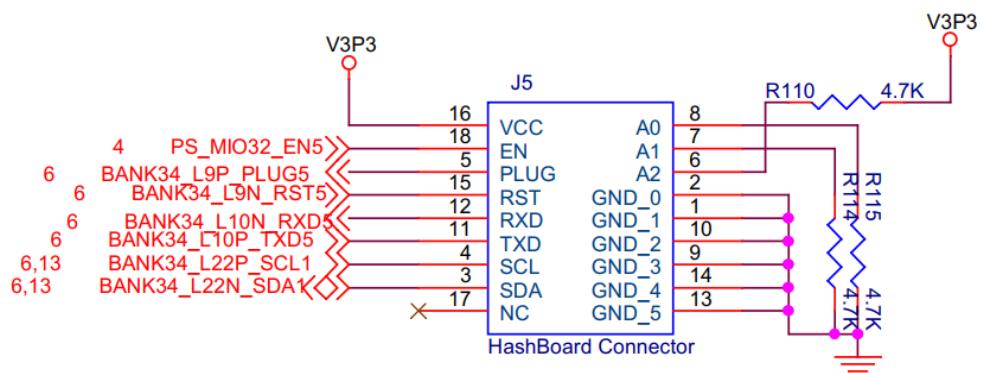
توضیحات:

رابط داده برد کنترل ۱۸P ۲×۹

رابط داده برد کنترل با سوزن دو ردیف PHB2.0mm، ۹ × ۲ و ۱۸ سرپیچ، محصول با کیفیت بالا، رابط داده پنل کنترل است، مقاومت در برابر دمای بالا، کمتر شکل می‌گیرد. برای برد های کنترل استفاده می‌شود.



شکل ۲۷-۲ واسط دیتا



شکل ۲۸-۲ شماتیک واسط دیتا

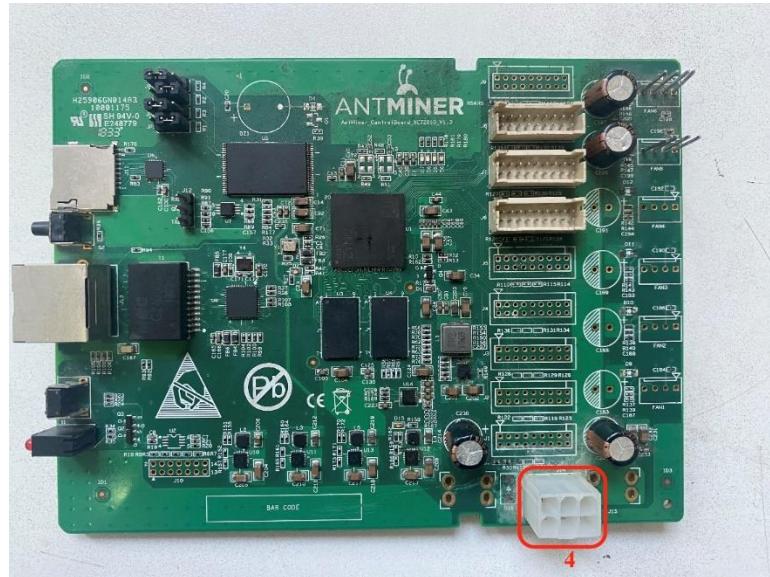
۴-۳-۲ سوکت پاور



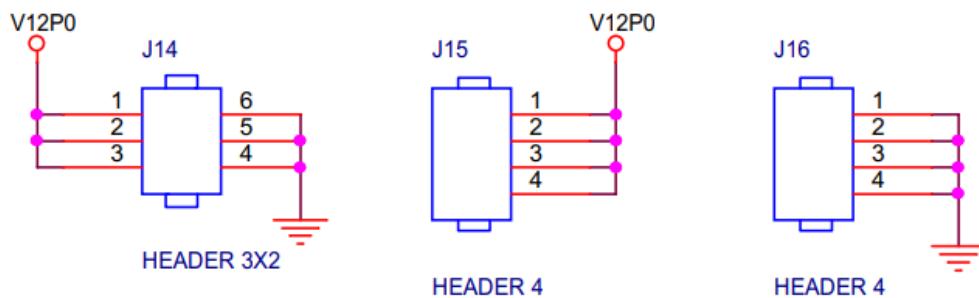
توضیحات:

سوکت تغذیه ۶ پین صاف برای برد کنترل

این سوکت با استفاده از نایلون ساخته شده است و مقاوم در برابر آتش سوزی و دمای بالا می‌باشد. این سوکت برای ۹۹٪ از رابطهای تغذیه بردهای کنترل دستگاه‌های ماینینگ مناسب است.

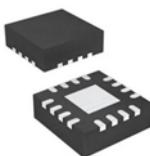


شکل ۲۹-۲ سوکت پاور



شکل ۳۰-۲ شماتیک سوکت پاور

۵-۳-۲ رگولاتورها



توضیحات:

۲-۳-۴ رگولاتورهای

تبديل کننده DC-DC سینکرون ساده‌ترین مدل VUBI با بهینه‌سازی برای کاربردهای با چگالی قدرت بالا است. فرکانس بالای سوئیچینگ حدود ۲,۵ مگاهرتز، استفاده از المان‌های اندک کوچکتر و پاسخ سریع به تغییرات و دقت بالای خروجی ولتاژ را با استفاده از توپولوژی DCSControl™ فراهم می‌کند.

مشخصات:

مدل: RGTR62130/TLV62130 TLV

نشانگر دستگاه: VUBI

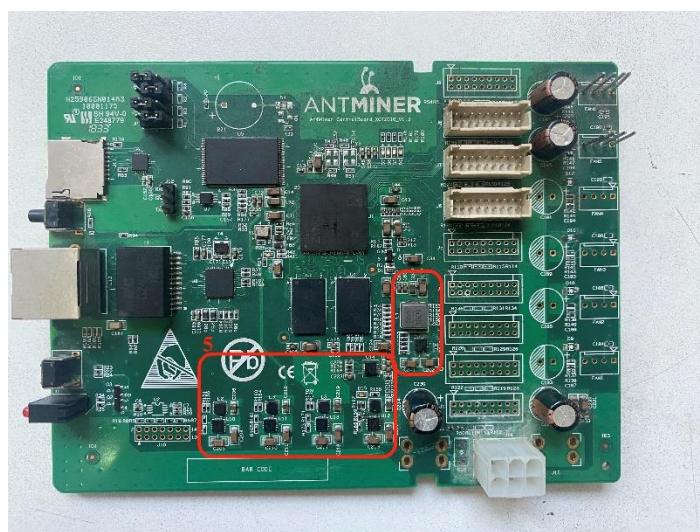
دماه عملیاتی (درجه سانتیگراد): -40 تا 85

نوع بسته‌بندی: VQFN

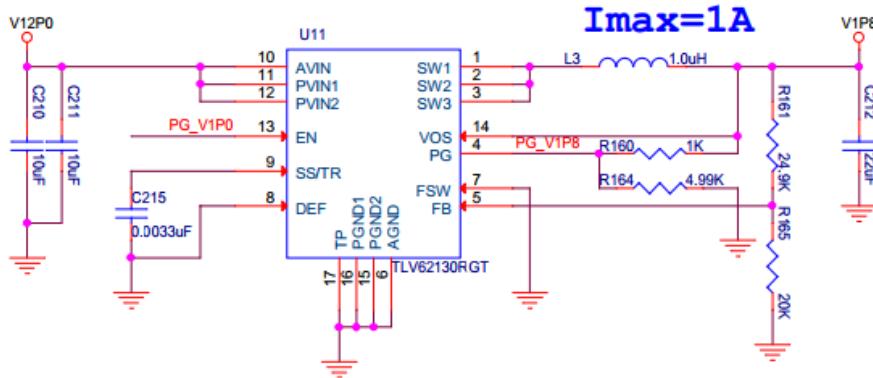


توضیحات:

SPM6530T-2R2M یک اینداکتور قدرت SMD با جریان بالا و مواد مغناطیسی فلزی است. اینداکتور با نشانگر اینداکتانس ۲R2 بر روی برد کنترل Antminer S9 قرار دارد. این محصول ویژگی‌های خوبی در زمینه ترکیب سوپرپوزیشن و مقاومت DC کم دارد.



شکل ۳۱-۲ رگولاتورها



شکل ۳۲-۲ شماتیک رگولاتورها

(DDR3 SDRAM) ۳-۲-۶



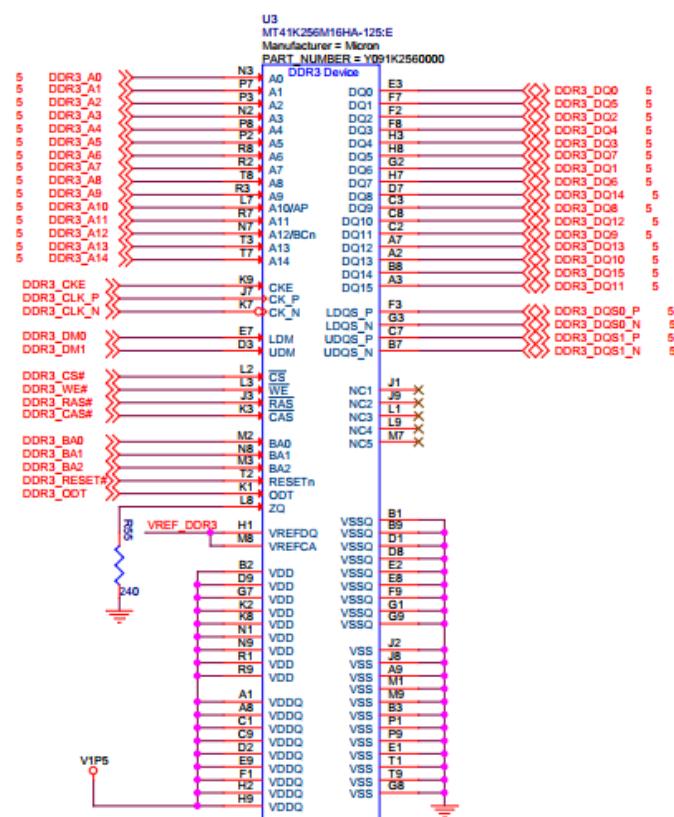
توضیحات محصول:

۱۶ × ۲ Gb با ظرفیت MT41K128M16JT-125 DDR3 SDRAM

یک چیپ حافظه DDR3 SDRAM با ظرفیت ۲Gb و ۱۶ بیت عرض داده، ۱۷ بیت عرض مسیر آدرس و ۱۶ میلیون کلمه در یک گروه، در سطح خودروسازی است. کد FBGA D9PTK دارد. امکان کار با ولتاژ پایین ۱,۳۵ ولت با جریان عملیاتی ۱۳۸ میلی آمپر و حداکثر ولتاژ عملیاتی ۱,۴۵ ولت را فراهم می کند. زمان دسترسی به حافظه برابر با ۱,۲۵ نانوثانیه است و به شکل ۱۲۸ مگا بایت، ۱۶ بیت در هر فضای ذخیرهسازی (کل ظرفیت ۲Gb) پیکربندی شده است. ویژگی های آن شامل ورودی ساعت تفاضلی، تأخیر خواندن و نوشتن قابل برنامه ریزی، نرخ تازه سازی تا ۶۴ میلی ثانیه، تازه سازی خودکار، تنظیم سطح نوشتار و کالیبراسیون راننده خروجی است. MT41K128M16JT در صنعتی با بسته بندی ball FBGA و محدوده دمایی عملیاتی -۹۶°C تا ۴۰°C قرار دارد.



شکل ۳۲-۲ رم



شکل ۳۴-۲ شماتیک رم

۷-۳-۲ پروسسور

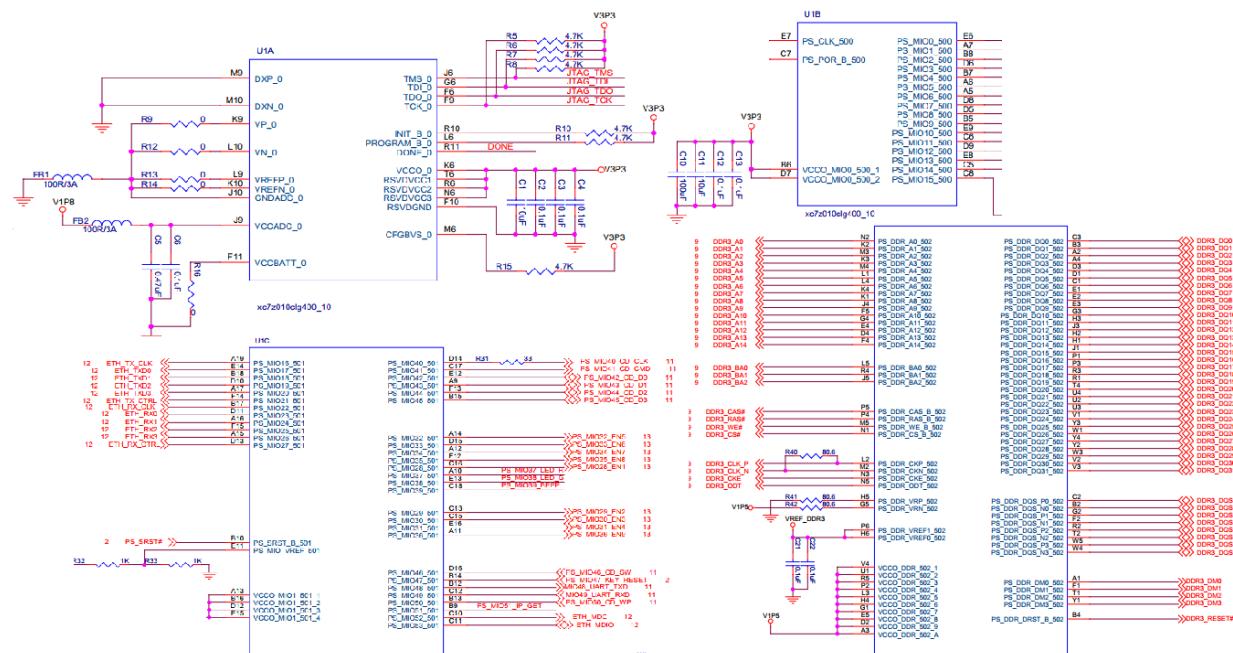
توضیحات:

ANTMINER برد کنترل CPU XC7Z010

محصول Bitmain ۱۰ Z7Xilinx XC چیپ کنترل اصلی Antminer CPU برای برد کنترل Antminer است. این محصول همچنین CPU کنترل ماینر و CPU برد توسعه است.



