دستورالعمل راه‌اندازی مجموعه کنترلر چیلر و مینی‌چیلر

OP-19

Rev.1

فهرست مطالب

۱- معرفی مجموعه کنترل چیلر و مینی‌چیلر MCLU ۱

۱-۱- معرفی مادربرد MCLU-Motherboard ۱

۱-۲- معرفی بردهای توسعه MCLU-Extension ۱

۱-۳- معرفی ریموت کنترل دیواری شبکه مدباس ۱

۲- مشخصات فنی ۲

۲-۱- مشخصات فنی مادربرد Motherboard ۲

۲-۲- مشخصات فنی بردهای توسعه Extension ۳

نحوه کارکرد کی‌پد و نمایشگر LCD ٤

۲-۳- مد نمایش ۴

۲-۴- مد تنظیمات ۴

۳- سناریوهای مختلف عملکرد ۷

۳-۱- کنترل یک سیکل تبرید با یک کمپرسو و یک فن کندانسور ۷

۳-۲- کنترل یک سیکل تبرید با دو کمپرسور مستقل و دو فن کندانسور ۸

۳-۳- کنترل دو سیکل تبرید با دو کمپرسور مستقل و دو فن کندانسور ۸

۳-۴- کنترل دو سیکل تبرید با چهار کمپرسور مستقل و چهار فن کندانسور ۱۰

۳-۵- فرآیند پیکربندی و تنظیمات پارامترها تا چهار سیکل تبرید ۱۲

۴- کنترلر شیر انبساط الکترونیکی ۱۲

۴-۱- عملکرد کالیبراسیون خودکار ۱۳

۴-۲- عملکرد نرمال ۱۳

۴-۳- عملکرد وضعیت خطا ۱۳

۴-۴- عملکرد کنترل دستی ۱۳

۴-۵- تنظیمات شیر انبساط الکترونیکی ۱۴

۵- لیست خطاها و نحوه بازیابی سیستم ۱۵

٦- ارتباط با شبکه مدباس ۱۷

۶-۱- تنظیمات ارتباط سریال ۱۷

۶-۲- دستورات قابل اجرا در پروتکل مدباس ۱۷

۶-۳- لیست رجیسترها ۱۸

فهرست جداول

جدول ۲-۱) مشخصات فنی مادربرد MCLU-MOTHERBOARD ۲
جدول ۲-۲) مشخصات فنی بردهای توسعه MCLU-EXTENSION..... ۳
جدول ۲-۳) مقادیر قابل نمایش در رابط کاربری..... ۴
جدول ۲-۴) دسته‌بندی منوها تا دو سطح..... ۶
جدول ۵-۱) لیست خطاها و فرآیند بازیابی اتوماتیک آنها..... ۱۵
جدول ۶-۱) مشخصات ارتباط سریال مدباس..... ۱۷
جدول ۶-۲) دستورات قابل اجرا در پروتکل مدباس ۱۷

فهرست اشکال

شکل ۲-۱) فلوچارت منوی تنظیم پارمترها..... ۵
شکل ۳-۱) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل یک سیکل با یک کمپرسور..... ۷
شکل ۳-۲) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل یک سیکل با دو کمپرسور ۸
شکل ۳-۳) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل دو سیکل با دو کمپرسور..... ۱۰
شکل ۳-۴) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل دو سیکل با چهار کمپرسور..... ۱۱
شکل ۳-۵) فلوچارت پیکیرندی و تنظیم پارمترها تا چهار سیکل..... ۱۲
شکل ۴-۱) فلوچارت تنظیم عملکرد شیر انبساط الکترونیکی..... ۱۴

۱- معرفی مجموعه کنترل چیلر و مینی‌چیلر MCLU

مجموعه کنترل چیلر و مینی‌چیلر از دو بخش اصلی جهت کنترل دستگاه و یک بخش جانبی به عنوان رابط کاربری و یا مانیتورینگ تشکیل شده است. ارتباط تمامی این بخش‌ها با یکدیگر از طریق ارتباط سریال و بر بستر RS-485 می‌باشد. دو بخش اصلی عبارتند از: مادربرد و بردهای توسعه ورودی/خروجی‌ها و بخش جانبی عبارت است از ریموت کنترل دیواری شبکه مدباس

۱-۱- معرفی مادربرد MCLU-Motherboard

همانطور که از نام این قسمت مشخص است مادربرد این مجموعه نقش کنترل اصلی دستگاه و ارتباط با کاربر را بر عهده دارد. این قسمت به گونه‌ای طراحی شده است که یک سیکل کامل تبرید شامل دو کمپرسور، دو فن کندانسور، پمپ آب، شیرهای برقی و شیر انبساط الکترونیکی را به وسیله انواع ورودی‌های آنالوگ از جنس دما و فشار کنترل نماید. از طرفی با استفاده از رابط کاربری در نظر گرفته شده بر روی آن، تنظیمات دستگاه شامل پیکربندی ورودی و خروجی‌ها، تعداد سیکل‌ها و کمپرسورهای متصل، عملکرد خروجی‌های مختلف و دیگر موارد را می‌توان تنظیم و کنترل نمود. همچنین ارتباط سریال مدباس جهت مانیتورینگ کارآمدتر و کنترل دستگاه از محل دلخواه را بر عهده دارد. علاوه بر موارد ذکر شده حفاظت‌های مربوط به برق ورودی دستگاه توسط این برد انجام می‌شود.

۱-۲- معرفی بردهای توسعه MCLU-Extension

این مجموعه کنترلی به گونه‌ای طراحی شده است که قابلیت کنترل بیش از یک سیکل تبرید را داشته باشد. به این منظور می‌بایست بتوان به نحوی تعداد ورودی و خروجی‌های مورد نیاز جهت کنترل سیکل‌های بیشتر تا حداکثر ۴ سیکل را فراهم نمود. این موضوع با استفاده از بردهای توسعه MCLU-Extension قابل انجام است. هریک از این بردها به گونه‌ای طراحی شده است که تمامی ورودی و خروجی‌ها برای کنترل یک سیکل اضافه را فراهم می‌آورد و با اتصال آن به مادربرد اصلی یک سیکل به سیکل‌های تحت کنترل اضافه می‌شود.

۱-۳- معرفی ریموت کنترل دیواری شبکه مدباس

این قسمت وظیفه ایجاد ارتباط بهتر با مادربرد را بر عهده دارد. این ارتباط در بستر RS485 و با پروتکل مدباس انجام می‌شود. پروتکل مدباس یک پروتکل استاندارد بوده و با توجه به این موضوع قابلیت کنترل و مانیتورینگ از هر مجموعه بالادستی دیگر همانند شبکه‌های مدیریت ساختمان (BMS)، رابط‌های کاربری HMI و . . . از طریق رابط سریال مدباس این مجموعه امکانپذیر خواهد بود. در این مجموعه کنترلی یک ریموت دیواری اختصاصی طراحی شده است که با استفاده از آن می‌توان دستگاه را کنترل و پارامترهای آنرا تنظیم کرد.

