شرکت دانش بنیان

تجهیزات ابزار آزما

نوآوری و فناوری برای توسعه

دستور کار جامع آزمایشگاه کنترل صنعتی

دستور کار ویژه دانشجو

تجهیزات آزمایشگ
.aboratory Equipment

نوآوری و فناوری برای توسعه

خراسان رضوی، مشهد، بزرگراه آسیایی، جاده شهرک صنعتی طوس، شهرک فناوری های نوین غذایی، ساختمان پژوهش، طبقه اول، شرکت تجهیزات ابزار آزما

www.abzarazma.ir

info@abzarazma.com

www.aparat.ir/abzarazma

+98 51 35420099 (3line)

ازمایشگاه های الکترونیک قدرت و ماشین الکتریکی
Power Electronics and Electrical Machines Labs

ازمایشگاه های سیستم های قدرت و انرژی های نو
Power Systems and Renewable Energies Lab

ازمایشگاه ماشین های الکتریکی
- آموزنده ماشین های القایی(آسنکرون) (MC-100)
- آموزنده ترانسفورماتور (MC-101)
- آموزنده ماشین های DC الکتریکی (MC-102)
- آموزنده ماشین های سنکرون (MC-103)
- آموزنده درایو ماشین های القایی(آسنکرون) (MC-104)
- آموزنده ماشین های الکتریکی پیشرفته (MC-105)
- آموزنده ماشین های الکتریکی AC (MC-106)
- آموزنده ماشین های مخصوص (MC-107)
- آموزنده ماشین الکتریکی با قابلیت پایش و کنترل نرم افزاری (MC-110)
- آموزنده مدار گسترده DC (MC-111)
- آموزنده مدار گسترده AC (MC-112)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل ماشین های الکتریکی (MC-61)

ازمایشگاه الکترونیک صنعتی
- آموزنده الکترونیک صنعتی تکمیلی (IE-101)
- آموزنده الکترونیک صنعتی پیشرفته (IE-102)
- آموزنده الکترونیک صنعتی کنترل پیشرفته موتور (IE-103)
- آموزنده الکترونیک صنعتی یکسو سازها و برشگرها (IE-104)
- آموزنده الکترونیک صنعتی مبدل های DC به DC (IE-105)
- آموزنده الکترونیک صنعتی اینورتر و کنترل V/F (IE-106)
- آموزنده الکترونیک صنعتی سیکلو کانورتر (IE-107)
- آموزنده الکترونیک صنعتی با قابلیت پایش و کنترل نرم افزاری (IE-110)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل مبدل های توان (IE-67)

ازمایشگاه بررسی سیستم های قدرت
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت پایه (PSA-101)
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت ۱ (PSA-100)
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت پیشرفته (PSA-103)
- شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت تکمیلی (PSA-102)
- شبیه ساز تحلیل سیستم های انرژی (PSA-105)
- شبیه ساز جامع بررسی سیستم های قدرت (PSA-104)
- آموزنده رله و حفاظت و سیستم قدرت (RP-104)
- آموزنده رله و حفاظت و شبیه ساز پست برق (RP-103)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل سیستم های قدرت (RE-61)
- آموزنده رله و حفاظت و پست برق و سیستم های قدرت (RP-105)

ازمایشگاه حفاظت و رله
- آموزنده رله و حفاظت پایه (RP-100)
- آموزنده رله و حفاظت تکمیلی (RP-101)
- آموزنده رله و حفاظت پیشرفته (RP-102)
- آموزنده رله و حفاظت و شبیه ساز پست برق (RP-103)
- آموزنده رله و حفاظت و سیستم قدرت (RP-104)
- آموزنده رله و حفاظت و پست برق و سیستم قدرت (RP-105)
- آموزنده رله و حفاظت پست برق رله اضافه جریان (RP-106)
- آموزنده رله و حفاظت پست برق رله دیفرانسیل (RP-107)
- آموزنده رله و حفاظت پست برق رله دیستانس (RP-108)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل سیستم های قدرت (RE-61)

ازمایشگاه انرژی های نو
- آموزنده تولید برق خورشیدی(فتوولتاییک) (RE-100)
- شبیه ساز تولید برق بادی (RE-101)
- شبیه ساز تولید برق بادی پیشرفته (RE-102)
- شبیه ساز تولید برق بادی و خورشیدی (RE-103)
- آموزنده تولید برق پیل سوختی (RE-104)
- آموزنده تولید برق هایبرید (بادی-خورشیدی-پیل سوختی) (RE-105)
- ماژول مانیتورینگ و کنترل سیستم های قدرت (RE-61)

ازمایشگاه الکترونیک قدرت
- آموزنده الکترونیک قدرت (IE-108)

ازمایشگاه ریز موج و انتن
- آموزنده ریز موج و انتن (TC-104)

ازمایشگاه پردازش سیگنال های دیجیتال
- آموزنده پردازش سیگنال های دیجیتال DSP (DL-107)