شکل ۳۵-۲ پروسسور



شکل ۲-۳۶ پروسسور

Flash NAND ۸-۳-۲



توضیحات:

MT29F2G08ABAEGWP-IT:E

حافظه فلاش، NAND SLC، ۲ گیگابایت، M₂ ۲۵۶ × ۸ بایت، موازی، TSOP، ۴۸ پین

۱۰. سازگاری با رایط فلش NAND باز ONFI 1.0

۲. فناوری سلول لایه تک

۳. پایت وضعيت عملکرد یک روش تشخیص نرمافزاری را فراهم می کند

^۹. پشتیبانی از عملیات حرکت داده داخلی در صفحه خواندن داده

۵. کیفیت و قابلیت اطمینان - نگهداری داده: ۱۰ سال

۶. محدوده ولتاژ عملیاتی

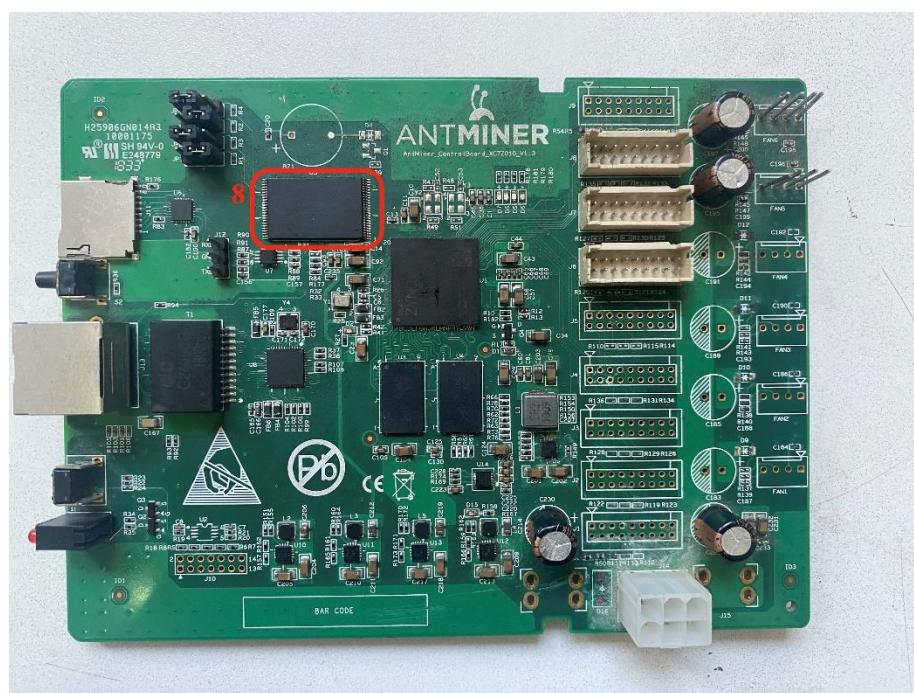
VCC: ۳,۶-۲,۷ ولت

VCC: ۱,۹۵-۱,۷ ولت

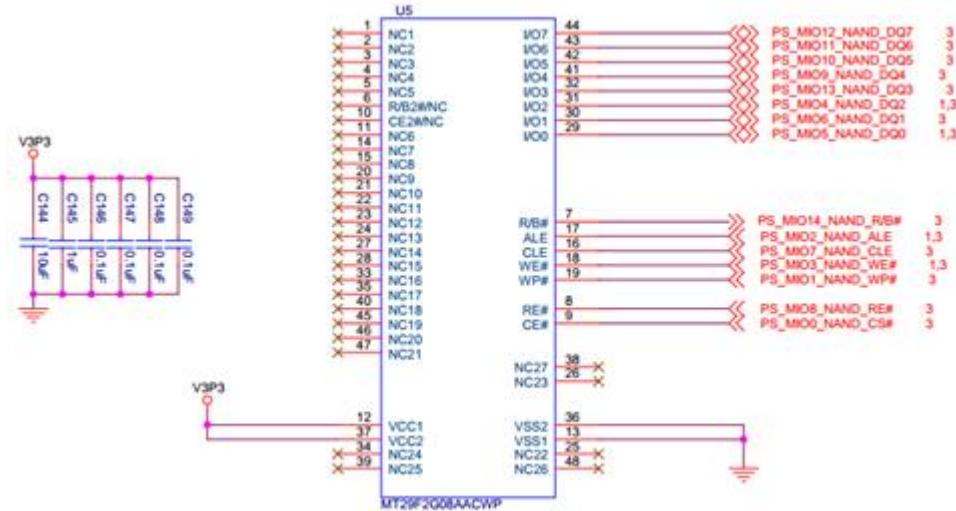
۷. دمای کاری:

تجاری: $^{\circ}\text{C} 0 + 70$

صنعتی $(\text{IT}) - 40 + 85 ^{\circ}\text{C}$



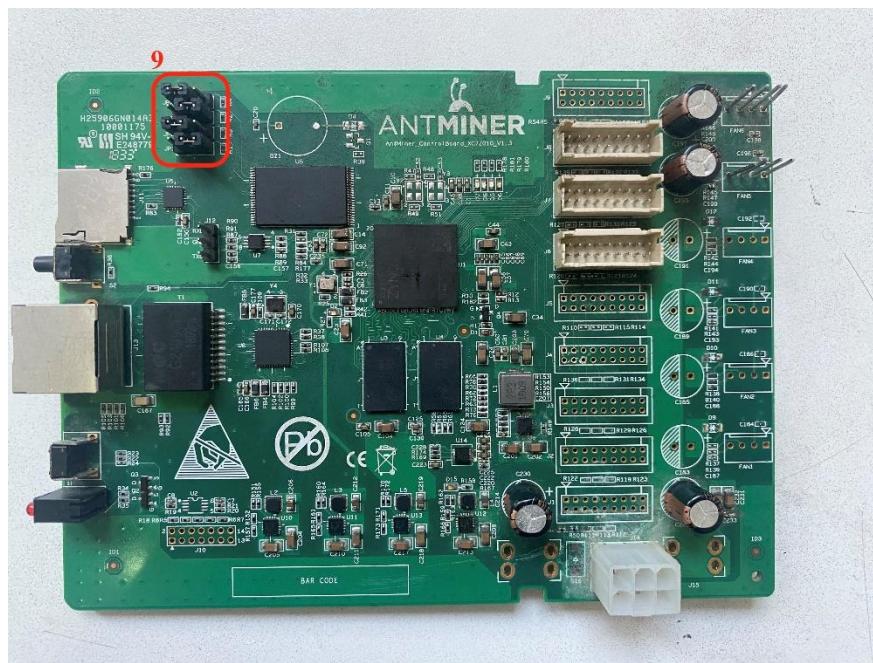
شکل ۳۷-۲ فلش NAND



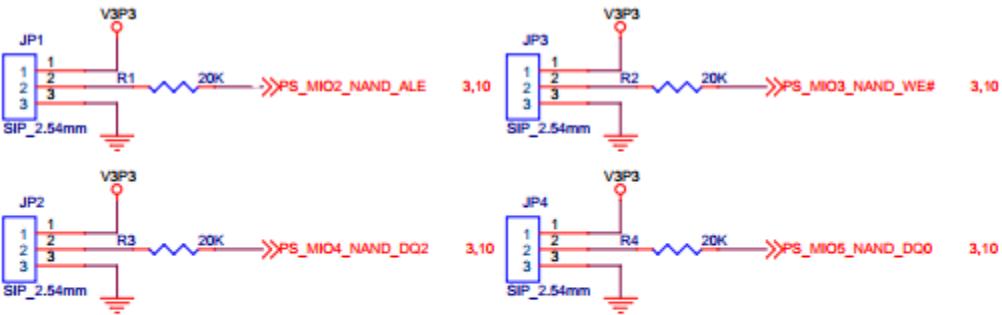
شکل ۳۸-۲ شماتیک فلش NAND

Jumper ۹-۳-۲

برای فعال کردن قابلیت برنامه‌ریزی با استفاده از کارت SD، باید جامپر JP4 را به سمت راست منتقل کنید که در زیر نشان داده شده است. پس از اتمام برنامه‌ریزی، برد کنترل را خاموش کرده و جامپر JP4 را به حالت اولیه بازگردانید.

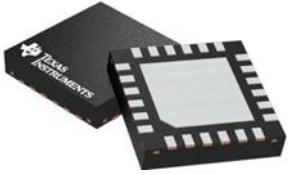


Jumper ۳۹-۲



Boot Mode	JP1	JP2	JP3	JP4
Cascade JTAG	0	0	0	0
TF Card	0	1	0	1
QSPI Flash	0	0	0	1
NOR Flash	0	0	1	0
NAND Flash	0	1	0	0

شکل ۴۰-۲ شماتیک Jumper

SDIO Port Expander ۱۰-۳-۲

رابط‌گذار - توسعه‌دهنده‌های ورودی/خروجی - توسعه‌دهنده پورت SDIO

برای ارتباط باند پایه تلفن همراه با دستگاه‌های جانبی SDIO خارجی TXS02612

طراحی شده است. این دستگاه شامل یک سوئیچ 6 کاناله با قابلیت ترجمه سطح ولتاژ است. این قابلیت به یک پورت SDIO اجزا می‌دهد تا با دو دستگاه جانبی SDIO ارتباط برقرار کند. TXS02612 سه خط تغذیه جداگانه دارد که با محدوده کامل ۱,۱ تا ۳,۶ ولت عمل می‌کنند. این امکان را به باند پایه و دستگاه‌های جانبی SDIO می‌دهد که در صورت نیاز در ولتاژهای تغذیه متفاوت عمل کنند.



شکل ۴۱-۲ SDIO Port Expander

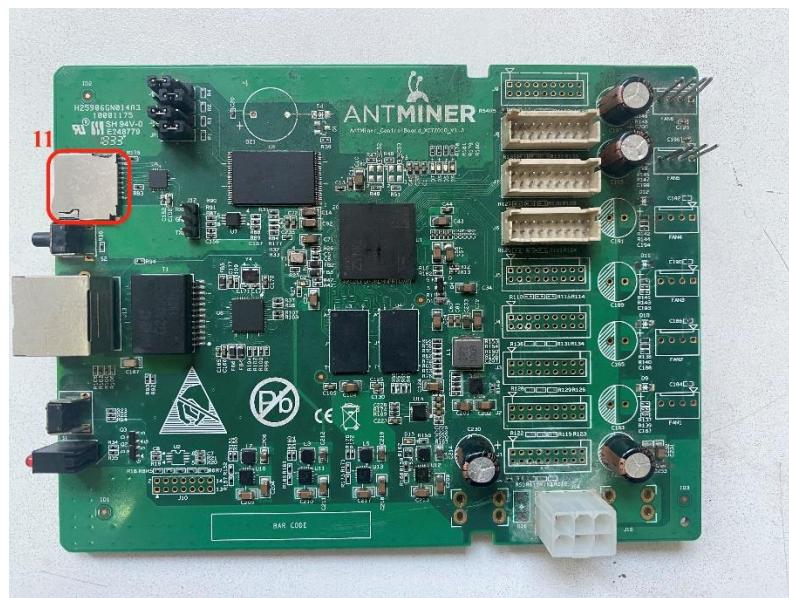
SD کارت ۱۱-۳-۲



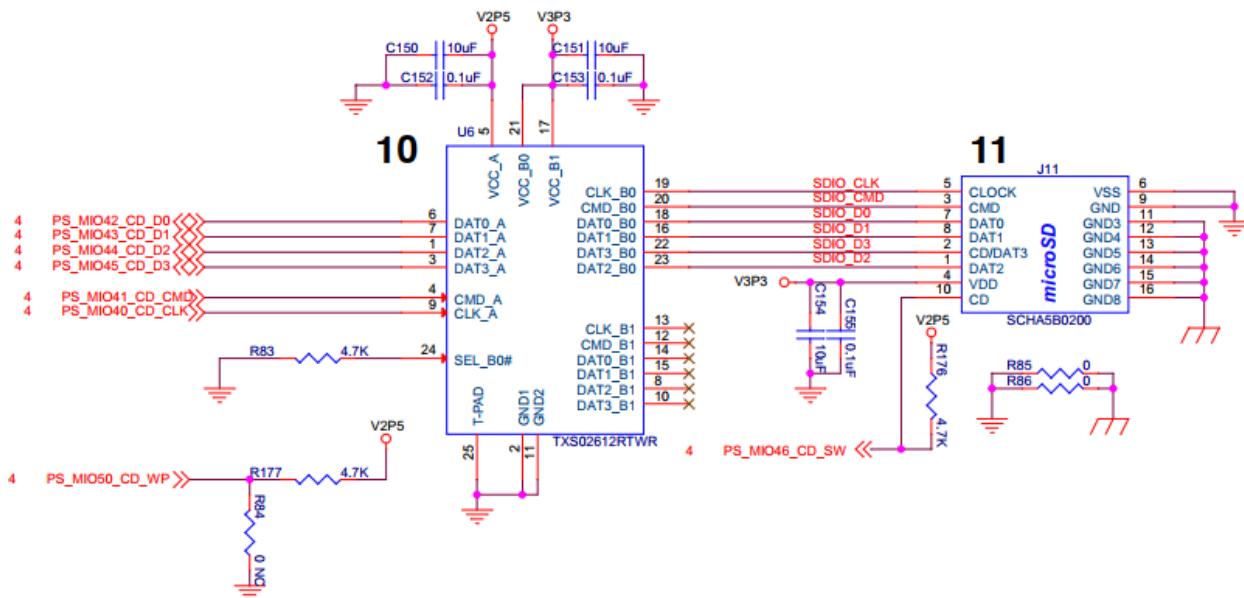
توضیحات:

شیار کارت حافظه SD

شیار کارت حافظه SD ۰۲۰۰B5SCHA یک اتصال کننده کارت حافظه است که برای تعمیر برد کنترل S19، L3+، S9 و سایر برد های کنترلی مناسب است. شیار کارت حافظه SD یک دستگاه نوع پرتابل با حافظه بر اساس حافظه نوری نیمه رسانای فلش است که می تواند کارت SD را بیرون پرتاب کند. اصل عملکرد آن، قطر کوچک و سیم کوچک در پایین شیار کارت حافظه SD است. یک فنر با قطر کوچک یا تیغه های برش دار، کارت SD را فشار داده و آن را در نگهدارنده گیر می دارد؛ در مقابل، با فشار دادن آن، می توان آن را بیرون پرتاب کرد.