۲– مشخصات فنی

۲–۱– مشخصات فنی مادربرد Motherboard

جدول ۲-۱) مشخصات فنی مادربرد MCLU-Motherboard

ورودی و خروجی‌ها	۸ خروجی دیجیتال	۲ خروجی ۵ آمپر، کمپرسور اسکرال ۲ خروجی ۵ آمپر، فن کندانسور ۱ خروجی ۵ آمپر، پمپ آب ۱ خروجی ۵ آمپر، شیر برقی Solenoid ۱ خروجی ۷ آمپر، آلارم ۱ خروجی ۵ آمپر، رزرو شده
	۵ ورودی دیجیتال	۲ ورودی سیگنال سویچ‌های High/Low Pressure ۲ ورودی سویچ اضافه با کمپرسورها ۱ ورودی سیگنال Flow Switch
	۵ وروی آنالوگ دما از نوع NTC	دمای آب ورودی و خروجی سیستم Inlet و Outlet دمای کویل‌های Suction و Discharge سنسور دمای رزرو
	۲ ورودی آنالوگ 4-20mA و یا 0-5V	ورودی ترنسمیتر فشار Suction ورودی ترنسمیتر فشار Discharge
	۲ خروجی آنالوگ 0-10V	خروجی آنالوگ جهت کنترل سرعت فن کندانسور خروجی آنالوگ جهت کنترل درایو موتور برای کمپرسور
	سایر موارد	اتصال ریموت کنترل دیواری جهت نمایش خطا و تنظیم عملکرد خروجی شیر انبساط الکترونیکی از نوع Unipolar ارتباط سریال RS-485 برای اتصال بردهای توسعه Extension کنترل فاز داخلی ورودی ترانس CT برای سنجش جریان سه فاز کمپرسورها کی‌پد و نمایشگر برای ایجاد رابط کاربری
فانکش‌های عملکردی	کنترل یک سیکل کامل تبرید در حالت سرمایش شامل دو کمپرسور اسکرال Tandem مدیریت زمان و ترتیب کارکرد کمپرسورها و امکان بالاس زمان کارکرد آنها راه‌اندازی فن کندانسور با استفاده از خروجی دیجیتال و یا خروجی آنالوگ PID راه‌اندازی پمپ آپ و شیر برقی کنترل خط مایع (Solenoid Valve) کنترل سوپرهیت با با استفاده از کنترل شیر انبساط الکترونیک با روش کنترل PID مدیریت کامل خطاها جهت بازیابی خودکار دستگاه	
فانکشن‌های حفاظتی	کنترل فاز داخلی و کنترل جریان سه فاز هر یک از کمپرسورها خطای کمبود مبرد و خطای آنتی فریز خطای سنسور دما و سنسورهای فشار عملکرد سویچ‌های High Pressure، Low Pressure، Flow Switch و اضافه بار کمپرسور تجاوز از حد مجاز تعریف شده برای ترمیستورهای فشار High و Low	

	خطای میزان سوپرهیت خطای دمای تبخیر بالا و پایین مبرد
سایر موارد	اتصال ۳ برد توسعه Extension جهت افزایش تعداد ورودی و خروجی‌ها برای کنترل ۴ سیکل پشتیبانی از پروتکل Modbus-RTU جهت اتصال به ریموت کنترل دیواری و یا HMI و یا BMS تنظیم مشخصات ورودی‌ها و خروجی‌ها و پیکربندی برد از طریق کی‌پد و نمایشگر تنظیم کلیه پارامترها و مشاهده وضعیت سیستم با استفاده از پروتکل Modbus-RTU اخطار جهت بازرسی دوره‌ای دستگاه دارای برنامه‌های پیش فرض جهت تسهیل فرآیند تنظیم و پیکربندی امکان بازگشت به تنظیمات پس از قطه و وصل برق
مشخصات فیزیکی	۱۱۵ × ۲۲۰ میلیمتر IP20

۲-۲- مشخصات فنی بردهای توسعه Extension

جدول ۲-۲) مشخصات فنی بردهای توسعه MCLU-Extension

ورودی و خروجی‌ها	تعداد ۵ خروجی دیجیتال	۲ خروجی ۵ آمپر، کمپرسور اسکرال ۲ خروجی ۵ آمپر، فن کندانسور ۱ خروجی ۵ آمپر، شیر برقی Solenoid
	۴ ورودی دیجیتال	۲ ورودی سیگنال سویچ‌های High/Low Pressure ۲ ورودی سویچ اضافه با کمپرسورها
	۳ وروی آنالوگ دما از نوع NTC	دمای کویل‌های Suction و Discharge سنسور دمای رزرو
	۲ ورودی آنالوگ 4-20mA و یا 0-5V	ورودی ترنسمیتر فشار Suction ورودی ترنسمیتر فشار Discharge
	سایر موارد	خروجی شیر انبساط الکترونیکی از نوع Unipolar ورودی ترانس CT برای سنجش جریان سه فاز کمپرسورها
فانکش‌های عملکردی	ارتباط سریال با مادربرد جهت دریافت فرامین روشن و خاموش سیکل تحت کنترل ارتباط سریال با مادربرد جهت انتقال دیتا خطاهای وقوع پیوسته کنترل یک سیکل تبرید در حالت سرمایش شامل دو کمپرسور اسکرال Tandem کنترل سوپرهیت با با استفاده از کنترل شیر انبساط الکترونیک با روش کنترل PID	
فانکشن‌های حفاظتی	خطای کمبود مبرد خطای سنسور دما و سنسورهای فشار عملکرد سویچ‌های High Pressure، Low Pressure و اضافه بار کمپرسور تجاوز از حد مجاز تعریف شده برای ترمیستورهای فشار High و Low خطای میزان سوپرهیت خطای دمای تبخیر بالا و پایین مبرد	
سایر موارد	دیپ سویچ آدرس با رزولوشن ۲ بیت	
مشخصات فیزیکی	۱۱۵ × ۱۶۰ میلیمتر IP20	

نحوه کارکرد کی‌پد و نمایشگر LCD

رابط کاربری شامل کی‌پد و نماشگر LCD کاراکتری برای مشاهده وضعیت و تنظیم عملکرد دستگاه بر روی مادربرد تعبیه شده است و به طور پیش فرض دو مد اصلی عملکردی برای آن در نظر گرفته شده است که این دو مد عبارتند از: مد نمایش و مد تنظیمات. همچنین تعداد چهار کلید با ترکیب‌های Enter، Escape و جهت‌های بالا و پایین برای ورود به منوها و تغییر مقادیر در نظر گرفته شده است که در ادامه به توضیح این بخش‌ها می‌پردازیم.

۲-۳- مد نمایش

مد پیش فرض رابط کاربری، مد نمایش می‌باشد. در این مد، مقادیر سنسورها شامل سنسورهای دما، سنسورهای فشار و عملکرد شیر انبساط الکترونیکی و فرآیند کنترل سوپرهیت نمایش داده می‌شود . به طور کلی ۵ وضعیت نمایش مقادیر درنظر گرفته شده است که کاربر با استفاده از کلیدهای Enter و Escape بین این موارد جابه‌جا می‌شود. این ۵ حالت در جدول زیر قابل مشاهده هستند.

جدول ۲-۳) مقادیر قابل نمایش در رابط کاربری

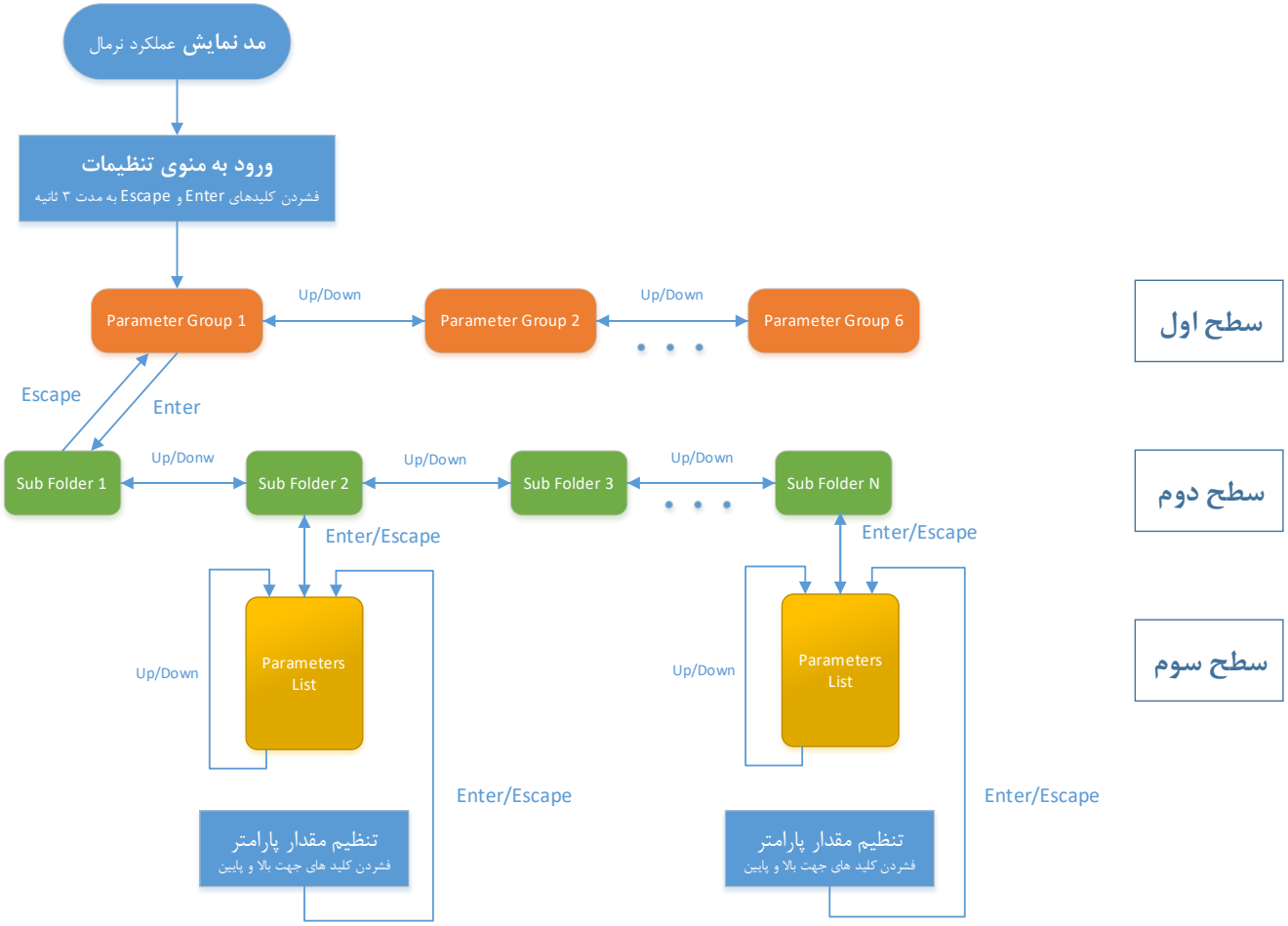
وضعیت فعال	موارد نشان داده شده	واحد اندازه‌گیری
وضعیت ۱	دمای آب ورودی Inlet Water Temp دمای آب خروجی Outlet Water Temp	درجه سانتیگراد
وضعیت ۲	دمای محیط بیرون Ambient Temp دمای سنسور رزرو (Reserved)	درجه سانتیگراد
وضعیت ۳	دمای کویل دیسشارژ Discharge Temp دمای فشار کویل دیسشارژ Discharge Pressure	درجه سانتیگراد / Bar
وضعیت ۴	دمای کویل دیسشارژ Suction Temp دمای فشار کویل دیسشارژ Suction Pressure	درجه سانتیگراد / Bar
وضعیت ۵	دمای سوپر هیت Superheat Temp میزان باز بودن شیر انبساط الکترونیکی	درجه سانتیگراد / درصد