ازمایشگاه سیستم های دیجیتال
- آموزنده میکرو کنترلر ARM (DL-104)
- آموزنده میکرو کنترلر PIC (DL-105)
- آموزنده سیستم های دیجیتال۲ (DL-106)
- آموزنده مدار منطقی (DL-101)
- آموزنده سیستم های دیجیتال۱ (DL-102)
- آموزنده میکرو کنترلر AVR (DL-103)

ازمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری
- میز ازمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری (CI-103)
- میز ازمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری (CI-101)

ازمایشگاه الکترونیک
- میز ازمایشگاه الکترونیک (CI-102)
- آموزنده جامع مدارهای الکترونیکی (AE-106)
- آموزنده مدارهای الکترونیکی۱ (AE-102)

ازمایشگاه الکترونیک انالوگ
- آموزنده مدارهای الکترونیکی (AE-105)
- آموزنده مدارهای الکترونیکی۳ (AE-104)
- آموزنده مدارهای الکترونیکی۲ (AE-103)

کارگاه الکترونیک
- کارگاه تجهیزات SMD (BE-106)
- کارگاه مدار چاپی (BE-104)

ازمایشگاه مدارهای پالس و دیجیتال
- آموزنده مدارهای تکنیک پالس (AE-101)
- آموزنده مدارهای مجتمع (AE-100)

ازمایشگاه های الکترونیک و مخابرات
Electronics and Telecommunications Labs

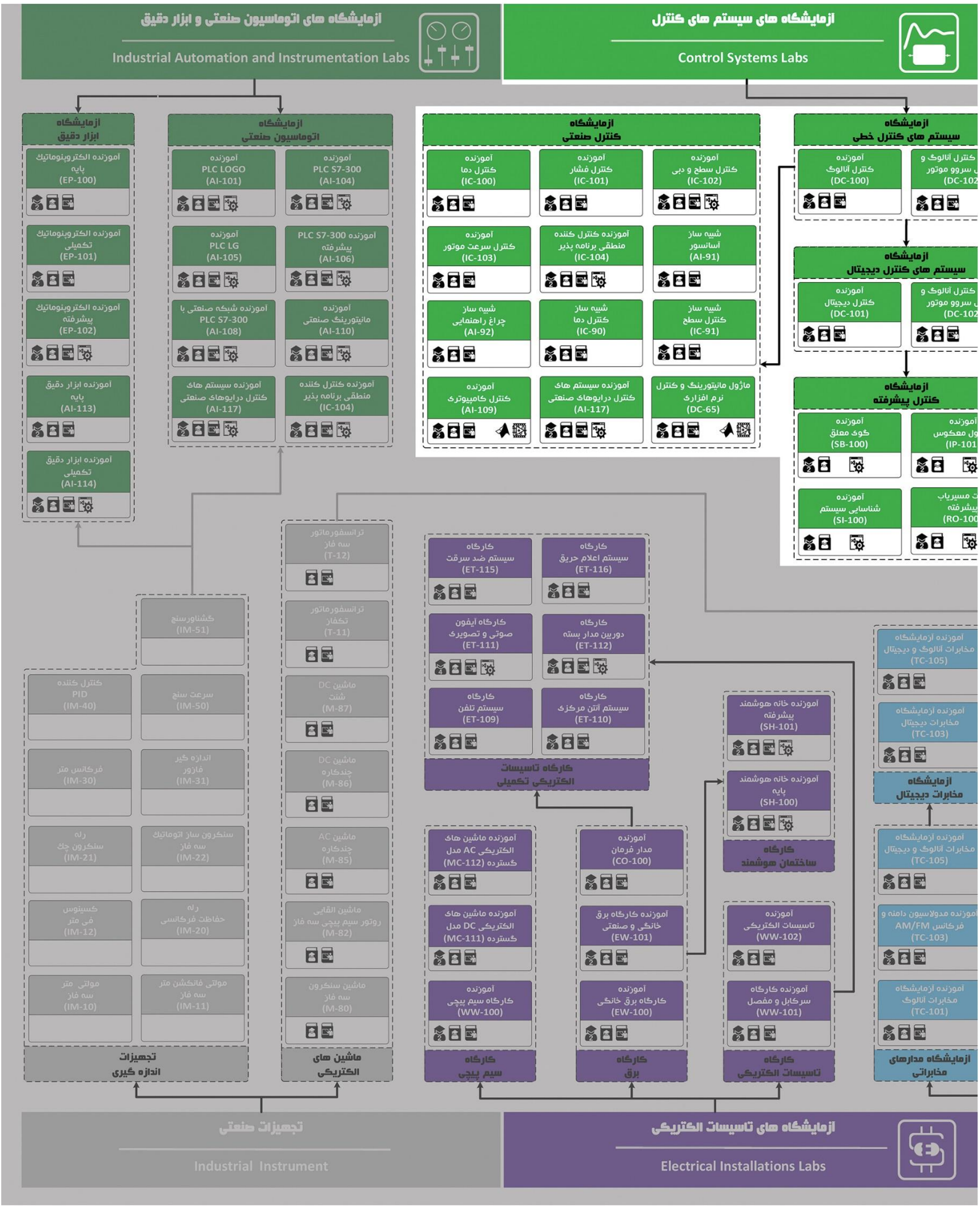
راهنما

- تعداد کاربر
- دستورکار مدرس
- اتصال به نرم افزار Matlab/Simulink
- دستورکار دانشجو
- اتصال به نرم افزار
- اتصال به نرم افزار Labview