شکل ۴۲-۲ کارت SD



شکل ۴۳-۲ شماتیک SD کارت و SDIO Port Expander

۱۲-۳-۲ دکمه اینترپاپ

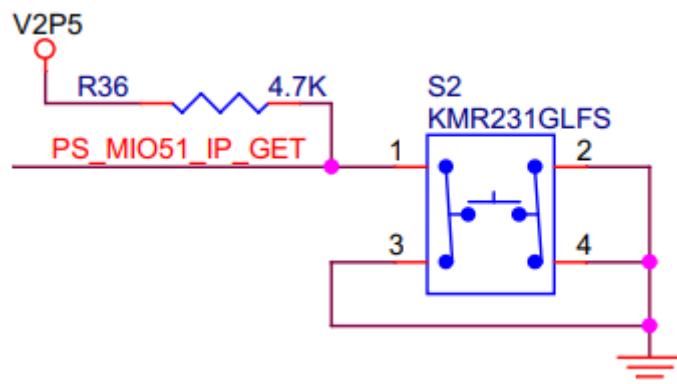


شرح محصول:

دکمه IP برد کنترل



شکل ۴۴-۲ دکمه اینتراپت

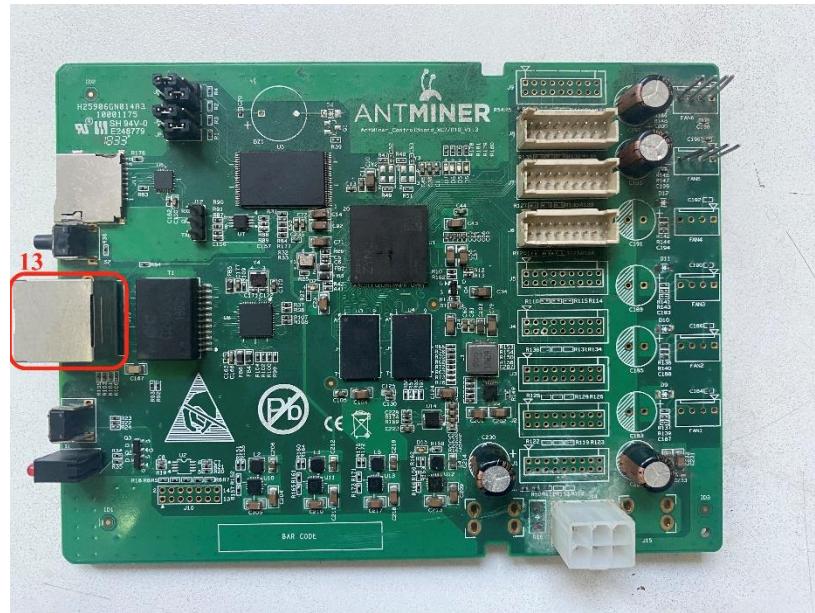


شکل ۴۵-۲ شماتیک دکمه اینتراپت

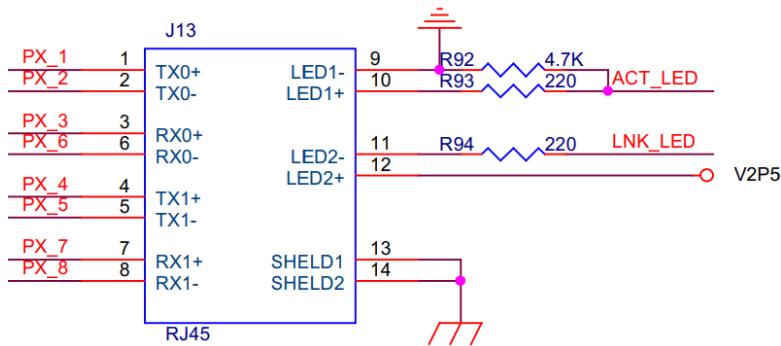
LAN پورت ۱۳-۳-۲



جهت اتصال کابل اترنت



شکل ۴۶-۲ پورت LAN



شکل ۴۷-۲ شماتیک پورت LAN

۱۴-۳-۲ دکمه ریست



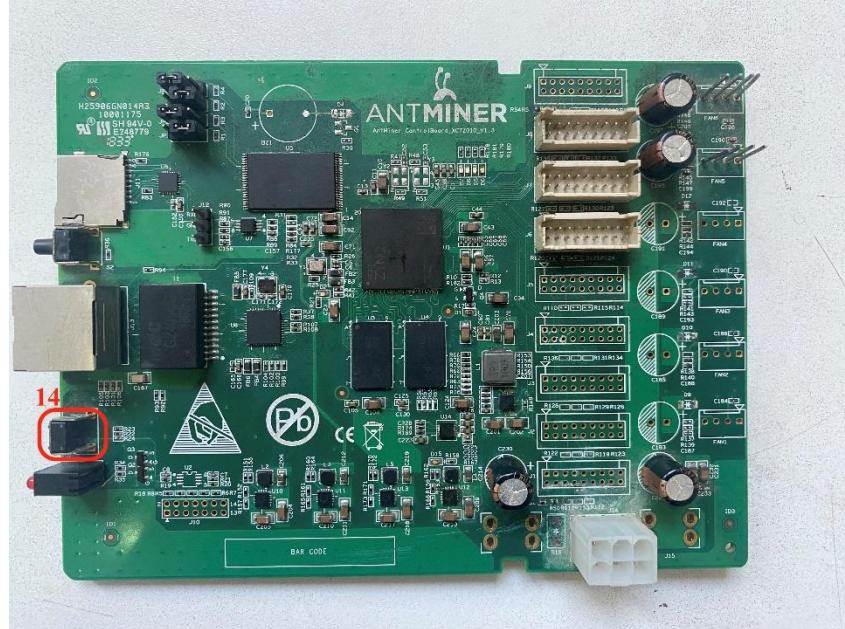
توضیحات:

دکمه ریست کوتاه برد کنترل کریپتو ماینر

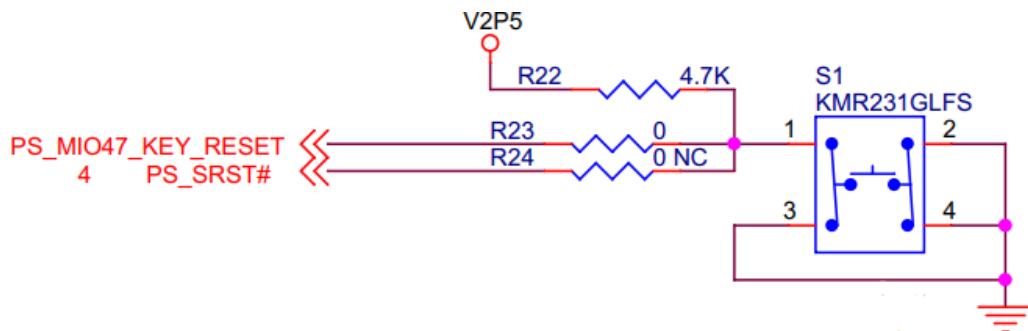
این دکمه IP برای نگهداری و جایگزینی انواع بردهای کنترلی با دکمه ریست پایین قرار داده شده مناسب است.

این دکمه ۶۵۵ سوئیچ تاکتیل با برآکت است.

سوئیچ تاکتیل از یک درجه، یک پایه، تیغه‌های برش‌دار، یک دکمه و یک پوشش تشکیل شده است. سوئیچ تاکتیل نوع ضد آب با اضافه کردن یک لایه فیلم پلی آمید بر روی تیغه‌های برش‌دار اثر ضدآبی را به دست می‌آورد.



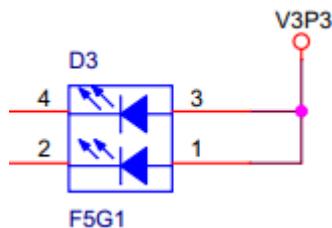
شکل ۴۸-۲ دکمه ریست



شکل ۴۹-۲ شماتیک دکمه ریست

LED ۱۵-۳-۲ لامپ

شکل ۲ LED ۵۰-۲ لامپ



شکل ۲ شماتیک LED ۵۱-۲ لامپ

۱۶-۳-۲ ترانسفورماتور اترنت

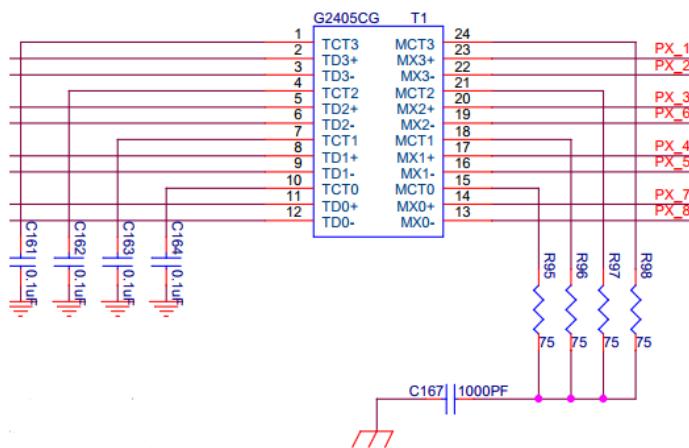
ترانسفورماتور اترنت شبکه تک پورت که به عنوان مازول مغناطیسی LAN تک پورت یا ترانسفورماتور جداگانه اترنت نیز شناخته می شود، جزء مورد استفاده در سیستم های ارتباطی اترنت است. این برای ایجاد ایزوولاسیون الکتریکی و تطابق امپدانس بین اترنت (PHY لایه فیزیکی) و کابل شبکه طراحی شده است.

ترانسفورماتور اترنت به انتقال و دریافت داده ها از طریق رابط اترنت کمک می کند. سیگنال های الکترونیکی فرستنده گیرنده اترنت را به سیگنال های مناسب برای انتقال از طریق کابل شبکه و بالعکس تبدیل می کند. همچنین به کاهش نویز، ارائه رد حالت معمول و محافظت از رابط اترنت در برابر افزایش ولتاژ یا گذرا کمک می کند.

این ترانسفورماتورها معمولاً در تجهیزات شبکه مانند سوئیچ ها، روتورها، کارت های رابط شبکه (NIC) و سایر دستگاه هایی که نیاز به اتصال اترنت دارند استفاده می شوند. آنها نقش مهمی در حفظ یکپارچگی سیگنال و ارتباطات داده قابل اعتماد بر روی شبکه های اترنت دارند.



شکل ۵۲-۲ ترانسفورماتور اترنت



شکل ۵۳-۲ شماتیک ترانسفورماتور اترنت

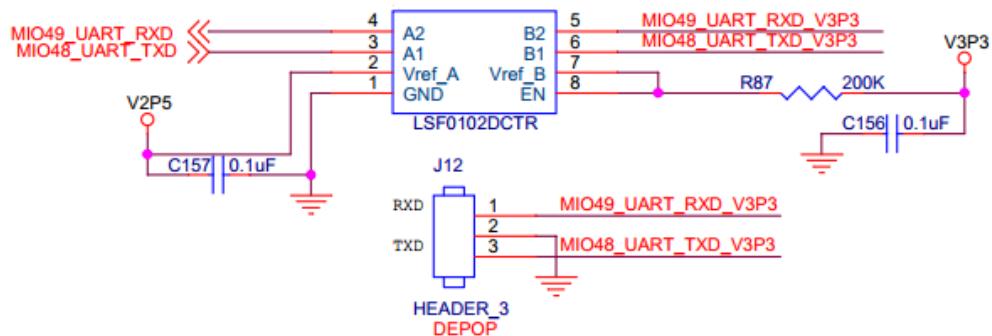
۱۷-۳-۲ ترجمه کننده سطح ولتاژ چندگانه خودکار دوطرفه



این دستگاه قادر است تعدادی سیگنال را به صورت خودکار به دو طرف ترجمه کرده و سطح ولتاژ آنها را تبدیل کند. این محصول برای ارتباط بین دستگاهها و قطعات الکترونیکی با ولتاژهای مختلف استفاده می‌شود و به صورت خودکار سیگنال‌ها را به ولتاژ مناسب ترجمه می‌کند.



شکل ۵۴-۲ ترجمه کننده سطح ولتاژ چندگانه خودکار دوطرفه



شکل ۵۵-۲ شماتیک ترجمه کننده سطح ولتاژ چندگانه خودکار دوطرفه

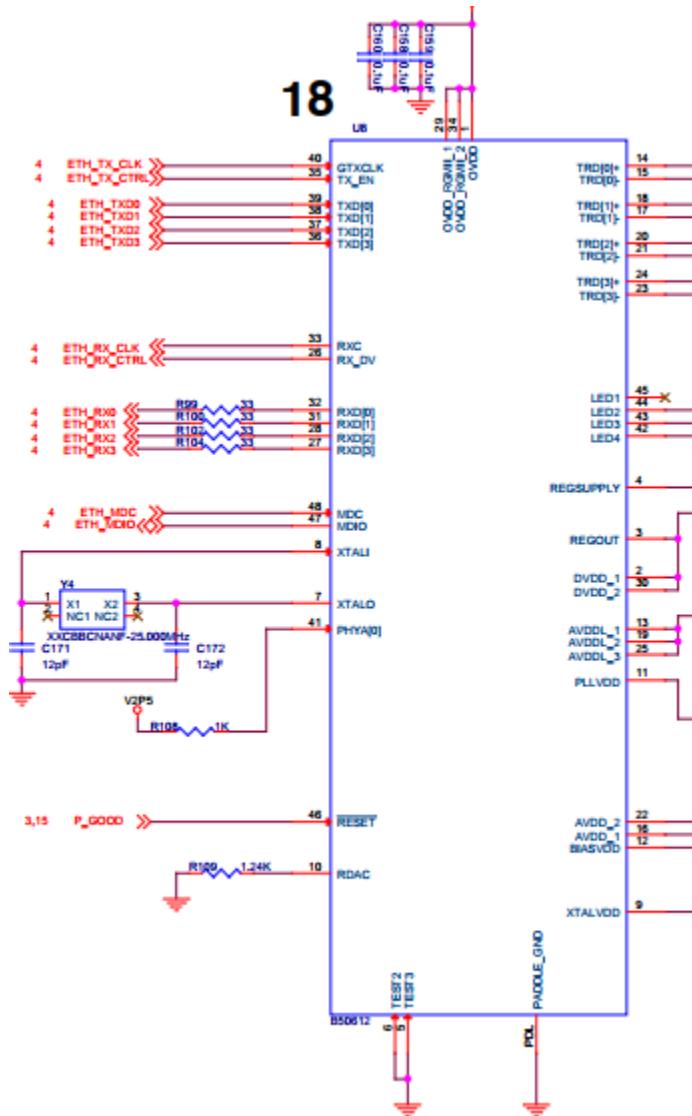
۱۸-۳-۲ IC اینترنت



این تراشه‌ها می‌توانند در تجهیزات مختلفی که برای ارتباط با اینترنت طراحی شده‌اند، از جمله روترهای، مودم‌ها و سوئیچ‌های شبکه، استفاده شوند.



شکل ۵۶-۲ اینترنت IC



شکل ۵۷-۲ شماتیک IC اینترنت

۱۹-۳-۲ رگولاتور DDR



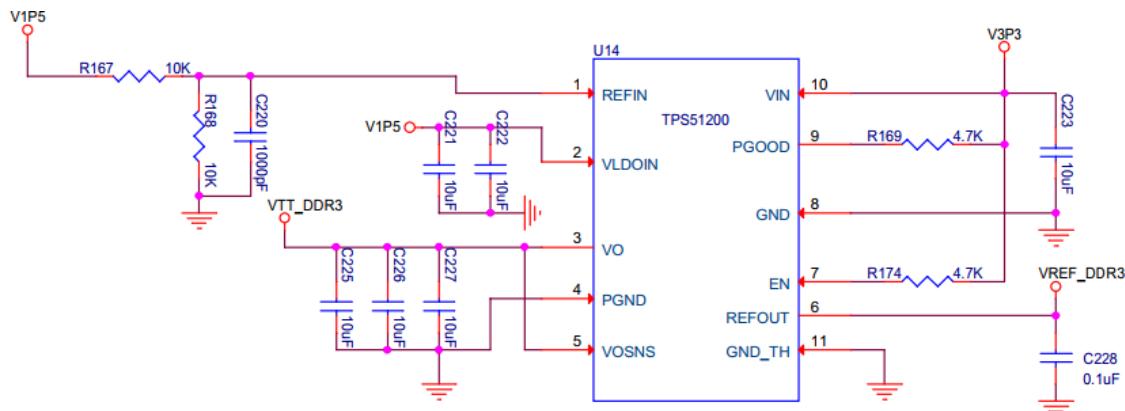
TPS51200 Sink and Source DDR Termination Regulator

TPS51200 یک تنظیم‌کننده پایان‌دهی سینک و سورس دوباره‌ی میزان داده (DDR) است که به طور خاص برای سیستم‌های با ولتاژ ورودی پایین، هزینه کم و نویز کم و فضای محدود طراحی شده است. TPS51200 پاسخ ترانزیتی سریع را حفظ می‌کند و تنها به حداقل ۲۰ میکروفاراد خازن خروجی نیاز دارد و وظایف تمامی نیازهای تغذیه برای پایان‌دهی باس VTT در DDR3، DDR2، DDR و DDR4 را پشتیبانی می‌کند. علاوه بر این، TPS51200 Low-Power DDR3، DDR3L و DDR4 سیگنال

PGOOD با روش کننده‌ی دروازه‌ی باز را برای نظارت بر تنظیم خروجی و سیگنال EN که می‌تواند برای تخلیه‌ی DDR (suspend to RAM) در S3 در VTT استفاده شود، فراهم می‌کند.