۲-۴- مد تنظیمات

ورود به منوی تنظیمات و تغییر در مقادیر این قسمت می‌بایست توسط فرد متخصص انجام شود زیرا ممکن است در عملکرد کلی دستگاه تغییر ایجاد شود.

مد تنظیمات به منظور تغییر پارامترهای مادربرد و پیکربندی کلی دستگاه در نظر گرفته شده است. کلیه پارامترهای دستگاه در سه لایه

دسته بندی شده‌اند که دسترسی به هریک از آنها با استفاده از کی‌پد امکان‌پذیر می‌باشد. برای ورود به منوی تنظیمات و دسترسی به پارامترها با توجه به فلوچارت زیر عمل می‌کنیم.



شکل ۲-۱) فلوچارت منوی تنظیم پارمترها

- پس از تنظیم مقدار هر پارامتر در صورتیکه کلید Enter فشرده شود مقدار آن ثبت و در صورتیکه کلید Escape فشرده شود به مقدار پیش از ورود به آن باز می‌گردد.
- در صورتیکه کلید Escape را ۴ مرتبه فشار دهیم، کلیه تغییراتی که اعمال شده‌اند لغو خواهد شد و هیچ یک از تغییرات اعمالی ذخیره نخواهد شد.
- برای ذخیره پارامترها می‌بایست ۱۰ ثانیه بدون فشردن کلیدها صبر نموده تا عبارت Saving بر روی LCD نمایش داده‌شود.
- پس از ذخیره پارامترها، مادربرد به صورت خودکار ریست شده و کلیه فرآیندها از ابتدا آغاز خواهند شد.

جدول زیر دسته بندی پارامترهای مادربرد را در دو سطح نشان می‌دهد. برای مطالعه جزئیات بیشتر و سطوح پایین‌تر به سند مربوط به لیست پارامترهای چیلر و مینی‌چیلر مراجعه نمایید.

جدول ۲-٤) دسته‌بندی منوها تا دو سطح

سطح اول	سطح دوم	
Main Cycle پارامترهای تنظیم ورودی و خروجی‌های سیکل اصلی و پارامترهای مشترک با سایر سیکل ها	ورودی آنالوگ – دیسشارژ	Analog Input - Discharge
	ورودی آنالوگ – ساکشن	Analog Input - Suction
	ورودی آنالوگ – دما	Analog Input - Temp
	خروجی آنالوگ – کمپرسور	Analog Output - Comp
	خروجی آنالوگ – فن	Analog Output - Fan
	ورودی دیجیتال – فلو سویچ	Digital Input - Flow
	ورودی دیجیتال – سویچ فشار بالا	Digital Input - HP
	ورودی دیجیتال – سویچ فشار پایین	Digital Input - LP
	ورودی سنسور جریان کمپرسور	Digital Input - OC
	ورودی دیجیتال – سنسور اضافه بار کمپرسور	Digital Input - OL
	کنترلر اکسپنشن ولو	EEV Controller
	تنظیمات سوپر هیت	Superheat Control
	تنظیمات کنترل فاز	Phase Control
Cycle 2 پارامترهای تنظیم ورودی و خروجی‌های سیکل دوم	ورودی آنالوگ – دیسشارژ	Analog Input - Discharge
	ورودی آنالوگ – ساکشن	Analog Input - Suction
	ورودی آنالوگ – دما	Analog Input - Temp
	ورودی دیجیتال – سویچ فشار بالا	Digital Input - HP
	ورودی دیجیتال – سویچ فشار پایین	Digital Input - LP
	ورودی سنسور جریان کمپرسور	Digital Input - OC
	ورودی دیجیتال – سنسور اضافه بار کمپرسور	Digital Input - OL
	کنترلر اکسپنشن ولو	EEV Controller
Cycle 3 پارامترهای تنظیم ورودی و خروجی‌های سیکل سوم	مشابه سیکل ۲	Same as Cycle 2
Cycle 4 پارامترهای تنظیم ورودی و خروجی‌های سیکل چهارم	مشابه سیکل ۲	Same as Cycle 2
Operation پارامترهای مربوط به عملکرد	پارامترهای عملکردی	Function
	پارامترهای تنظیم دما	Temperature
	پارامترهای تنظیم زمانبندی‌ها	Timming
Monitoring مانیتورینگ	لیست خطاهای به وقوع پیوسته	Error Log
	مقادیر فشارها	Pressures
	وضعیت خروجی‌های دستگاه	Status
	مقادیر دماها	Temperature
	مدت زمان کارکرد کمپرسورها	Timming

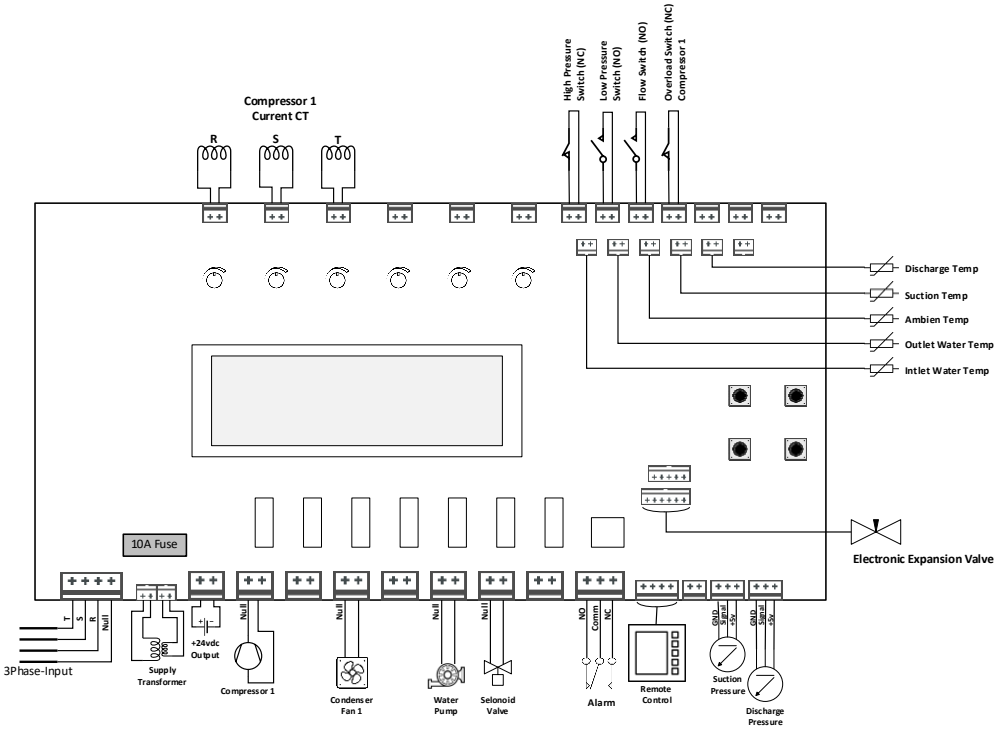
- برای کسب اطلاعات بیشتر و بررسی جزئیات هر یک از پارامترها به سند مربوط به لیست پارامترها مراجعه گردد.