شکل ۲-۵۸ DDR رگولاتور



شکل ۲-۵۹ DDR شماتیک رگولاتور

۲۰-۳ ترانزیستور MOSFET

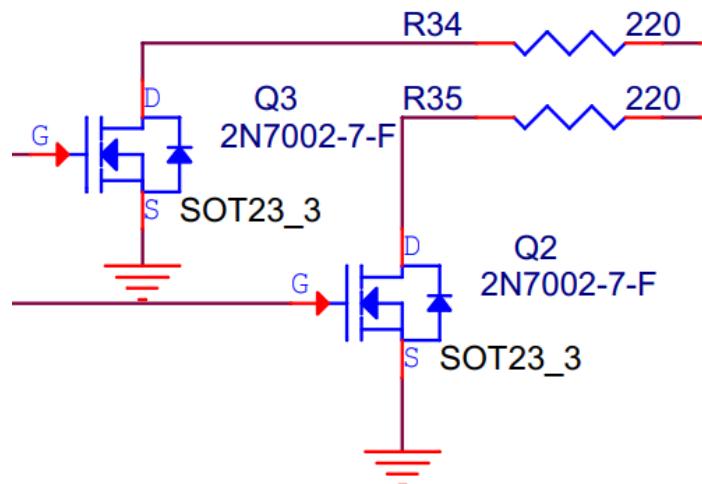


توضیحات:

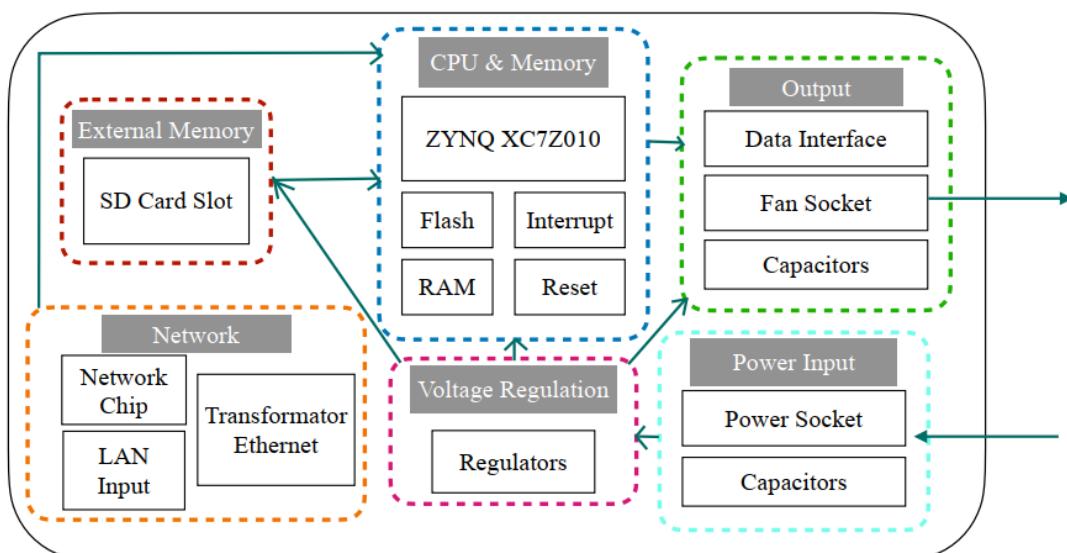
N7002-7-F یک ترانزیستور فیلد افکت حالت تقویت شده کانال N با ولتاژ ۶۰ ولت و جریان ۱۱۵ میلیآمپر با نشان K72 بر روی صفحه نمایش اسکرین و بسته‌بندی SOT-23 در برد کنترل Antminer S9 است. این MOSFET برای کاهش مقاومت در حالت روشن (RDS(ON)) در حالی که عملکرد سوئیچینگ عالی را حفظ می‌کند طراحی شده است، که آن را برای کاربردهای مدیریت تغذیه با بازده بالا مناسب می‌کند.



شکل ۲۰-۲ ترانزیستور MOSFET



شکل ۶۱-۲ شماتیک ترانزیستور MOSFET



شکل ۶۲-۲ بلوک دیاگرام کنترل برد

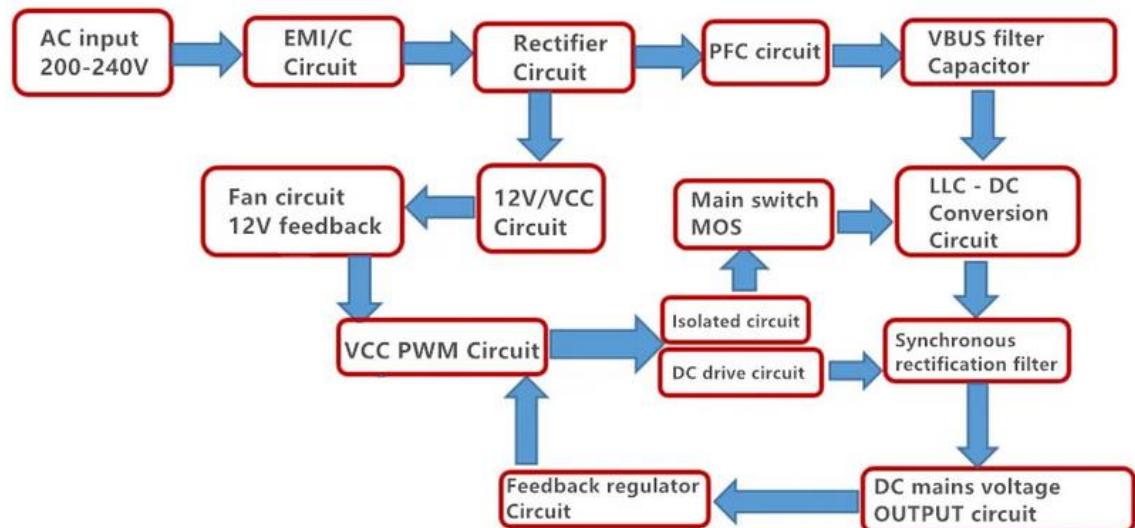
۴-۲ پاور برد



یک منبع تغذیه DC با بازده بالا است که توسط شرکت بیت‌مین تولید می‌شود. این منبع تغذیه دارای ورودی AC تک فاز و خروجی ۱۲ DC ولت و توان ۱۸۰۰ وات می‌باشد.

این منبع تغذیه با ویژگی ولتاژ ورودی ۲۶۴-۲۰۰ ولت، ضریب توان بیشتر از ۹۹٪ (بار کامل) را دارد. بالاترین نرخ تبدیل تا ۹۵ درصد با ریپل خروجی ۱ درصد است.

این منبع تغذیه دارای محافظت در برابر ولتاژ کمتر از حد مجاز، اتصال کوتاه، بارزایش بار، و دمای بالا است.



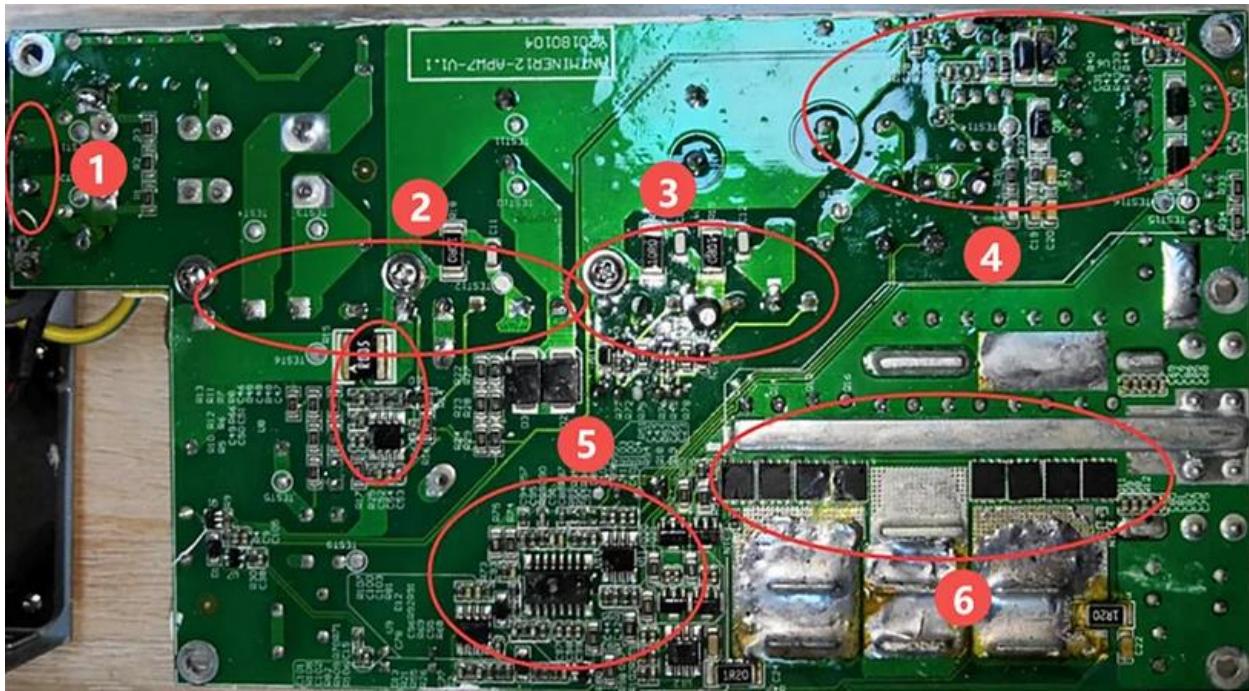
شکل ۲-۲ بلوك دیاگرام پاور

جدول ۲-۲ پارامترهای Power Supply APW7

output	DC voltage	۱۲ V
	Rated current(at 220v input)	۱۰۰ A
	Rated power(at 220v input)	۱۸۰۰ W

	Rated current(at 110v input)	۸۳/۳A
	Rated power(at 110v input)	۱۰۰W
	Ripple and noise	<۱%
	Voltage accuracy	۱۲V-۱۲/۵V
	Source regulation rate	<۱%
	Load regulation rate	<۱%
	Statup, rise time	<۲s
	Power down holding time	>۱۰ms
input	Voltage range-for mining machine	۲۰۰-۲۶۴V AC
	Frequency range	۶۳-۴۷Hz
	Power factor	>۰/۹۹
	Leakage current	<۱/۰mA
Protection	Input undervoltage Protection value	۸۰-۸۹V AC
	Output short circuit	yes
	Output overcurrent Protection value	۱۰۰-۲۰۰A
	Over temperature Protection	yes
Enviroment	Operating temperature	-۲۰-۶۰C
	Working humidity	۹۰%-۲۰%RH
	Altitude	Lower than ۲۰۰۰m
Structure	Size	۲۰۶×۱۱۰×۶۲mm
	Net weight	۲/۰kg
	Cooling method	Forced air cooling
	Noise	۴۳dBA

شکل ۶۳-۲ PCB برد را نشان میدهد که اجزای آن را در ادامه معرفی میکنیم.



شکل ۶۳-۲ برد پاور

۱-۴-۲ F1 fuse ورودی

فیوز ورودی در APW7 یک قطع کننده اتصال است که برای محافظت از دستگاه در برابر جریان‌های بالای ورودی استفاده می‌شود. این فیوز به صورت سری با ورودی منبع تغذیه قرار می‌گیرد و در صورتی که جریان ورودی بیش از حد مجاز شود، قطع اتصال را ایجاد می‌کند و به دستگاه اجزا نمی‌دهد که آسیب ببینند. در واقع فیوز ورودی در APW7 به عنوان یک محافظ از دستگاه در برابر خطرات احتمالی مرتبط با جریان ورودی، مانند شوک الکتریکی، آسیب به قطعات داخلی دستگاه و یا آتش‌سوزی محافظت می‌کند.

۲-۴-۲ مدار پل تتعديل کننده درایور PFC ، مدار اصلی Q

مدار پل تتعديل کننده درایور PFC، مدار اصلی Q در APW7، یکی از اجزای اصلی این منبع تغذیه است که برای تبدیل جریان AC ورودی به جریان DC با ولتاژ مستقیم ۱۲ ولت استفاده می‌شود.

این مدار شامل یک پل تتعديل کننده است که با استفاده از چهار دیود، جریان AC ورودی را به جریان DC تبدیل می‌کند. درایور PFC نیز برای حفظ ضریب توان بالا و کاهش هدررفت انرژی در این منبع تغذیه استفاده می‌شود.

مدار اصلی Q نیز شامل قسمت‌های مختلفی است که در کنار هم کار می‌کنند تا بتوانند ولتاژ و جریان DC خروجی را با کیفیت بالا و با کمترین نوسانات تولید کنند. این قسمت‌ها شامل قسمت کنترلر، درایور سوئیچ، قطعات خازنی، مقاومتی و دیودی و قطعات الکترونیکی دیگر هستند.

۳-۴-۲ مدار سوئیچ اصلی LLC

مدار سوئیچ اصلی LLC در APW7 یکی از اجزای اصلی این منبع تغذیه است که برای تبدیل ولتاژ DC ورودی به ولتاژ DC خروجی با کیفیت بالا و با کمترین نوسانات استفاده می‌شود.

LLC به معنای "Inductor-Inductor-Capacitor" است و به مدار سوئیچینگی اشاره دارد که شامل سه عنصر اصلی یعنی یک ترانسفورماتور، دو باب مقاومتی-اندازه‌گیری و یک خازن است. در این مدار، ترانسفورماتور به عنوان یک ابزار تبدیل ولتاژ و جریان استفاده می‌شود. با استفاده از سوئیچ‌های الکترونیکی، ولتاژ و جریان ورودی را به ترانسفورماتور متصل می‌کنیم و سپس با استفاده از باب‌های مقاومتی-اندازه‌گیری، جریان خروجی را تنظیم می‌کنیم. خازن نیز برای کاهش نوسانات در ولتاژ خروجی استفاده می‌شود.

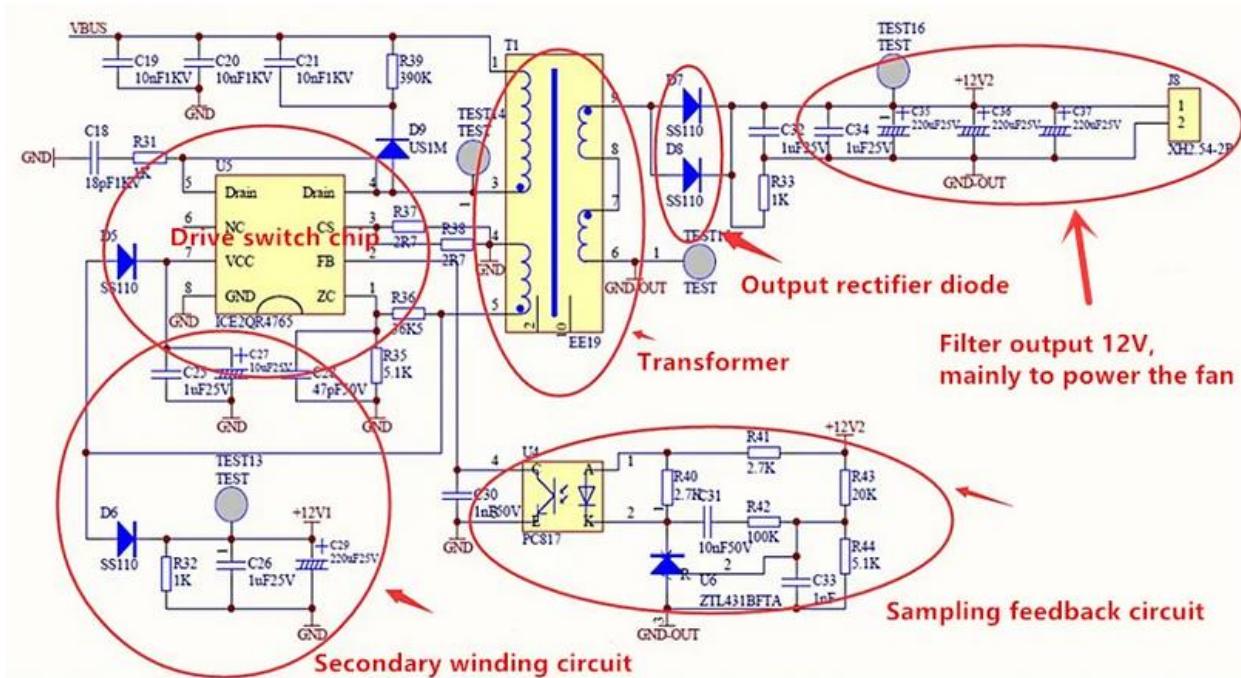
مزایای استفاده از مدار سوئیچ اصلی LLC در APW7 شامل کاهش نوسانات ولتاژ خروجی، افزایش بازدهی و کاهش هدررفت انرژی در این منبع تغذیه می‌باشد. همچنین، این مدار دارای قابلیت کنترل خروجی با دقت بالا و توان بالایی برای تغذیه تجهیزات الکترونیکی می‌باشد.

۴-۴-۲ مدار تامین توان کمکی ، فراهم کردن تامین برق VCC

مدار تامین توان کمکی در APW7 یکی از اجزای مهم این منبع تغذیه است که برای فراهم کردن توان برای اجزای الکترونیکی داخلی مانند تراشه‌ها، مدارهای درایور و سایر قطعات الکترونیکی کاربرد دارد.

این مدار شامل یک ترانسفورماتور، دو دیود، دو خازن و یک مقاومت است که با همکاری قطعات مختلف، توان VCC را از ورودی اصلی تأمین می‌کند. در این مدار، ترانسفورماتور به عنوان ابزار تبدیل ولتاژ استفاده می‌شود. دو دیود نیز برای تعیین جهت جریان استفاده می‌شوند. خازن‌ها برای کاهش نوسانات در ولتاژ VCC و مقاومت نیز برای محافظت از قطعات الکترونیکی در برابر افزایش جریان استفاده می‌شوند.

مزایای استفاده از مدار تامین توان کمکی در APW7 شامل افزایش پایداری و بازدهی دستگاه، کاهش هدررفت انرژی و کاهش نوسانات ولتاژ VCC است. با توجه به اینکه تمامی قطعات داخلی دستگاه به توان VCC وابسته هستند، وجود این مدار از اهمیت بسیاری برخوردار است.



شکل ۶۴-۲ شماتیک مدار کمکی توان

نکات مهم:

اگر فن روشن نمی شود و خروجی ولتاژ نمیدهد، با توجه به شماتیک مدار کمکی توان باید دقต کرد که در صورت عدم وجود ولتاژ ۱۲ ولتی ۲، فن روشن نمی شود. پس برای حل مشکل تمرکز روی تست ولتاژ برای تشخیص اینکه آیا پین های ۳ و ۴ تراشه راهاندازی U5 با یکدیگر اتصال کوتاه شده‌اند یا نه است.

در این مدار باید بررسی شود که آیا مقاومت‌های R37 و R38 آسیب دیده‌اند، و آیا کابل پیچی T1 قطع شده است یا خیر.

همچنین باید بررسی شود که آیا D9, D8, D7, D6 و فن آسیب دیده‌اند، و از سالم بودن مدار بازخورد تنظیم کننده ولتاژ اطمینان حاصل شود.

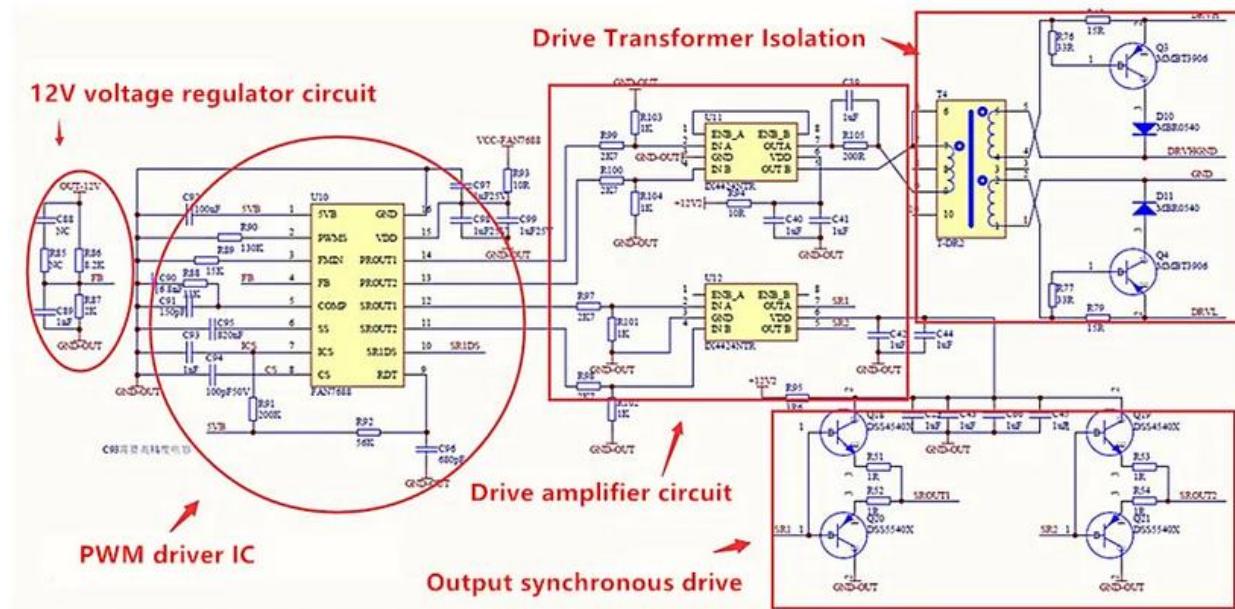
۲-۴-۵ مدار حفاظت بازخورد PWM و تشخیص درایو

مدار حفاظت بازخورد PWM و تشخیص درایو در APW7 یکی از اجزای مهم این منبع تغذیه است که برای حفاظت از قطعات داخلی و کنترل درایو استفاده می‌شود.

این مدار شامل یک مدار کنترل PWM، یک مدار تشخیص درایو و سیگنال‌های بازخورد است. مدار کنترل PWM برای تنظیم و کنترل سرعت درایو با استفاده از سیگنال PWM استفاده می‌شود. این سیگنال PWM برای کنترل ولتاژ و جریان خروجی در منبع تغذیه به کار می‌رود.

مدار تشخیص درایو نیز برای تشخیص و حفاظت درایو در برابر شرایط غیر طبیعی مانند افزایش جریان، افزایش دما و یا ولتاژ خارج از محدوده مشخص شده استفاده می‌شود. در صورتی که شرایط غیر طبیعی ایجاد شود، این مدار به صورت خودکار درایو را قطع می‌کند تا از آسیب به دستگاه جلوگیری شود.

مزایای استفاده از مدار حفاظت بازخورد PWM و تشخیص درایو در APW7 شامل افزایش پایداری و باردهی دستگاه، کاهش هدرفت انرژی و حفاظت از قطعات داخلی در برابر شرایط غیر طبیعی است. این مدار به عنوان یک سیستم حفاظتی برای دستگاه در برابر خطرات احتمالی مرتبط با درایو عمل می‌کند.



شکل ۲-۶۵ شماتیک مدار حفاظت بازخورد PWM

نکات مهم:

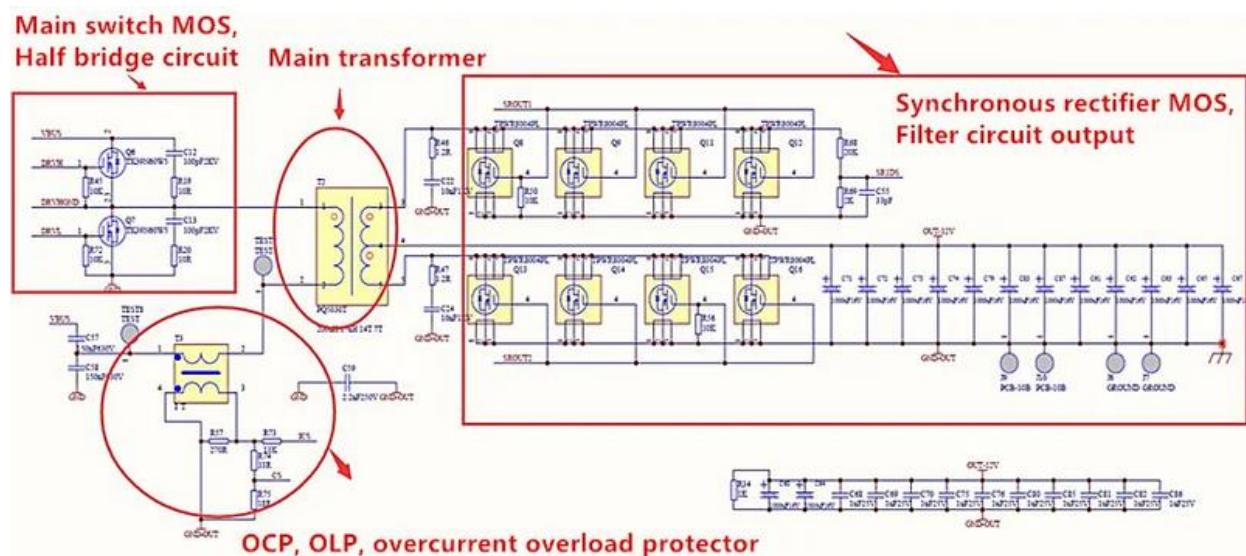
اگر سرعت فن پایین است یا خروجی ولتاژ نمیدهد، بر روی بررسی اینکه آیا تراشه U10، منبع تغذیه VCC ۱۲ ولتی نرمال است و آیا U11، U12 و ترانسفورماتور درایو T4 آسیب دیده‌اند تمرکز کنید.

۶-۴-۲ مدار خروجی اصلی MOS

مدار خروجی اصلی MOS در APW7 یکی از اجزای اصلی این منبع تغذیه است که برای تأمین ولتاژ DC خروجی با توان بالا و با کمترین نوسانات استفاده می‌شود.

این مدار شامل یک ترانسفورماتور، دو باب مقاومتی-اندازه‌گیری، یک دیود و یک ترانزیستور MOSFET است. در این مدار، ترانسفورماتور به عنوان ابزار تبدیل ولتاژ و جریان استفاده می‌شود. با استفاده از باب‌های مقاومتی-اندازه‌گیری، جریان خروجی را تنظیم می‌کنیم. دیود به عنوان یک سوئیچ الکترونیکی به کار می‌رود و ترانزیستور MOSFET جایگزین دیود در برخی مدارها می‌شود که به دلیل بازده بالاتر و کاهش هدررفت انرژی استفاده می‌شود.

مزایای استفاده از ترانزیستور MOSFET در مدار خروجی اصلی در APW7 شامل کاهش هدررفت انرژی و افزایش بازدهی در مقایسه با دیودهای سنتی می‌باشد. همچنین، این ترانزیستور دارای سرعت بالایی برای روشن و خاموش کردن است که باعث افزایش بازدهی و کاهش نوسانات در ولتاژ خروجی می‌شود. به علاوه، کنترل دقیق‌تر جریان خروجی با استفاده از ترانزیستور MOSFET امکان‌پذیر است.

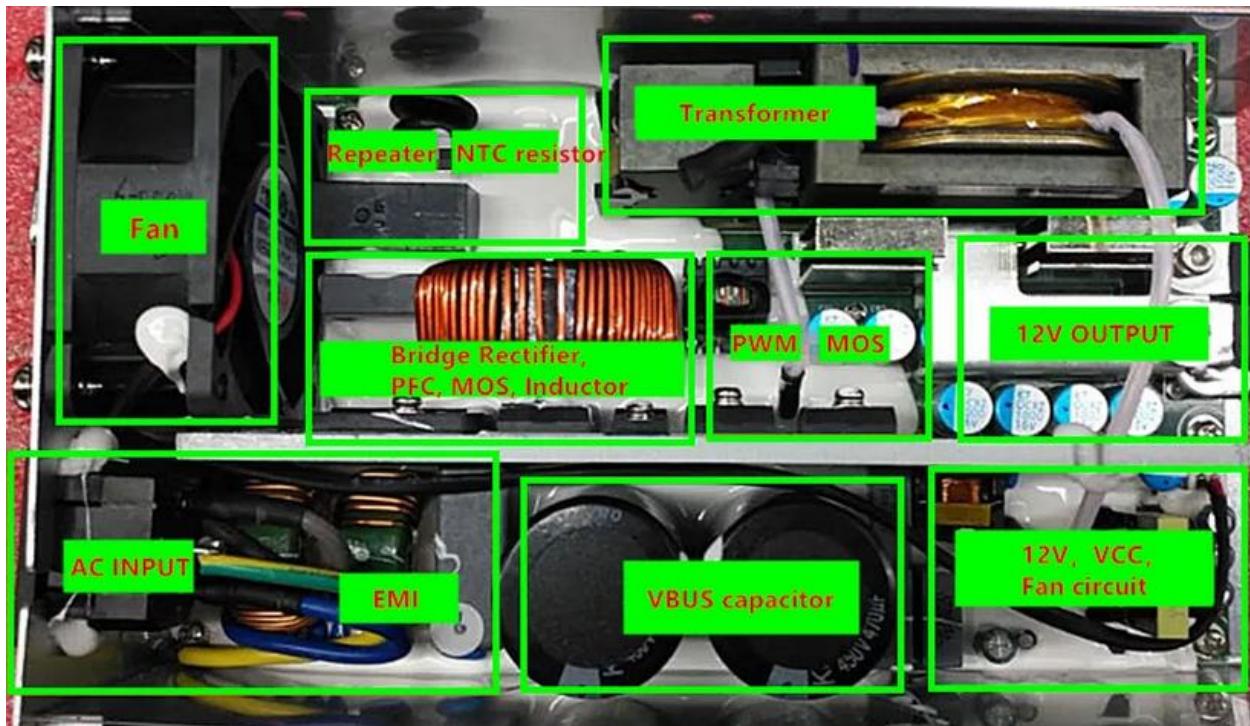


شکل ۶۶-۲ شماتیک مدار خروجی اصلی MOS

نکات مهم:

اگر دستگاه روشن نمی شود یا پس از روشن شدن سریع خاموش می شود، ابتدا بررسی کنید که آیا فیوز قطع شده است، سوئیچ اصلی MOS و ترانسفورماتور مدار تنظیم ولتاژ پایین (Step-down synchronous) را تبدیل می کنند.

بیشتر روی تست سوئیچ اصلی Q6 NMOS MOS Q13، Q15، Q16، Q14، Q9، Q8 و همچنین بررسی آنکه آیا قطب های مثبت و منفی با یکدیگر اتصال کوتاه شده اند تمرکز کنید.