۳- سناریوهای مختلف عملکرد

مجموعه کنترل چیلر و مینی‌چیلر MCLU به گونه‌ای طراحی و ساخته شده است که با انواع دستگاه‌های چیلر با یک الی چهار سیکل تبرید سازگاری داشته باشد. همانطور که پیشتر توضیح داده شده بود، مادربرد این مجموعه قابلیت راه‌اندازی یک سیکل کامل به همراه کلیه ادوات مورد استفاده در یک دستگاه چیلر را دارا می‌باشد و در صورتیکه نیاز به افزایش تعداد سیکل‌های تبرید داشته باشیم با اضافه کردن بردهای توسعه Extension به ازای هر سیکل اضافه، یک برد امکان توسعه عملکرد دستگاه وجود خواهد داشت. در ادامه به توضیح و نحوه سیم‌کشی ادوات دستگاه در هریک از این حالت‌ها می‌پردازیم.

۳-۱- کنترل یک سیکل تبرید با یک کمپرسو و یک فن کندانسور

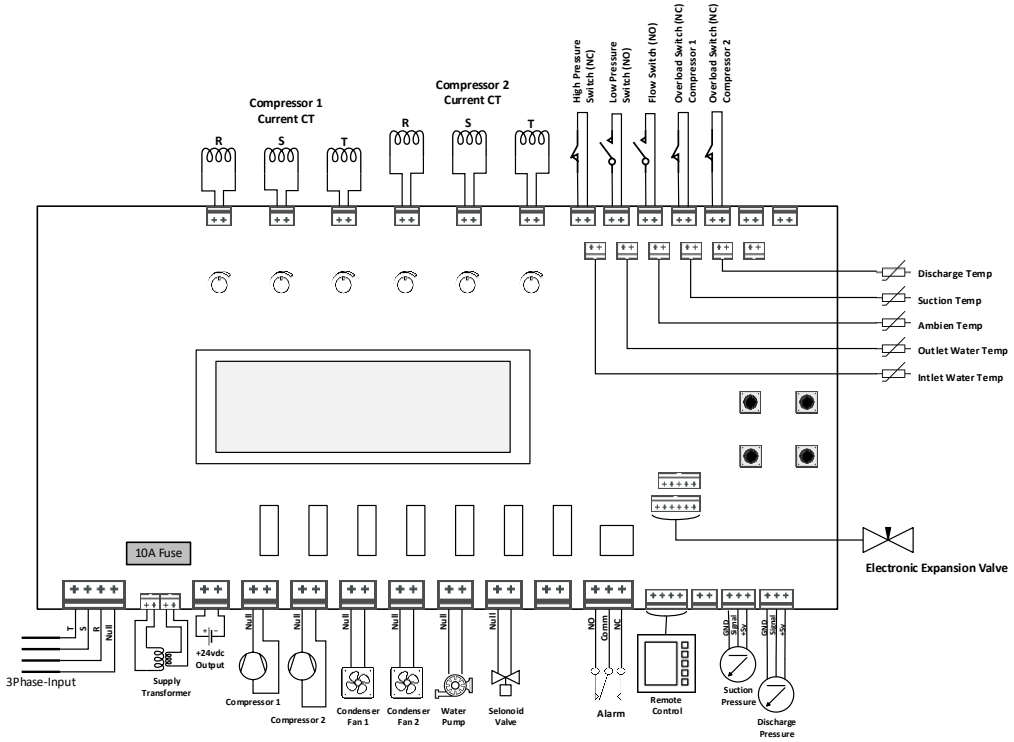
ساده‌ترین و عمومی‌ترین عملکرد یک دستگاه چیلر و مینی‌چیلر از ترکیب یک کمپرسور، یک فن کندانسور، پمپ آب، شیر برقی و سایر ادوات و سنسورها تشکیل می‌شود. نقشه سیم‌کشی این سناریو در زیر قابل مشاهده می‌باشد. به طور خلاصه عملکرد این حالت به این صورت است که با توجه به دمای ست پوینت تعیین شده کمپرسور دستگاه خاموش و روشن می‌شود. در این حالت استفاده از خروجی‌های آنالوگ برای راه‌اندازی کمپرسور و فن کندانسور نیز ممکن خواهد بود. همچنین امکان استفاده از شیر انبساط الکترونیکی نیز وجود دارد.



شکل ۳-۱) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل یک سیکل با یک کمپرسور

۳-۲- کنترل یک سیکل تبرید با دو کمپرسور مستقل و دو فن کندانسور

در این سناریو، دستگاه دو کمپرسور مستقل را برای یک سیکل تبرید راه‌اندازی می‌نماید و برای هر یک از این کمپرسورها یک فن کندانسور در نظر گرفته می‌شود. هر یک از کمپرسورها با توجه به مدت زمان کارکرد کمپرسور اصلی و مقدار دمای تنظیم شده، روشن و خاموش می‌شوند. در این حالت در صورت استفاده از خروجی آنالوگ برای فن کندانسور خروجی‌های رله فن‌های کندانسور غیر فعال خواهند شد. در این حالت امکان استفاده از خروجی آنالوگ برای کمپرسور وجود ندارد. تعداد کمپرسورهای تحت کنترل مادربرد با استفاده از پارامتر S2 تعیین می‌شود که در این حالت مقدار این پارامتر را بر روی عدد ۲ تنظیم می‌کنیم.



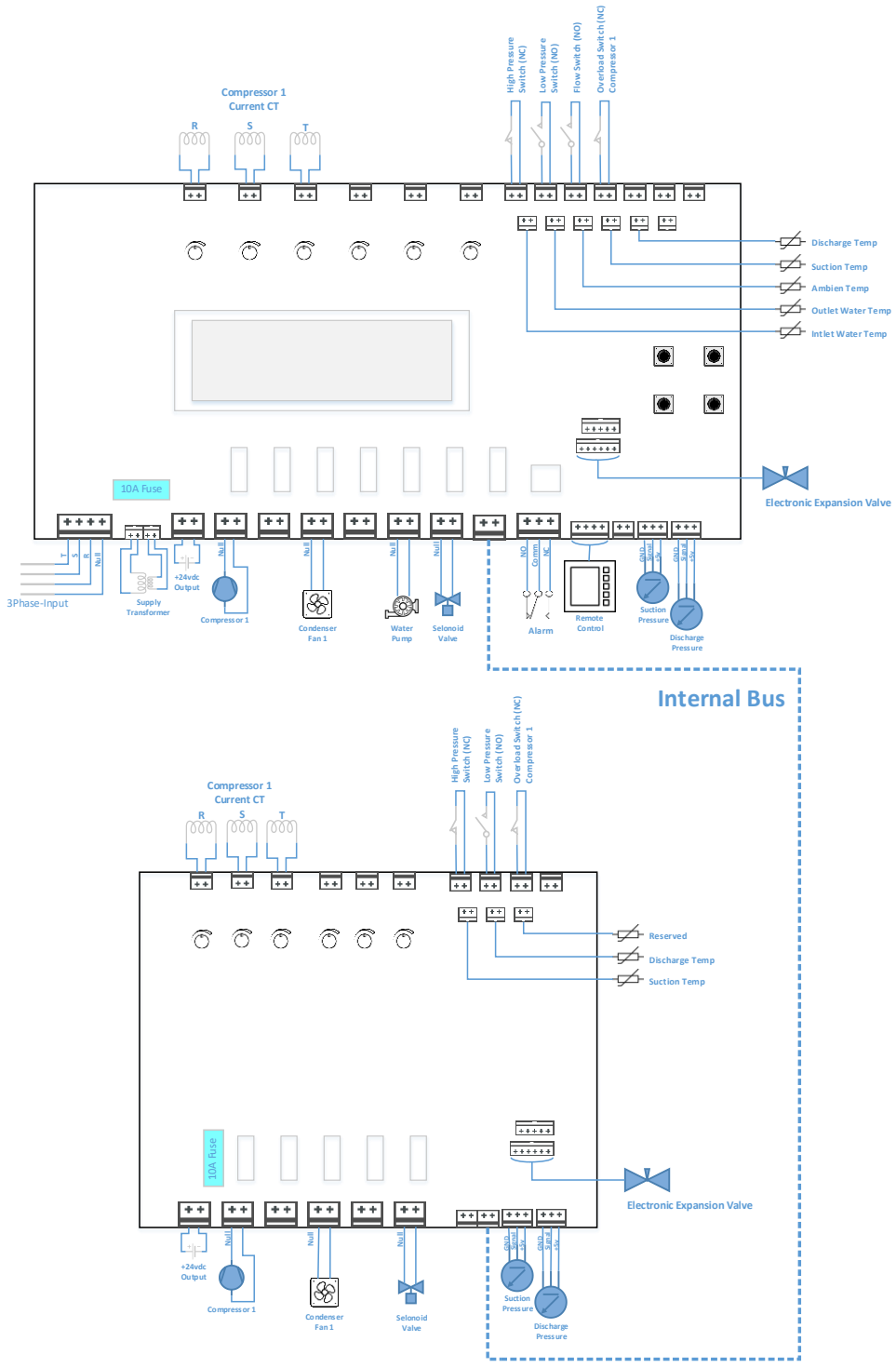
شکل ۳-۲) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل یک سیکل با دو کمپرسور