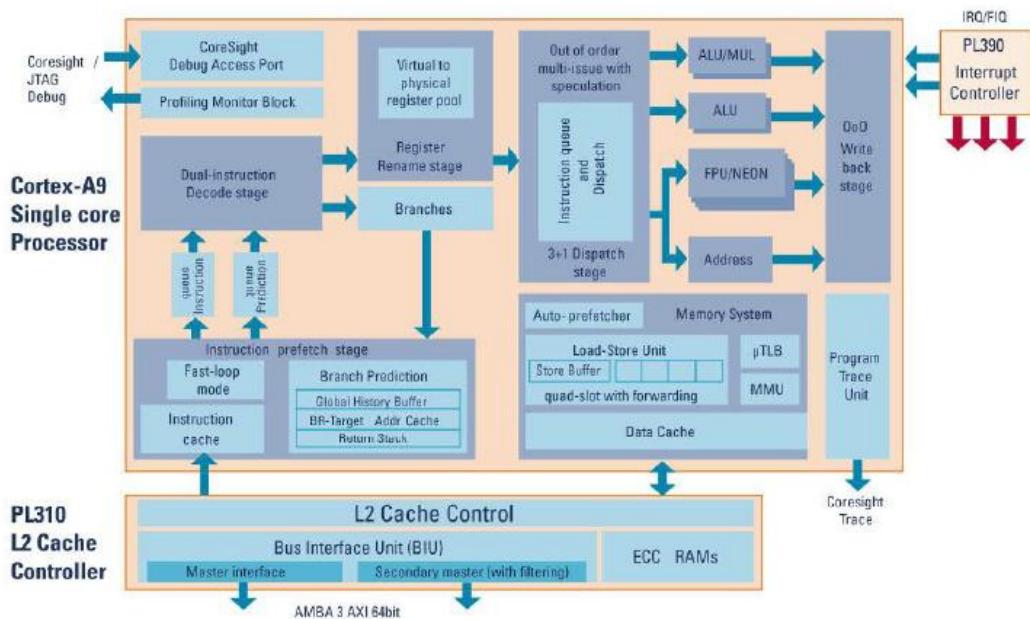
شکل ۶۷-۲ محل قرار گیری پلاگها

فصل سوم

Zynq معماری

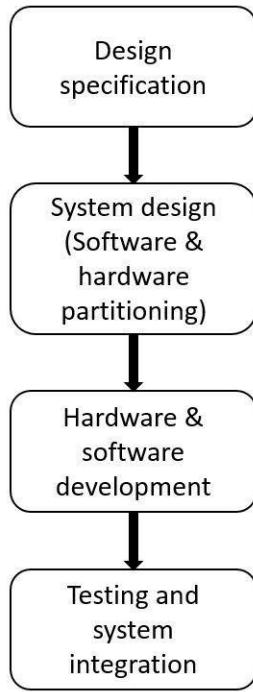
آی‌سی Zynq-7000 یکی از اعضای خانواده Xilinx Zynq XC7Z010CLG400 دستگاه‌های سیستم-بر-کاره (SoC) ارائه شده توسط شرکت Xilinx است.

این آی‌سی از یک پردازنده دو هسته‌ای ARM Cortex-A9 به همراه منطق برنامه‌پذیر ترکیبی استفاده می‌کند و امکان انعطاف‌پذیری و عملکرد بالا را برای کاربردهای مختلف فراهم می‌کند.



شکل ۱-۳ معماری ARM Cortex-A9

۳-مراحل طراحی Zynq



جريان طراحی برای معماری Zynq دارای مراحل مشترک با یک FPGA معمولی است. مرحله اول تعریف مشخصات و الزامات سیستم است. در مرحله بعد، در مرحله طراحی سیستم، وظایف(توابع) مختلف به پیاده سازی در PL یا PS اختصاص داده می شود که به آن پارتيشن بندی وظیفه میگویند. این مرحله مهم است زیرا عملکرد سیستم کلی به وظایف/عملکردهایی بستگی دارد که برای پیاده سازی به مناسب ترین فناوری (سخت افزار یا نرم افزار) اختصاص داده شده اند. در مرحله بعد، باید توسعه و تست سخت افزار و نرم افزار انجام شود. در مورد PL، وظیفه مورد نظر شناسایی بلوک های کاربردی مورد نیاز برای دستیابی به ویژگیهای طراحی و همچنین مونتاژ آنها به عنوان IP و ایجاد ارتباط مناسب بین آنها است. به همین ترتیب فعالیت نرم افزار، توسعه کد برای اجرا در PS است در نتیجه، مرحله یکپارچه سازی سیستم و آزمایش برای تکمیل طراحی مورد نیاز است.

شكل رو به رو جریان طراحی SoC Zynq را نشان می دهد.

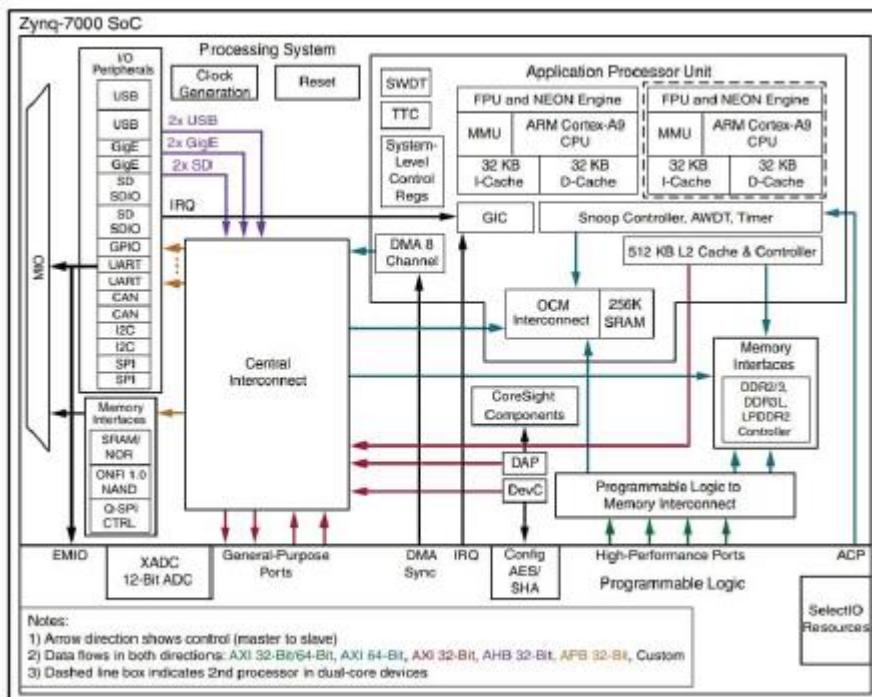
در ادامه، جزئیات کلیدی معماری این آی‌سی را مرور می‌کنیم:

(۱) سیستم پردازشی (PS)

- واحد پردازنده (CPU) : آی‌سی XC7Z010CLG400 دو هسته پردازنده ARM Cortex-A9 را با فرکانس حداکثر ۶۶۷ مگاهرتز دارد. این هسته‌ها بر اساس معماری ARMv7-A بوده و مجموعه دستورات Thumb-2 را پشتیبانی می‌کنند.

- حافظه: این سیستم پردازشی شامل ۲۵۶ کیلوبایت حافظه داخلی برای نگهداری کش دستورات و داده‌ها است (۱۲۸ کیلوبایت برای هر هسته). همچنین، پشتیبانی از رابطهای حافظه خارجی مانند DDR3 LPDDR2 و SDRAM، DDR2،

- وسایل جانبی: سیستم پردازشی شامل انواع وسایل جانبی از جمله GPIO، SPI، I2C، UART و SDIO و تایمربا این وسایل جانبی امکان ارتباط و تعامل با دستگاه‌های خارجی را فراهم می‌کنند.
- رابط واحد منطق قابل برنامه‌نویسی: بر اساس استاندارد Advanced Extensible Interface (AXI) متصلاًکننده مرکزی: که تمامی اجزای بالا را به یکدیگر مرتبط می‌سازد.



شکل ۳-۲ بلوک دیاگرام PS

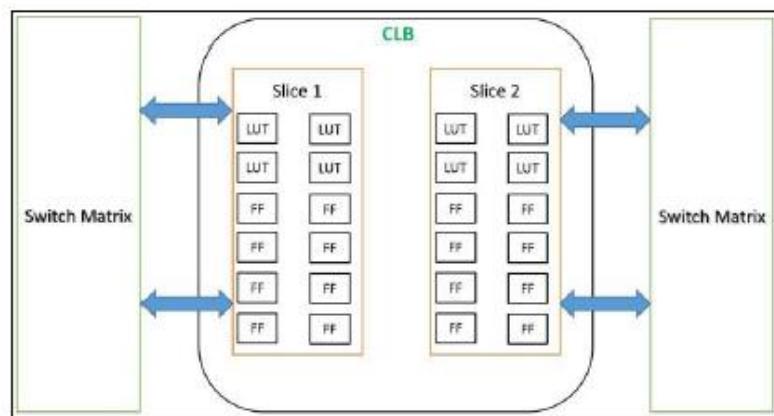
(۲) منطق برنامه‌پذیر (PL) :

- تراشه XC7Z010CLG400 FPGA: شامل یک تراشه منطق برنامه‌پذیر بر پایه فناوری ۲۸ نانومتری است. این تراشه شامل بلوک‌های منطق قابل پیکربندی (CLB) است که می‌توانند با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و مدارهای دیجیتال سفارشی را پیاده‌سازی کنند.

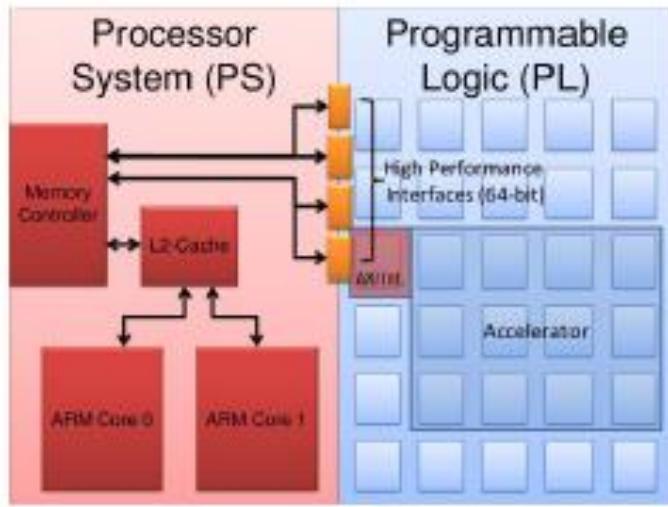
- منابع منطق: منابع منطقی موجود در XC7Z010CLG400 شامل CLB ، نیمه تراشه (slice) ، فلیپ فلابپ، جداول جستجو (LUT) ، چندگانه کننده ها و انواع مختلف بلوک های ورودی / خروجی (IOB) است.

- حافظه: تراشه FPGA همچنین منابع حافظه ای مختلفی ارائه می دهد، از جمله حافظه بلوکی (BRAM) و حافظه توزیعی. این عناصر حافظه برای ذخیره داده ها یا پیاده سازی ساختارهای حافظه پیچیده قابل استفاده هستند.

- رابطه های سرعت بالا: این آی سی از چندین رابط سریال با سرعت بالا پشتیبانی می کند، مانند گیگابیت اترنت، PCIe و USB (بسته به تنظیمات خاص). این رابطه های کانال های ارتباطی سریع برای انتقال داده فراهم می کنند.



شکل ۳-۳ بلوک دیاگرام CLB



شکل ۳-۲ بلوک دیاگرام PS و PL

۳) ارتباطات سیستمی:

- میانبر میکروکنترلری پیشرفته(AMBA) : اجزای PS و PL این SoC با استفاده از زیرساخت ارتباطی AMBA با یکدیگر ارتباط دارند. این امر امکان انتقال داده بهینه بین هسته‌های ARM و ترکیبی را فراهم می‌کند.

- رابط AXI (Advanced extensible Interface) : معماری Zynq-7000 از پروتکل AXI برای ارتباط بین اجزا مختلف استفاده می‌کند. این پروتکل دارای پهنای باند بالا بوده و ویژگی‌هایی مانند انتقالات دسته‌ای و تراکنش‌های همزمان چندگانه را پشتیبانی می‌کند.

Advanced Extensible Interface (AXI) یک پروتکل گذرگاه ارتباطی روی تراشه است که رابط بلوک های IP را به جای خود اتصال تعریف می کند، و توسط ARM توسعه یافته است. AXI در سال ۲۰۰۳ با مشخصات AMBA3 معرفی شد. در سال ۲۰۱۰، تجدید نظر جدید AMBA4، پروتکل AXI4-Stream و AXI4-Lite AXI را تعریف کرد. AXI بدون حق امتیاز است و مشخصات آن به صورت رایگان از ARM در دسترس است .

پروتکل AXI دارای چندین ویژگی کلیدی است که برای بهبود پهنای باند و تأخیر انتقال داده ها و تراکنش ها طراحی شده اند ، و برخی از آنها در ادامه بررسی شده اند:

- کانال های خواندن و نوشتن مستقل: AXI از دو مجموعه کanal مختلف پشتیبانی می کند، یکی برای عملیات نوشتن و دیگری برای عملیات خواندن. داشتن دو مجموعه کanal مستقل به بهبود عملکرد پهنانی باند اینترفیس ها کمک می کند. این به این دلیل است که عملیات خواندن و نوشتن می تواند همزمان اتفاق بیفتند.
- چندین آدرس بر جسته: AXI امکان چندین آدرس بر جسته را فراهم می کند. این به این معنی است که یک مدیر می تواند تراکنش ها را بدون انتظار برای تکمیل تراکنش های قبلی صادر کند. این می تواند عملکرد سیستم را بهبود بخشد زیرا پردازش موازی تراکنش ها را امکان پذیر می کند.
- عدم رابطه زمانی دقیق بین عملیات آدرس و داده: با AXI، هیچ رابطه زمانی دقیقی بین عملیات آدرس و داده وجود ندارد. این بدان معناست که، برای مثال، یک مدیر میتواند یک آدرس نوشتن در کanal Write و داده وجود ندارد. اما زمانی که مدیر باید داده های مربوطه را برای نوشتن در کanal Write Data Address صادر کند، اما زمانی که مدیر باید داده های مربوطه را برای نوشتن در کanal Address را نیازی به زمان ندارد.
- پشتیبانی از انتقال داده های بدون تراز: برای هر انفجاری که از انتقال داده های گستردگی تراز از یک بایت تشکیل شده است، اولین بایت های قابل دسترسی می توانند با مرز آدرس طبیعی ناهم تراز شوند. به عنوان مثال، یک بسته داده ۳۲ بیتی که از آدرس بایتی ۱۰۰۲ شروع می شود، با مرز آدرس طبیعی ۳۲ بیتی تراز نیست.
- تکمیل تراکنش خارج از دستور: تکمیل تراکنش خارج از دستور با AXI امکان پذیر است. پروتکل AXI شامل شناسه های تراکنش است و هیچ محدودیتی برای تکمیل تراکنش ها با مقادیر ID مختلف وجود ندارد. این به این معنی است که یک پورت فیزیکی میتواند از تراکنشهای خارج از دستور با عمل کردن به عنوان چندین پورت منطقی پشتیبانی کند که هر کدام به ترتیب تراکنشهای خود را انجام میدهند.