۳-۳- کنترل دو سیکل تبرید با دو کمپرسور مستقل و دو فن کندانسور

در این سناریو، دستگاه یک کمپرسور مستقل را برای هر از یک سیکل‌های تبرید راه‌اندازی می‌نماید و برای هر یک از این کمپرسورها یک فن کندانسور در نظر گرفته می‌شود. یک سیکل که به عنوان سیکل شماره یک در نظر گرفته می‌شود با استفاده از مادربرد و سیکل دیگر با استفاده از برد توسعه Extension. به طور پیش فرض سیکل متصل به مادربرد به عنوان سیکل اصلی و سیکل متصل به برد توسعه به عنوان سیکل فرعی در نظر گرفته می‌شود. درصورتیکه دمای آب خروجی پس از مدت زمان مشخصی به نزدیکی دمای تنظیم شده نرسد، سیکل دوم فعال شده و پس از رسیدن به دمای مطلوب سیکل‌های دستگاه با الگوریتم FILO از مدار خارج می‌شوند.

برای آنکه برد توسعه MCLU-Extension در حلقه ارتباط سریال (Internal Bus) با مادربرد قرار بگیرد می‌بایست آدرس آن در شبکه

ارتباط سریال به صورت سخت‌افزاری تعیین شود. برای این منظور با استفاده از دیپ‌سویچ‌های تعبیه شده بر روی آن، آدرس برد را بر روی مقدار **صفر** (تمامی سویچ‌ها در وضعیت خاموش) تعیین می‌کنیم. علاوه بر تنظیمات سخت‌افزاری برد توسعه، تعداد سیکل‌ها و کمپررسورهای تحت کنترل مادربرد نیز با استفاده از پارامترهای S1 و S2 تنظیم می‌شوند. برای این منظور پارامتر S1 را بر روی مقدار ۲ که معادل ۲ سیکل تبرید و پارامتر S2 را بر روی ۲ معادل مجموع تعداد کمپرسورهای درگیر تنظیم می‌نمایید. با توجه به محدودیت‌های سخت‌افزاری برد بردهای توسعه Extension، تنها کمپرسور و فن کندانسور متصل به مادربرد امکان راه‌اندازی با استفاده از خروجی آنالوگ را داشته و تجهیزات متصل به برد توسعه تنها به صورت دیجیتال عمل می‌کنند.

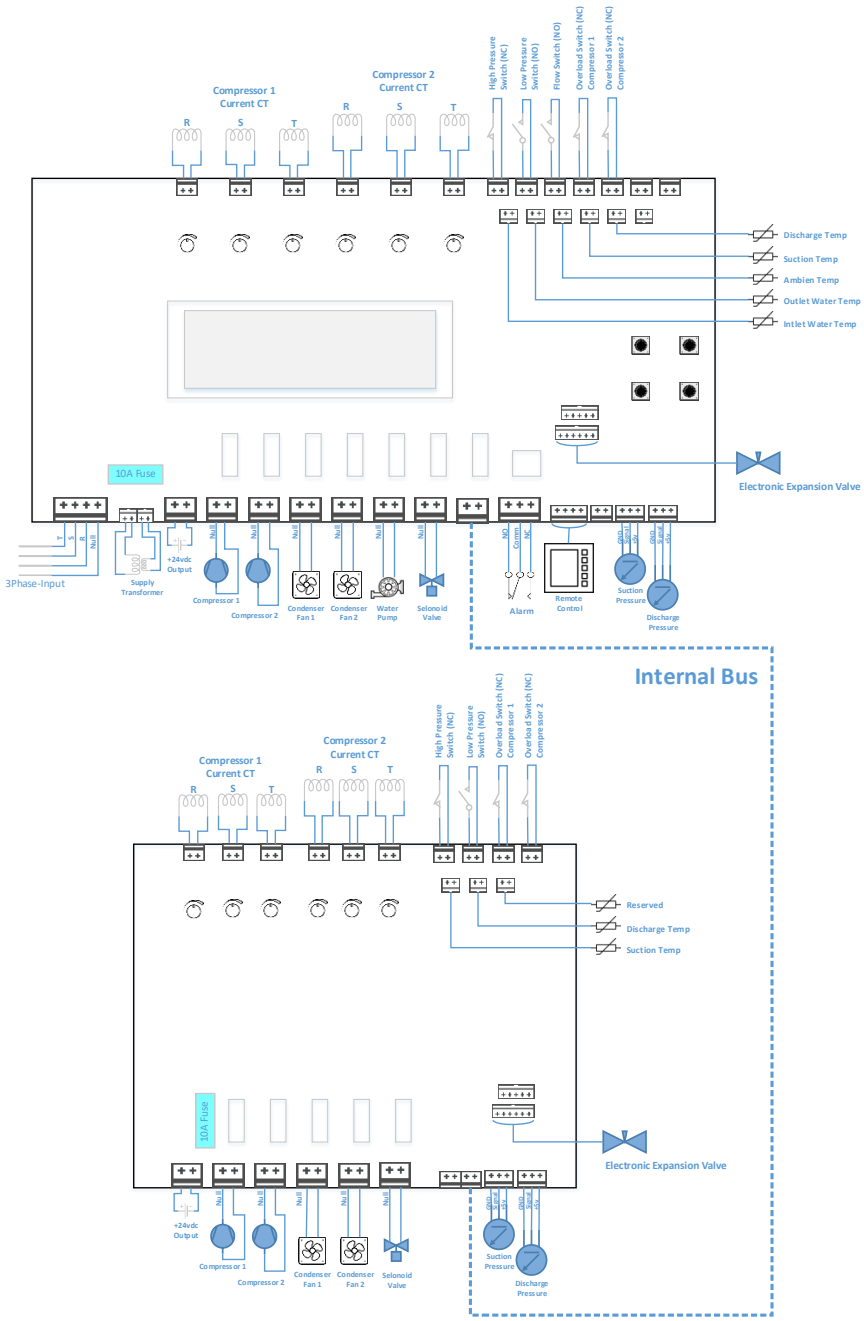


شکل ۳-۳) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل دو سیکل با دو کمپرسور

۳-۴- کنترل دو سیکل تبرید با چهار کمپرسور مستقل و چهار فن کندانسور

در این سناریو، مجموعه کنترلی چهار کمپرسور مستقل را برای دو سیکل مستقل تبرید راه‌اندازی می‌نماید و برای هر یک از این

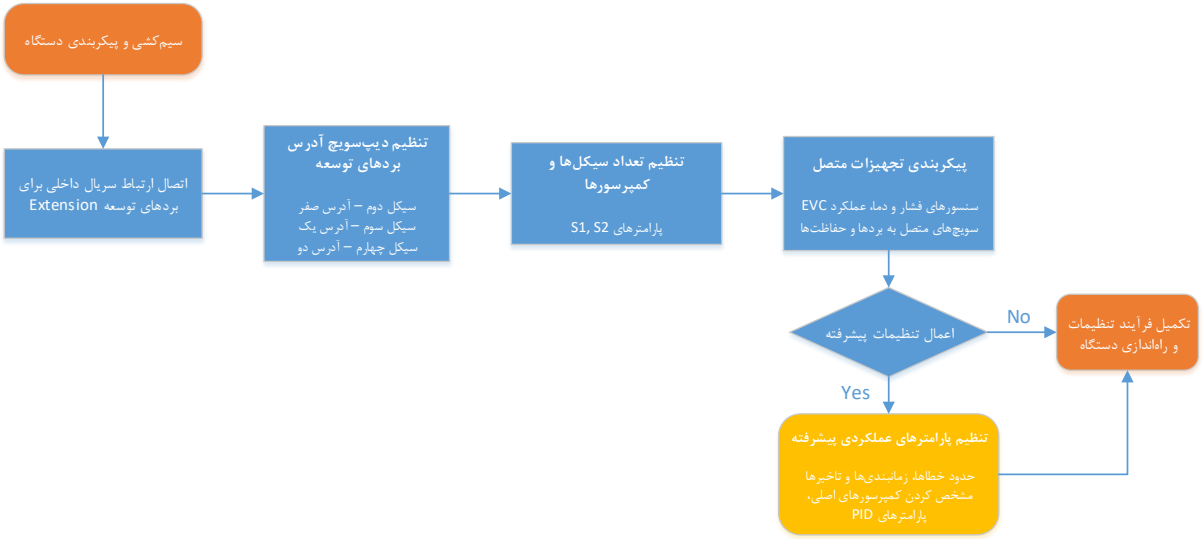
کمپرسورها یک فن کندانسور در نظر گرفته می‌شود. هر یک از کمپرسورها با توجه به مدت زمان کارکرد سیکل و کمپرسور اصلی و مقدار دمای تنظیم شده، روشن و خاموش می‌شوند. در این حالت تنها برای فن سیکل اول که به مادربرد اصلی متصل است امکان استفاده از خروجی آنالوگ وجود خواهد داشت. مقدار پارامتر S2 که نشان دهنده تعداد کمپرسورهای تحت کنترل مجموعه می‌باشد را بر روی مقدار ۴ و مقدار پارامتر S1 که نشان دهنده تعداد سیکل‌های عملکردی می‌باشد را بر روی مقدار ۲ تنظیم می‌کنیم. همچنین برای آنکه برد توسعه Extension در شبکه ارتباط سریال آدرس‌دهی شود، مقدار آدرس آنرا با استفاده از دیپ سویچ سخت‌افزاری تعبیه شده بر روی آن، بر روی مقدار **صفر** (هر دو سویچ در وضعیت خاموش) تنظیم می‌کنیم.



شکل ۳-٤) نقشه سیم‌کشی سناریو کنترل دو سیکل با چهار کمپرسور

۳–۵– فرآیند پیکربندی و تنظیمات پارامترها تا چهار سیکل تبرید

این مجموعه کنترلی قابلیت راه‌اندازی چهار سیکل مجزا و هشت کمپرسور مستقل را دارد. به طور کلی سیکل متصل به برد اصلی، سیکل اول و مابقی سیکل‌های متصل به بردهای توسعه Extension با توجه به آدرس آنها، سیکل‌های دو، سه و چهار تلقی می‌شوند. در قسمت‌های قبل نحوه تنظیمات و سیم‌کشی تجهیزات دستگاه برای دو سیکل توضیح داده شده‌است. در این قسمت فلوچارت شکل زیر، فرآیند کلی و مشابه برای اضافه کردن سیکل‌های بیشتر به مادر برد را توضیح می‌دهد.



شکل ۳–۵) فلوچارت پیکیرندی و تنظیم پارمترها تا چهار سیکل

۴– کنترلر شیر انبساط الکترونیکی

شیر انبساط الکترونیک به عنوان یکی از ادوات سیکل تبرید، موثر در بازده کلی سیستم و همچنین حفاظت کمپرسور نسبت به ورود مایع مبرد به آن نقش مهمی را ایفا می‌کند. این تجهیز در کنترل دمای سوپرهیت تاثیر گذار بوده و با توجه به دمای تنظیم شده برای آن مقدار باز یا بسته بودن شیر انبساط الکترونیک را تعیین می‌نماید. برای محاسبه مقدار سوپرهیت واقعی دستگاه، نیاز به اندازه‌گیری فشار و دمای کویل Suction و تنظیم مقادیر حد بالا و پایین آنها می‌باشد. همچنین مشخص نمودن نوع مبرد مصرفی و مشخصات الکترونیکی شیر انبساط تاثیر مستقیم در عملکرد صحیح این قسمت خواهد داشت. این مجموعه به گونه‌ای طراحی شده است که هر یک از سیکل‌های تبرید به طور مستقل عملکرد شیر انبساط الکترونیک خود را کنترل می‌کند. به عبارت دیگر کنترلر شیر انبساط بر روی بردهای توسعه ورودی و خروجی Extension نیز تعبیه شده است و این بردها به طور مستقل شیر الکترونیک متصل به خود را کنترل می‌کند.

۴-۱- عملکرد کالیبراسیون خودکار

با توجه به تکنولوژی استپ موتوری شیر انبساط، در صورت قطع برق سیستم کنترلی، موقعیت صفر آن از بین رفته و پس از اتصال مجدد برق نیاز به اجرای فرآیند کالیبراسیون برای بدست آوردن نقطه صفر آن وجود دارد. در این فرآیند که پیش از هر اقدامی انجام می‌شود، شیر انبساط به طور کامل و به میزان تعداد استپ‌های تعیین شده برای آن بسته شده و در موقعیت کاملا بسته قرار می‌گیرد. در طول مدت زمان اجرای فرآیند کالیبراسیون عبارت EEV Calibrating بر روی نمایشگر نشان داده می‌شود و پس از اتمام این فرآیند در صورت راه‌اندازی کمپرسور کنترل وضعیت شیر انبساط را در حال عملکرد نرمال ادامه می‌دهد.

۴-۲- عملکرد نرمال

در صورتیکه کمپرسور دستگاه در حال فعالیت باشد و خطایی در سیستم به وقوع نپیوسته باشد، کنترل شیر انبساط در شرایط نرمال عملکردی ادامه خواهد داشت. در این حالت با توجه به دمای سوپرهیت که با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده از دو سنسور فشار و دمای Suction محاسبه می‌شود، نسبت به دمای سوپرهیت تعیین شده برای سیستم، مقدار باز بودن شیر انبساط تعیین می‌شود. این فرآیند با استفاده از یک کنترلر PID داخلی عمل نموده و تا زمان رسیدن به مقادیر مطلوب مقدار باز بودن شیر انبساط به صورت مستمر محاسبه و اعمال می‌شود. برای رسیدن به بازدهی بیشتر، ضرایب کنترل PID از طریق لیست پارامترهای دستگاه قابل بهینه‌سازی می‌باشد. به طور کلی مقدار سوپرهیت واقعی محاسبه شده و مقدار باز بودن شیر انبساط الکترونیکی، در مد نمایش نمایشگر نشان داده می‌شود.

در شرایطی که کمپرسور دستگاه به دلیل رسیدن به مقدار دمای مطلوب آب خاموش شود و یا به اصطلاح دستگاه ترموستات کند، شیر انبساط کاملا بسته شده و تا زمان فعال شدن مجدد کمپرسور بسته خواهد ماند.

۴-۳- عملکرد وضعیت خطا

در اثر وقوع خطا در سیستم به هر دلیل که منجر به خاموش شدن کمپرسور دستگاه بشود، شیر انبساط به سرعت در وضعیت بسته قرار خواهد گرفت و مسیر عبور مبرد به داخل اواپراتور دستگاه را مسدود می‌نماید و تا زمان رفع خطا در وضعیت بسته باقی‌خواهد ماند.