(۴) پیکربندی و برنامه ریزی:

- پیکربندی: دستگاه های Zynq-7000 SoC با استفاده از مجموعه نرم افزاری Vivado Design Suite انجام می شوند. منطق برنامه پذیر تراشه FPGA با استفاده از زبان های توصیف سخت افزار مانند VHDL یا Verilog قابل برنامه ریزی است

- توسعه نرم افزاری: هسته های ARM Cortex-A9 قابل برنامه ریزی با استفاده از ابزارهای استاندارد توسعه نرم افزاری مانند Xilinx SDK (Software Development Kit) هستند. این SDK برنامه نویسی به زبان C++ یا زبان ماشین را پشتیبانی می کند.

معماری XC7Z010CLG400، همانند بسیاری از آی سی ها و FPGA ها، از عناصر سخت افزاری مختلف تشکیل شده است که قابلیت ها و کارکردهای متنوعی دارند. در مورد ارتباط این عناصر با الگوریتم های بیتکوین و داج کوین، باید توجه داشت که این آی سی ها در اصل برای کاربردهای عمومی طراحی شده اند و نیازمند برنامه ریزی و پیاده سازی الگوریتم های خاص هستند.

در زیر، برخی از المان های معماری XC7Z010CLG400 و نقش آن ها توضیح داده می شود، اما باید توجه کنید که این المان ها به طور مستقیم نسبتی با الگوریتم بیتکوین یا داج کوین ندارند. برنامه ریزی و پیاده سازی خاصی برای این الگوریتم ها در آی سی مذکور باید انجام شود:

۱. هسته های ARM Cortex-A9: این هسته ها میزبانی را برای اجرای سیستم عامل و نرم افزارهای کاربردی فراهم می کنند. آن ها به طور مستقیم نبوده و برنامه های نوشته شده برای الگوریتم های بیتکوین یا داج کوین را اجرا نمی کنند.

۲. بلاک های منطق قابل پیکربندی (CLB): این بلاک ها شامل منابع منطقی که برای پیاده سازی مدارهای دیجیتالی قابل برنامه ریزی هستند. آن ها به عنوان مهمترین المان های FPGA محسوب می شوند و قادر به پیاده سازی الگوریتم های سفارشی هستند. با این حال، برای پیاده سازی الگوریتم های بیتکوین یا داج کوین، باید منطق و منابع مناسب برای عملیات بیتکوینی مورد نیاز انتخاب شود و برنامه ریزی موردنی برای آن انجام شود.

۳. حافظه XC7Z010CLG400: شامل حافظه‌های داخلی و خارجی است که می‌توانند برای ذخیره‌سازی داده‌ها استفاده شوند. این حافظه‌ها می‌توانند برای ذخیره‌سازی داده‌های مربوط به الگوریتم‌های بیتکوین یا داجکوین استفاده شوند، اما خودشان به طور مستقیم با این الگوریتم‌ها ارتباطی ندارند.

۴. رابطه‌های سریال XC7Z010CLG400: از رابطه‌های سریال با سرعت بالا مانند Ethernet و USB پشتیبانی می‌کند. این رابطه‌ها می‌توانند برای ارتباط با دستگاه‌های مربوط به بیتکوین یا داجکوین مورد استفاده قرار بگیرند، مانند ارسال و دریافت داده‌ها از شبکه بلاکچین.

به طور خلاصه، XC7Z010CLG400 از المان‌های قابل برنامه‌ریزی و ارتباطی برای پیاده‌سازی الگوریتم‌های بیتکوین یا داجکوین پشتیبانی می‌کند، اما برای انجام این کار نیاز به برنامه‌ریزی و پیاده‌سازی خاصی دارد. عموماً برای این منظور، طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌هایی که شامل آی‌سی‌های مختلفی مانند ASIC، FPGA و پردازنده‌ها هستند، صورت می‌گیرد.

۲-۳ نقش اجزای Zynq در الگوریتم ماینینگ

برای استخراج بیتکوین از الگوریتم SHA256 و برای استخراج لایتکوین و داجکوین از الگوریتم Scrypt استفاده می‌شود.

SHA256 یک الگوریتم بر مبنای محاسبات فشرده است، در حالی که Scrypt برای محاسبات و حافظه فشرده طراحی شده‌است. با این وجود، هردوی این الگوریتم‌ها توابع هش رمزنگاری هستند و به همین علت، در ادامه یکی از آنها را به طور مختصر معرفی کرده و نسبت آن با معماری Zynq را بررسی می‌کنیم:

:SHA256

SHA-256 یک تابع هش رمزنگاری ثبت شده است که مقداری به طول ۲۵۶ بیت را خروجی می‌دهد. در طول پروسه رمزگذاری، داده‌ها به یک قالب امن تبدیل می‌شوند که غیرقابل خواندن است مگر اینکه گیرنده کلید

مربوط به تابع را داشته باشد. در شکل رمزگذاری شده، داده ها ممکن است اندازه نامحدودی داشته باشند، اغلب به اندازه زمانی که رمزگذاری نشده باشند.

در ادامه، خلاصهای از برخی خصوصیات تابع هش که ارزیابی کردن آنها از اهمیت بالایی برخوردار است را مورد بررسی قرار میدهیم:

- نمیتوانیم مقدار ورودی را با توجه به خروجی حاصل شده معین کنیم.

- مقدار ورودی میتواند هر میزان رقم و طول دلخواهی داشته باشد (حتی هزاران رقم).

- خروجی این تابع همواره طول یکسانی دارد.

در صورت وارد کردن ورودی یکسان، مقدار خروجی دریافتی همواره یکسان خواهد بود.

اعمال هرگونه تغییری در مقدار ورودی هرچقدر هم ناچیز، به تغییرات غیرقابل پیشビینی و بسیار متفاوتی در میزان خروجی منجر میشود.

به نظر میرسد که میزان خروجی کاملاً تصادفی یا رندوم است، اما در حقیقت این مقدار دریافتی کاملاً قطعی است.

میزان خروجی دریافتی غیرقابل پیشビینی است. خروجی ما تنها قابل محاسبه بوده و چنین محاسباتی نیازمند انجام کار قابل توجهی توسط کامپیوتر است.

تابع هش و عملکرد آن به تولید بلاک جدید در نتیجه مقدار ورودی داده شده به آن و بر اساس SHA^{۲۵۶} منجر میشود.

ماینرها همواره در تلاش برای یافتن نانس مورد نظر برای استفاده در خروجی این تابع هستند تا در رقابت تولید بلاک جدید، سریعتر از سایرین بلاک خود را به نودها ارائه کرده و پاداش بلاک را در کنار فی تراکنش دریافتی از کاربران به دست بیاورند.

پاداش بلاک به صورت ۴ سال یک بار نصف میشود و این رویداد تحت عنوان هاوینگ شناخته میشود. با افزایش تعداد روزافرون ماینرها انتظار میرود تا روند تولید بلاک نیز تسريع شود، اما از طرف دیگر رقابت برای پیدا کردن نانس یا عبارت بی معنی مورد نظر در خروجی هش نیز همواره دشوارتر میشود و این امر به باقی ماندن روند تولید بلاک در طول تقریبی هر ۱۰ دقیقه منجر میشود. انرژی صرف شده برای انجام این فرایند و تولید اولین

رمزارز در شبکه Bitcoin به امنیت شبکه بیت کوین و عدم تغیرپذیر بودن محتوای درج شده از هر بلاک در بلاک بعدی به واسطه تابع هش منجر میشود و این انرژی هدر نرفته و صرف حفظ تغیرناپذیری این شبکه میشود. با توجه به هزینه های بالای استخراج بیتکوین، اغلب افراد به دنبال راه حلی برای افزایش سوددهی خود هستند تا از این طریق درآمد ایجاد کنند و هزینه های انرژی و تجهیزات خود را پرداخت کنند. به این منظور، مفهوم دیگری به نام استخراج استخراج (Bitcoin Mining Pool) مطرح میشود که در ادامه آن را بررسی میکنیم.

Bitcoin Mining Pool ۳-۳

استخراج استخراج (Mining Pool) محلی مجازی است که جامعه ای از ماینرها هر کدام قدرت پردازشی دستگاههای خود را در آنجا با یکدیگر ادغام میکنند تا شанс خود را برای سودآوری در ماینینگ افزایش دهند. از آنجایی که رقابت بر سر حل کردن مسائل پیچیده ریاضی در شبکه بیت کوین بسیار زیاد است، ماینرها قدرت پردازشی خود را در استخراج متمرکز میکنند.

برای درک بهتر استخراج، لازم است که فرایند ماینینگ را کمی دقیقتر توضیح دهیم. در فرایند ماینینگ، ماینرها تراکنشها را در بسته هایی به نام «بلک (Block)» قرار میدهند. برای اتصال یک بلاک به بلاک چین، ماینرها باید با حدس زدن اعداد و حل معادلات ریاضی، جواب معادله یا همان هش بلاک را بدست بیاورند. این کار مستلزم داشتن قدرت پردازش سختافزاری و مصرف برق است. هدف ماینینگ این است که شبکه را امن نگه دارد و از حملات به آن جلوگیری کند. در نهایت برای اینکه انگیزه کار برای ماینینگ وجود داشته باشد، هر ماینری که زودتر از بقیه به جواب معادله برسد، پاداش میگیرد که به آن پاداش بلاک (Block Reward) هم میگویند. مثلاً پاداش بلاک فعلی بیت کوین، ۱۲,۵ واحد بیت کوین است که هر ده دقیقه تولید و به ماینرها تعلق میگیرد.

در ماههای اولیه ظهر بیت کوین، ماینرها به صورت مستقیم در کار ماینینگ شرکت میکردند و استخراجی وجود نداشت. اما اکنون از آنجایی که استخراج یک فرایند رقابتی است و امروزه غولهای ثروتمند وارد حوزه ماینینگ شده اند، ماینرهای کوچک دنیا نمیتوانند با فارمها ی چند ده هزار دستگاهی رقابت کنند و مستقیماً به استخراج ارزهای دیجیتال بپردازنند.

فرض کنیم شما دستگاهی با $5 \cdot 10^0$ تراهش بر ثانیه قدرت پردازش برای استخراج بیت کوین دارید. اگر قصد استخراج مستقیم را داشته باشید، باید با رقبایی بر سر حل مسائل رقابت کنید که توان پردازشی مجموع آنها چیزی در حدود $12 \cdot 10^{10}$ تراهش بر ثانیه است؛ به همین دلیل شанс شما برای دستیابی به پاداش بلاک تقریباً صفر است.

بنابراین، مهمترین عامل در پیوستن یک ماینر به یک استخر استخراج، بالاتر رفتن شанс سوددهی اوست. ماینرهای کوچک، قدرت پردازش خود را در اختیار یک استخر استخراج قرار میدهد و استخر استخراج به نمایندگی از همه، در فرایند ماینینگ شرکت میکند، پاداش استخراج را بدست می‌آورد و نسبت به قدرت هر ماینر آن را بین ماینرها تقسیم میکند.

پس از آنکه ماینر وارد یک استخر استخراج میشود، در واقع توان پردازشی اش را به توان پردازشی دیگر اعضای استخر اضافه میکند و همه آنها یک ماینر واحد را تشکیل میدهند؛ به این ترتیب روند استخراج ارز دیجیتال سریعتر، راحتتر و به صرفه تر خواهد بود.

نکته دیگری که در خصوص استخراهای استخراج وجود دارد، اینجاست که اجتماع ماینرها در یک استخر استخراج مجازی است؛ یعنی، شما در کشور ایران از طریق اینترنت به استخری در کشور روسیه متصل میشوید و با قدرت پردازشی خود را با ماینرهایی از سرتاسر جهان به اشتراک میگذارید.

در الگوریتم ماینینگ، پردازنده‌های ARM و آی‌اسی‌های FPGA می‌توانند نقشهای مختلفی را ایفا کنند. در زیر، توضیحاتی درباره جایگاه و کارکرد هر یک از این عناصر در الگوریتم ماینینگ ارائه می‌شود:

• پردازنده‌های ARM

پردازنده‌های ARM به عنوان پردازنده‌های اصلی در سیستم‌ها استفاده می‌شوند. آن‌ها قادر به اجرای سیستم عامل و نرمافزارهای کاربردی هستند. در الگوریتم ماینینگ، پردازنده‌های ARM می‌توانند مسئولیت‌هایی مانند مدیریت کلی سیستم، کنترل و هماهنگی فرآیندها و اجرای برنامه‌های نرمافزاری را بر عهده داشته باشند.

پردازنده‌های ARM معمولاً برای محاسبات عمومی استفاده می‌شوند و برای الگوریتم‌های ماینینگ معمولاً استفاده مستقیمی ندارند. اما می‌توانند برنامه‌های مربوط به کنترل و مدیریت فرآیندها در الگوریتم ماینینگ را اجرا کنند.

• آی‌سی FPGA

آی‌سی FPGA شامل منطق برنامه‌پذیر و منابع منطقی قابل پیکربندی است FPGA. قادر به پیاده‌سازی سخت‌افزار سفارشی بر اساس الگوریتم‌های ماینینگ است. این عناصر قابلیت پردازش موازی و پیکربندی منطقی را دارند که برای اجرای الگوریتم‌های ماینینگ بسیار مناسب هستند.

با استفاده از آی‌سی FPGA ، می‌توان الگوریتم‌های ماینینگ را به صورت سفارشی پیاده‌سازی کرده و محاسبات موازی را انجام داد.

Firmware ۴-۳

Firmware ماینر، نرم‌افزاری است که به طور خاص برای اجرا روی سخت افزارهای استخراج ارز دیجیتال، مانند GPUهای AMD و NVIDIA یا ASIC‌ها طراحی شده است. این Firmware، مسئول کنترل و بهینه‌سازی سخت‌افزار استخراج ارز برای انجام محاسبات پیچیده مورد نیاز برای استخراج ارز دیجیتال است.

لینوکس یک سیستم عامل منبع باز است که به دلیل انعطاف پذیری و گزینه‌های سفارشی سازی، در جامعه استخراج ارز دیجیتال پرکاربرد است. گزینه‌های Firmware ماینر مختلفی برای سیستم‌های مبتنی بر لینوکس وجود دارد، هر کدام با ویژگی‌ها و بهینه‌سازی‌های منحصر به فرد خود.

یکی از گزینه‌های محبوب برای Firmware ماینر در لینوکس، Claymore Dual Miner است که با هر دو GPUهای AMD و NVIDIA سازگار است. این Firmware به کاربران اجازه می‌دهد تا به طور همزمان چندین ارز دیجیتال را استخراج کنند و شامل ویژگی‌هایی مانند تنظیم خودکار GPU و مدیریت از راه دور است.

گزینه محبوب دیگر، Firmware CGMiner است که به طور خاص برای سیستم های استخراج ارز دیجیتال مبتنی بر ASIC طراحی شده است. CGMiner قابل تنظیم است و شامل ویژگی هایی مانند دارا بودن کنترل فن و اورکلاکینگ است.

یکی از مهمترین نکات در انتخاب Firmware ماینر، سازگاری آن با سخت افزار استخراج ارز است. بهتر است اطمینان حاصل شود که Firmware با سخت افزار سازگار است و هر گونه درایورها یا وابستگی های لازم نصب شده است. علاوه بر سازگاری، عملکرد نیز یکی دیگر از عوامل مهم در انتخاب Firmware ماینر است.

گزینه های مختلف Firmware ممکن است بینه سازی ها و تنظیمات مختلفی داشته باشند که می تواند به بهبود کارآیی و سودآوری استخراج ارز کمک کند. به طور کلی، Firmware ماینر یک اجزای حیاتی در استخراج ارز دیجیتال است و می تواند به طور قابل توجهی عملیات و سودآوری استخراج ارز را تحت تاثیر قرار دهد.