۴-۴- عملکرد کنترل دستی

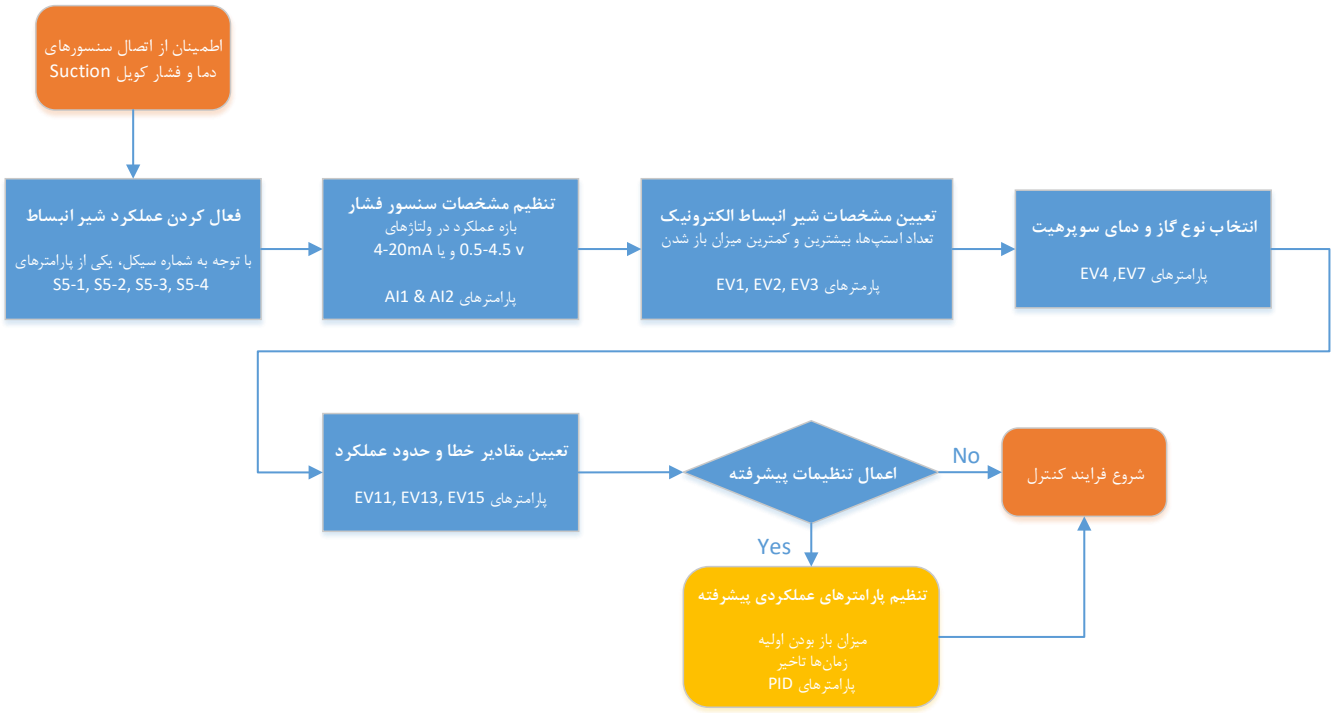
استفاده از این حالت می بایست توسط فرد متخصص انجام شود زیرا ممکن است در اثر تنظیمات اشتباه، آسیب جدی به کمپرسور دستگاه وارد شود.

به منظور عیب‌یابی و تغییر دستی مقدار باز یا بسته بودن شیر انبساط ، عملکرد کنترل دستی شیر انبساط الکترونیک در نظر گرفته شده است. برای استفاده از این حالت ابتدا می‌بایست با تغییر پارامتر EV0-Operation Mode، عملکرد آنرا از حالت اتوماتیک به حالت دستی تغییر داد. در حالت عملکرد دستی، پس از فعال شدن کمپرسور دستگاه، شیر انبساط کاملا باز شده و در وضعیت 100% قرار می‌گیرد و پس از آن با استفاده از جهت‌های بالا و پایین مقدار باز یا بسته بودن آن توسط کاربر قابل تنظیم می‌باشد. در این وضعیت میزان سوپرهیت اندازه‌گیری شده به طور همزمان بر روی صفحه نمایش قابل مشاهده می‌باشد. استفاده از این مد کاری فقط در مادربرد دستگاه امکانپذیر بوده و شیرهای انبساط متصل به بردهای توسعه ورودی و خروجی extension امکان تغییر به صورت دستی را ندارد.

- **پس از تکمیل فرآیند عیب‌یابی پارامتر EV0-Operation Mode را می‌بایست در وضعیت اتوماتیک قرارداد.**

۴-۵- تنظیمات شیر انبساط الکترونیکی

برای استفاده از عملکرد شیر انبساط الکترونیک، سنسورهای فشار و دمای کویل Suction می‌بایست متصل و تنظیمات آنها انجام شود. همچنین انتخاب نوع گاز مصرفی، مشخصات الکترونیکی شیر انبساط و همچنین تنظیمات عملکردی همانند دمای سوپرهیت، دمای تبخیر بالا و پایین و حدود فعال شدن خطاها می‌بایست تعیین شوند. فلوچارت زیر فرآیند تنظیم شیر انبساط الکترونیک را نشان می‌دهد.



شکل ٤-١) فلوچارت تنظیم عملکرد شیر انبساط الکترونیکی

۵- لیست خطاها و نحوه بازیابی سیستم

یکی از مهمترین و پیچیده‌ترین بخش‌های کنترل دستگاه چیلر و مینی‌چیلر، مدیریت خطاها و حفاظت‌هایی است که از اجزا مختلف دستگاه بویژه کمپرسور انجام می‌شود. فرآیند اجرا هریک از خطاها با توجه به میزان آسیب زنندگی آن به صورت اورژانسی و یا به صورت توالی اتفاق می‌افتد و با توجه به زمان مورد نیاز معمول جهت رفع آن خطا، فرآیند بازیابی متفاوت خواهد داشت. همچنین تعداد دفعات بازیابی اتوماتیک برای هر یک از خطاها متفاوت بوده و در صورت تجاوز از آن مقدار، عملکرد دستگاه تا زمان ریست دستی توسط فرد متخصص غیرفعال باقی خواهد ماند. جدول زیر لیست خطاها، شاخص‌ترین علت وقوع آنها و نحوه بازیابی آنها را مشخص کرده است.

جدول ۵-۱) لیست خطاها و فرآیند بازیابی اتوماتیک آنها

کد خطا	سیکل مرتبط	علت وقوع خطا	فرآیند توقف	نحوه بازیابی اتوماتیک	حداکثر دفعات بازیابی اتوماتیک پیش از قفل
E01-Flow Switch		عدم برقراری جریان آب	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۲۴ ساعت
E02-High outlet temp		دمای آب خروجی بیشتر از ۳۵ درجه	توالی	پس از گذشت ۶۰ دقیقه از وقوع خطا	۱۰ مرتبه
E03-Comp 1 Overload		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E04-Anti Freeze		کاهش دمای آب خروجی زیر ۴ درجه	توالی	۲ درجه افزایش دمای آب خروجی	بدون محدودیت
E05-LP Switch		عمل کردن سویچ فشار پایین مبرد	توالی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E06-HP Switch		عمل کردن سویچ فشار بالای مبرد	اورژانسی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E07-Comp 1 Overcurrent		افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E08-Comp 2 Overload		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E09-Phase sequence		جابه‌جا بودن فازهای ورودی RST	اورژانسی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه
E10-Low/High Voltage		بالا یا پایین بودن سطح ولتاژ ورودی	اورژانسی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E11-Maintenance Rout	سیکل اول	رسیدن به زمان تعمیرات دوره‌ای	توالی	غیر قابل بازیابی	۳۰۰۰ ساعت از کاکرد
E12-Temp Sensor Failure		نقص و یا قطعی در سنسورهای دما	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E13-Call for Service		رسیدن به زمان سرویس دوره‌ای	توالی	کارکرد عادی	-
E14-Suction Sensor Fail		نقص و یا قطعی سنسور ساکشن	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E15-Discharge Senor Fail		نقص و یا قطعی سنسور دیسشارژ	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E16-Low suction Press		فشار پایین سنسور ساکشن	توالی	پس از متعادل شدن فشار کویل ساکشن	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E17-High Discharge Press		فشار بالای سنسور دیسشارژ	اورژانسی	پس از متعادل شدن فشار کویل دیسشارژ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E18-Low Superheat		پایین بودن دمای سوپرهیت	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E19-Low Evap Temp		پایین بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E20-High Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت
E21-Comp 2 Overcurrent		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E33-Comp-1 Overload		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E34-Comp-2 Overload		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E35-LP Switch		عمل کردن سویچ فشار پایین مبرد	توالی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E36-HP Switch		عمل کردن سویچ فشار بالای مبرد	اورژانسی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E37-Comp 1 Overcurrent	سیکل دوم	افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E38-Comp 2 Overcurrent		افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E39-Maitenance Routine		رسیدن به زمان تعمیرات دوره‌ای	توالی	غیر قابل بازیابی	۳۰۰۰ ساعت از کاکرد
E40-Temp Sensor Faild		نقص و یا قطعی در سنسورهای دما	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E41-Suction Sensor Faild		نقص و یا قطعی سنسور ساکشن	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت

E42-Discharge Senor Fail		نقص و یا قطعی سنسور دیسشارژ	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E43-Low Suction Press		فشار پایین سنسور ساکشن	توالی	پس از متعادل شدن فشار کویل ساکشن	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E44-High Discharge Press		فشار بالای سنسور دیسشارژ	اورژانسی	پس از متعادل شدن فشار کویل دیسشارژ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E45-Low Superheat		پایین بودن دمای سوپرهیت	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E46-Low Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت
E47-High Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت
E49-Comp-1 Overload	سیکل سوم	عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E50-Comp-2 Overload		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E51-LP Switch		عمل کردن سویچ فشار پایین مبرد	توالی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E52-HP Switch		عمل کردن سویچ فشار بالای مبرد	اورژانسی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E53-Comp 1 Overcurrent		افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E54-Comp 2 Overcurrent		افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E55-Maitenance Routine		رسیدن به زمان تعمیرات دوره‌ای	توالی	غیر قابل بازیابی	۳۰۰۰ ساعت از کاکرد
E56-Temp Sensor Faild		نقص و یا قطعی در سنسورهای دما	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E57-Suction Sensor Faild		نقص و یا قطعی سنسور ساکشن	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E58-Discharge Senor Fail		نقص و یا قطعی سنسور دیسشارژ	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E59-Low Suction Press		فشار پایین سنسور ساکشن	توالی	پس از متعادل شدن فشار کویل ساکشن	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E60-High Discharge Press		فشار بالای سنسور دیسشارژ	اورژانسی	پس از متعادل شدن فشار کویل دیسشارژ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E61-Low Superheat		پایین بودن دمای سوپرهیت	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E62-Low Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت
E63-High Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت
E65-Comp-1 Overload	سیکل چهارم	عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E66-Comp-2 Overload		عمل کردن ترموسویچ کمپرسور	اورژانسی	غیر قابل بازیابی	۱ مرتبه
E67-LP Switch		عمل کردن سویچ فشار پایین مبرد	توالی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E68-HP Switch		عمل کردن سویچ فشار بالای مبرد	اورژانسی	پس از رفع خطا و غیر فعال شدن سویچ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E69-Comp 1 Overcurrent		افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E70-Comp 2 Overcurrent		افزایش جریان مصرفی کمپرسور	اورژانسی	پس از گذشت ۲۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E71-Maitenance Routine		رسیدن به زمان تعمیرات دوره‌ای	توالی	غیر قابل بازیابی	۳۰۰۰ ساعت از کاکرد
E72-Temp Sensor Faild		نقص و یا قطعی در سنسورهای دما	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E73-Suction Sensor Faild		نقص و یا قطعی سنسور ساکشن	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E74-Discharge Senor Fail		نقص و یا قطعی سنسور دیسشارژ	توالی	پس از رفع خطا	بدون محدودیت
E75-Low Suction Press		فشار پایین سنسور ساکشن	توالی	پس از متعادل شدن فشار کویل ساکشن	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E76-High Discharge Press		فشار بالای سنسور دیسشارژ	اورژانسی	پس از متعادل شدن فشار کویل دیسشارژ	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E77-Low Superheat		پایین بودن دمای سوپرهیت	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	۳ مرتبه در ۳ ساعت
E78-Low Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت
E79-High Evap Temp		بالا بودن دمای تبخیر مبرد	توالی	پس از گذشت ۱۰ دقیقه از وقوع خطا	مرتبه در ۳ ساعت

۶- ارتباط با شبکه مدباس

یکی از بارزترین ویژگی‌های مجموعه کنترل چیلر و مینی‌چیلر MCLU قابلیت اتصال آن به شبکه‌های بالادستی به واسطه ارتباط سریال RS-485 و با پروتکل Modbus-RTU می‌باشد. این ویژگی به ما این امکان را می‌دهد که با هر تجهیزاتی که امکان Master شدن برای پروتکل مدباس را داشته باشد، بتوان این مجموعه را مانیتور، کنترل و تنظیم نمود. یکی از قطعات پیش فرض این مجموعه ریموت کنترل دیواری مدباس می‌باشد که به طور اختصاصی برای این مجموعه طراحی شده است اما فارغ از استفاده از آن، دیگر شبکه‌های مدیریتی همانند شبکه مدیریت ساختمان BMS، سخت‌افزارهای رابط کاربری HMI و سایر تجهیزات سیستم‌های اتوماسیون امکان جایگزینی با ریموت کنترل اختصاصی و با در نظر گرفتن تنظیمات و آدرس‌های این پروتکل که در ادامه توضیح داده خواهد شد را دارند.

۶-۱- تنظیمات ارتباط سریال

ارتباط سریال این مجموعه به طور پیش فرض و غیر قابل تغییر در نظر گرفته شده است که مشخصات آن در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ٦-١) مشخصات ارتباط سریال مدباس

Hardware	**RS-485**	بستر ارتباطی
Protocol	**Modbus-RTU**	پروتکل ارتباطی
Baud Rate	**19200 bits/sec**	نرخ تبادل دیتا
Packet size	**8 bits**	سایز بسته دیتا
Parity	**None**	نوع بیت توازن
Number of Stop bits	**1-Stop bit**	تعداد استاپ بیت

۶-۲- دستورات قابل اجرا در پروتکل مدباس

به طور کلی دو مجموعه رجیستر در مادربرد MCLU تعریف شده است. بخشی از آن برای مشاهده مقادیر سنسورها و عملکرد مجموعه و بخش دیگر جهت تنظیم و اعمال تغییرات بر روی پارامترها. این دو گروه عبارتند از Holding Registers و Input Registers . جداول زیر دستورات قابل اجرا در پروتکل مدباس برای برقراری ارتباط با مادربرد را ارائه می‌دهد.

جدول ٦-٢) دستورات قابل اجرا در پروتکل مدباس

Function	Application	Slave ID	Function ID	Address	Quantity	Maximum Scan Rate
Read Input Register	Monitoring & Errors Log	165	0x04	0	58 Bytes	5000 msec
Read Input Register	Cycle 1 Errors	165	0x04	80	2 Bytes	5000 msec
Read Input Register	Cycle 2 Errors	165	0x04	82	1 Bytes	5000 msec
Read Input Register	Cycle 3 Errors	165	0x04	83	1 Bytes	5000 msec

Read Input Register	Cycle 4 Errors	165	0x04	84	1 Bytes	5000 msec
R/W Holding Register	Main Cycle Parameters List	165	0x03 / (0x06 or ox16)	0	85 Bytes	5000 msec
R/W Holding Register	Cycle – 2 Parameters List	165	0x03 / (0x06 or ox16)	100	17 Bytes	5000 msec
R/W Holding Register	Cycle – 3 Parameters List	165	0x03 / (0x06 or ox16)	120	17 Bytes	5000 msec
R/W Holding Register	Cycle – 4 Parameters List	165	0x03 / (0x06 or ox16)	120	17 Bytes	5000 msec
R/W Holding Register	Operation Parameters List	165	0x03 / (0x06 or ox16)	160	25 Bytes	5000 msec
R/W Holding Register	Functional Commands	165	0x03 / (0x06 or ox16)	220	5 Bytes	5000 msec

۶-۳- لیست رجیسترها

برای مشاهده لیست کامل رجیستر ها به سند مربوط به لیست رجیسترهای مراجعه گردد.