سیستم های مبتنی بر لینوکس به دلیل انعطاف پذیری و گزینه های سفارشی سازی، یکی از گزینه های پرکاربرد در جامعه استخراج ارز دیجیتال هستند.

```
#include <libopencm3/cm3/cortex.h>
#include "i2c.h"
#include "led.h"
#include "clock.h"
#include "sha256.h"
#include "logging.h"
#include "address.h"
#include "systick.h"
#include "i2c_variables.h"

#ifndef GIT_VERSION
#define GIT_VERSION "unknown"
#endif

uint32_t header[32];

volatile uint8_t new_data;
volatile uint32_t *nonce_ptr, last_nonce;
volatile uint32_t calculated_hashrate;
volatile uint8_t counter;

void sys_tick_handler() {
    if (!nonce_ptr) return;

    counter++;
    if (counter == 20) {
        calculated_hashrate = (*nonce_ptr) - last_nonce;
        last_nonce = (*nonce_ptr);
        i2c_write(hashrate, &calculated_hashrate);
        LOG("Hashrate: %d hash/s", calculated_hashrate);
        counter = 0;
    }

    led_toggle();
}
```

در قسمت زیر یک نمونه ماینر را مشاهده میکنید.

```

void write_callback() {
    i2c_read(execute_job, &new_data);
}

int main() {
    uint8_t clockrate = rcc_init_hsi_pll_64();
    log_init();
    systick_init(clockrate, 50);
    led_init();

    i2c_init(get_address(), clockrate, i2c_variables, sizeof(i2c_variables) / sizeof(struct i2c_variable));
    i2c_register_write_callback(write_callback);
    i2c_write(version, GIT_VERSION);
    i2c_write_uint8(state, STATE_READY);

    LOG("stm32miner, commit %s", GIT_VERSION);
    LOG("Ready, waiting for job");

    while (1) {
        ...
        i2c_read(new_header, header);
        // SHA-256 padding
        // Its actual content is {
        //     0x80000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
        //     0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000000,
        //     0x00000000, 0x00000000, 0x00000000, 0x00000280
        // } but we're short on program space
        header[20] = 0x80000000;
        header[31] = 0x00000280;

        uint8_t job_id = 0;
        i2c_read(new_job_id, &job_id);
        i2c_write(current_job_id, &job_id);

        last_nonce = header[19];

        i2c_write_uint8(state, STATE_WORKING);
        i2c_dump();
    }

    uint32_t result;
    if (scanhash_sha256d(header, &result, &new_data, &nonce_ptr)) {
        i2c_write_uint8(state, STATE_FOUND);
        i2c_write(winning_nonce, &result);
    } else {
        i2c_write_uint8(state, STATE_NOT_FOUND);
    }
}

return 0;
}

```

نقش هر یک از بلوک های بلوک دیاگرام مربوط به کنترل برد ماینر در پروسه های هفت گانه روشن و بوت شدن ماینر، ماین کردن، اسلیپ شدن، ریست شدن نرم افزاری، ریست شدن سخت افزاری و ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت:

بلوک های مرتبط با بلوک دیاگرام و بخش های سازنده کنترل برد یک ماینر در هر یک از مراحل مختلف پروسه های گوناگون روشن و بوت شدن ماینر، ماین کردن، اسلیپ کردن، ریست شدن نرم افزاری، ریست شدن سخت افزاری و ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت، وظایف مختلفی انجام می دهند. در زیر به توضیح هر بلوک و نقش آن در هر یک از این مراحل پرداخته می شود:

۱. بلوک تامین برق: (Power Supply Block)

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: تامین برق مورد نیاز برای روشن شدن و اجرای کلیه بلوک ها و قطعات ماینر را فراهم می کند.
- در مرحله ماین کردن: تأمین برق پایدار و مطمئن برای عملیات استخراج ارز و کار کرد صحیح دستگاه را فراهم می کند.
- در مرحله اسلیپ کردن: برقراری اتصال بین ماینر و شبکه برقرار می کند.
- در مرحله ریست شدن نرم افزاری: برای بازنگشتن سیستم عامل و نرم افزار ماینر به حالت پیش فرض استفاده می شود.
- در مرحله ریست شدن سخت افزاری: تغذیه برقی را قطع و برقرار می کند تا تمامی قسمت ها و قطعات سخت افزاری ماینر ریست شوند و سیستم به حالت اولیه بازگردد.
- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: تأمین برق برای بارگذاری و بروزرسانی نرم افزار (firmware) از طریق پورت LAN یا SD کارت را فراهم می کند.

۲. بلوک پردازشگر اصلی: (Main Processing Unit Block)

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: اجرای برنامه های ضروری برای بارگذاری و راه اندازی سیستم عامل و نرم افزار ماینر.
- در مرحله ماین کردن: اجرای الگوریتم های استخراج ارز و محاسبات مرتبط با آن ها.
- در مرحله اسلیپ کردن: محاسبه و تنظیمات مربوط به اتصال به شبکه و کانفیگ شبکه ای ماینر.
- در مرحله ریست شدن نرم افزاری: تغییرات و تنظیمات لازم برای بازنگشتن سیستم عامل و نرم افزار ماینر.

- در مرحله ریست شدن سختافزاری: تنظیم مجدد و راهاندازی سختافزارهای ماینر و اجزای مرتبط با آن.

- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: بارگذاری و بروزرسانی نرمافزار (firmware) از طریق پورت LAN یا SD کارت با استفاده از پردازشگر اصلی ماینر.

۳. بلوک حافظه: (Memory Block)

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: ذخیره و بارگذاری برنامه‌های کنترلی و اطلاعات اولیه مورد نیاز برای راهاندازی سیستم و نرمافزار ماینر.

- در مرحله ماین کردن: ذخیره داده‌ها، پارامترها، و نتایج محاسباتی مربوط به استخراج ارز.

- در مرحله اسلیپ کردن: ذخیره و بازیابی تنظیمات و اطلاعات شبکه ماینر.

- در مرحله ریست شدن نرمافزاری: پاکسازی و بازنگشتنی حافظه موقت (RAM) و حافظه‌های دیگر مورد استفاده توسط سیستم عامل و نرمافزار ماینر.

- در مرحله ریست شدن سختافزاری: تنظیم مجدد و راهاندازی حافظه‌های ماینر و اطلاعات مرتبط با آن‌ها.

- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: ذخیره و بازیابی فایل‌های SD کارت از حافظه‌های داخلی یا حافظه‌های جانبی مانند firmware.

۴. بلوک کنترل و مدیریت: (Control and Management Block)

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: کنترل و مدیریت فرایند راهاندازی سیستم و بررسی صحت و سلامت اجزا و قطعات ماینر.

- در مرحله ماین کردن: کنترل و مدیریت استخراج ارز، مانیتورینگ دما و ولتاژ، مدیریت تنظیمات و پارامترهای عملکرد ماینر.

- در مرحله اسلیپ کردن: برقراری و مدیریت ارتباط با شبکه و تنظیمات شبکه‌ای.

- در مرحله ریست شدن نرمافزاری: کنترل و اجرای فرآیند بازنگشتنی سیستم عامل و نرمافزار ماینر.

- در مرحله ریست شدن سختافزاری: کنترل و مدیریت عملیات ریست شدن سختافزارهای ماینر.

- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: مدیریت و بروزرسانی نرمافزار (firmware) از طریق پورت LAN یا SD کارت.

۵. بلوک ارتباطی: (Communication Block)

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: برقراری ارتباط اولیه با شبکه و اجزای شبکه ماینر.
- در مرحله ماین کردن: ارتباط با شبکه بلاکچین و دیگر ماینرها برای دریافت و ارسال بلاکها و تراکنشها.
- در مرحله اسلیپ کردن: برقراری اتصال با شبکه و تنظیمات شبکه‌ای.
- در مرحله ریست شدن نرمافزاری: تنظیمات ارتباطی نرمافزار ماینر را بررسی و بازنشانی می‌کند.
- در مرحله ریست شدن سختافزاری: برقراری اتصالات سختافزاری و تنظیمات مرتبط با ارتباطات ماینر.
- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: ارتباط با دستگاه‌های جانبی نظیر کامپیوتر شخصی از طریق پورت LAN یا SD کارت.

هر یک از این بلوک‌ها در مراحل مختلف روند روشن و بوت شدن ماینر، ماین کردن، اسلیپ کردن، ریست شدن نرمافزاری، ریست شدن سختافزاری و ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت نقش‌ها و وظایف مشخصی را ایفا می‌کنند تا عملکرد صحیح و پایداری برای ماینر فراهم شود.

بخش‌های مختلف Zynq IC در هر یک از مراحل هفت گانه روشن و بوت شدن ماینر، ماین کردن، اسلیپ کردن، ریست شدن نرمافزاری، ریست شدن سختافزاری و ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت وظایف مشخصی دارند. در زیر به توضیح هر یک از این بخش‌ها و نقش آن‌ها در هر مرحله پرداخته می‌شود:

ARM Cortex-A9 بخش

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: بارگذاری سیستم عامل و برنامه‌های کنترلی اولیه ماینر.
- در مرحله ماین کردن: مدیریت و اجرای الگوریتم‌های استخراج ارز و محاسبات مرتبط.
- در مرحله اسلیپ کردن: تنظیم و مدیریت ارتباط با شبکه و تنظیمات شبکه‌ای.
- در مرحله ریست شدن نرمافزاری: تغییرات و بازنشانی سیستم عامل و نرمافزار ماینر.
- در مرحله ریست شدن سختافزاری: تنظیم مجدد و راهاندازی قسمت‌های سختافزاری ماینر و اجزای مرتبط با آن.

- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: بارگذاری و بروزرسانی نرمافزار
- ARM Cortex-A9 کارت با استفاده از (firmware) از طریق پورت LAN یا SD

FPGA بخش

- در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: بارگذاری داده‌ها و برنامه‌های پردازشی مورد نیاز برای راهاندازی قسمت‌های سخت‌افزاری ماینر.
- در مرحله ماین کردن: پردازش داده‌های ورودی بر اساس الگوریتم‌های استخراج ارز و انجام محاسبات مرتبط.
- در مرحله اسلیپ کردن: تنظیم و مدیریت ارتباطات شبکه و پردازش داده‌های مرتبط با شبکه بلاکچین.
- در مرحله ریست شدن نرم‌افزاری: بازنشانی و تغییرات مربوط به قسمت‌های سخت‌افزاری ماینر.
- در مرحله ریست شدن سخت‌افزاری: راهاندازی و تنظیم مجدد قسمت‌های سخت‌افزاری و اجزای ماینر.
- در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: بارگذاری و بروزرسانی نرم‌افزار FPGA از طریق پورت LAN یا SD کارت با استفاده از (firmware)

با استفاده از بخش FPGA و ARM Cortex-A9 در ساختار آی سی Zynq، می‌توان عملکرد و کارایی ماینر را بهبود داده و اجرای الگوریتم‌های پیچیده استخراج ارز را به صورت بهینه انجام داد.

۳-۵ توابع داخل firmware

توابع داخل firmware، که به نرم‌افزار ماینر مرتبط هستند، وظایف و کارکردهای مختلفی را در روند عملکرد ماینر دارند. زیرا firmware مسئول کنترل و مدیریت سخت‌افزارها و اجزای ماینر است. در زیر، توضیحاتی درباره توابع مهم در firmware و نقش آن‌ها در هر مرحله ارائه می‌شود:

۱. تابع بوت و راهاندازی(Boot and Initialization Function):

در مرحله روشن و بوت شدن ماینر: این تابع مسئول بارگذاری و راهاندازی سیستم عامل، درایورها و سایر برنامه‌ها مورد نیاز برای شروع فعالیت ماینر است.

۲. تابع استخراج ارز(Mining Function):

در مرحله ماین کردن: این تابع مسئول اجرای الگوریتم‌های استخراج ارز و پردازش تراکنش‌ها در ماینر است. این تابع به صورت مکرر فراخوانی می‌شود تا ماینر بتواند ارزهای دیجیتال را استخراج کند.

۳. تابع کنترل و مدیریت(Control and Management Function):

در مرحله اسلیپ کردن: این تابع مسئول مدیریت ارتباط با شبکه و تنظیمات شبکه‌ای ماینر است. در مرحله ریست شدن نرمافزاری: این تابع مسئول بازنشانی سیستم عامل و نرمافزار ماینر به وضعیت اولیه است.

۴. تابع ریست سختافزاری(Hardware Reset Function):

در مرحله ریست شدن سختافزاری: این تابع مسئول تنظیم مجدد و راهاندازی قسمت‌های سختافزاری و اجزای ماینر به وضعیت اولیه است.

۵. تابع بروزرسانی و ریختن(firmware Update and Flashing Function):

در مرحله ریختن firmware از طریق پورت LAN و SD کارت: این تابع مسئول بارگذاری و بروزرسانی نرمافزار (firmware) ماینر از طریق پورت LAN یا SD کارت است.

توجه کنید که توابع فوق می‌توانند به صورت همزمان در مراحل مختلف عملکرد ماینر فراخوانی شوند و با همکاری بخش‌های مختلف ماینر، کارکرد صحیح و پایداری را تضمین می‌کنند. همچنین، توابع firmware ممکن است به

واسطه تنظیمات و وضعیت‌های مختلف ماینر در هر مرحله به صورت متفاوت عمل کنند و تنظیمات مخصوص به هر مرحله را انجام دهند.

منابع

<https://www.zeusbtc.com/ASIC-Miner-Repair/Parts-Tools-Details.asp?ID=۳۸۶>

<https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc/zynq-۷۰۰۰.html>

[https://lapmal.com/article/%D%8B%D%9A%D%8A-%D%8A%D%81%D%8B%D%8A%D%8B%D%81%D%87%D%8A%D%8DB%D%C-%D%80%D%88%D%8B%D%8AF%D%86%D%8DB%D%C%D%8A%D%8B%D%8A%D%8D%D%8B%D%81%D%8A%D%8DB%D%C%D%80%D%8A%D%8DB%D%C%D%86%D%8A%D%8DA%D%8B%D%81%D%8A%D%8AF%D%86%D%80](https://lapmal.com/article/%D%8B%D%9A%D%8A-%D%8A%D%81%D%8B%D%8A%D%8B%D%81%D%87%D%8A%D%8DB%D%C-%D%80%D%88%D%8B%D%8AF%D%86%D%8DB%D%C%D%8A%D%8B%D%8A%D%8D%D%8B%D%81%D%8A%D%8DB%D%C%D%80%D%8A%D%8DB%D%8C%D%86%D%8A%D%8DB%D%C%D%86%D%8A%D%8DA%D%8B%D%81%D%8A%D%8AF%D%86%D%80)

<https://support.bitmain.com/hc/en-us/articles/۳۱۰۰۱۹۴۹۳۶۵-S۹-series-S۹i-S۹j-S۹-Hydro-Control-Board-Program-Recovery#:~:text>To enable it,to the original position>

لينك درايو فايل ها

<Hv?usp=sharing•pHLIasLGPqN•h•DqEA^jk^ZKVOe> <https://drive.google.com/drive/folders/>

وظایف:

رها خداوردی: جمع آوری محتوا و ارائه بخش هش بود

مهردیه سادات بنیس: جمع آوری و تولید محتوا و ارائه کنترل برد و ارائه پاوربرد

ریحانه فر حمند: جمع آوری محتوا بخش سوال ۲ و نکات امتیازی و همچنین تولید پاورپوینت

عصومه محمدخانی: جمع آوری محتوا پاوربرد و تهییه گزارش و تولید پاورپوینت