شرکت دانش بنیان

تجهیزات ابزار آزما

هی مهندسی برق
Electrical Engineering



دستور کار آزمایشگاه کنترل صنعتی

اهداف:

هدف از این دستور کار معرفی تجهیزات آزمایشگاههای کنترل صنعتی و همچنین ارائه دستورکار لازم برای انجام آزمایشات می‌باشد.

پیشگفتار:

پیشنهاد می شود شروع آزمایشگاه با یک یا چند بازدید از مرکز کاربردی مرتبط با مطالب درس شروع شود. کارخانه‌جات صنعتی دارای سیستم‌های کنترل دما و غیره می‌توانند گزینه مناسبی برای بازدید دانشجویان به شمار روند.

در این دستور کار مطالب اساسی درس کنترل صنعتی در قالب ۲۶ آزمایش ارائه گردیده است. مشخصات هر آموزنده در پیوست شماره یک تا چهار تشریح داده شده است.

مطالب بیان شده در دستور کار هر آزمایش شامل مقدمه، شرح آزمایش و تحلیل و جداول مربوطه و در پایان سؤالات مربوط به آزمایش می‌باشد. این دستور کار طوری طرح شده است تا دانشجو حین انجام مراحل مختلف آزمایش بخش‌های مختلف آن را تکمیل نماید و با تحلیل نتایج حاصل به درک عمیق‌تری از مفاهیم کنترل فرآیندها دست یابد. طبیعتاً به دلیل زمان محدود آزمایشگاه، انجام برخی محاسبات در آزمایشگاه توسط دانشجو امکان پذیر نبوده و این مهم به بخش سؤالات انتهای هر بخش منتقل شده است.

هر دانشجو قبل از حضور در کلاس می‌بایست یک پیش گزارش راجع به مباحث جلسه جاری و گزارش تکمیل شده جلسه قبل را تحویل نماید. انجام بحث و تبادل نظر دانشجویان و مدرس کلاس راجع به نتایج حاصل از آزمایش‌هاتأثیر قابل ملاحظه ای در درک کنترل فرآیندها دارد. مسلماً گزارش حاصل همراه با نقص و کاستی‌هایی است که با پیشنهادات شما مدرسین و دانشجویان عزیز در نسخه های بعدی برطرف خواهد شد.

نکات مهم:

هشـــــدار۱ (اقـــدامـــات احتیاطی)

در هنگام انجام سیم بندی و یا قبل از هرگونه تغییری در مدار، دقت کنید که برق دستگاه قطع باشد.

ه شدار۲ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)

برای تعمیر تجهیزات از افراد واجد شـــرایط و با هماهنگی شـــرکت سازنده استفاده نمایید.

ه شدار۳ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)

هیچ‌گونه اصـــلاح و یا تغییری در وضـــعیت فعلی تجهیزات مجاز نیست.

ه شدار۴ (خطر آ سیب به تجهیزات)

به محدوده مجاز ورودی و خروجی‌های تجهیزات توجه شـــود و از اعمال ورودی خارج از محدوده مجاز به تجهیز خودداری شود.

هشـــــدار۵ (شـــــوک الکتریکی)

به منظور حفظ جان کاربران، آموزنده‌ها به سیم ارت مجهز می باشد لذا از صحت اتصال سیم ارت ساختمان محل آزمایشگاه، مطمئن باشید

هشـــــدار۶ (اقـــدامـــات احتیاطی)

اتصالات را به طور کامل بررسی کنید تا سیم‌ها اتصال کوتاه و یا رها شده نباشند.

هر اتصالی که ممکن است دو سطح ولتاژ مختلف را به هم اتصال کوتاه کند؛ بررسی گردد.

پیش از وصل کردن برق دستگاه، سیم‌بندی با حضور مدرس بررسی گردد.

هشـــــدار۷ (اقـــدامـــات احتیاطی)

در هنگام کار با اسیلوسکوپ متوجه باشید که زمین همه پروب‌ها به هم متصل هستند.

هنگامی که چند اندازه گیری مختلف انجام می دهید از ایزوله بودن پروب ها اطمینان حاصل نمائید.

دقت کنید که مد اندازه گیری مولتی متر را به در ستی انتخاب کرده باشید. هرگز از مد جریان برای سایر اندازه گیری ها استفاده نکنید

کلیه حقوق این اثر متعلق به شرکت تجهیزات ابزار آزما خاورمیانه می‌با شد. هرگونه کپی برداری از این اثر، غیرقانونی بوده و پیگرد قانونی دارد.

فهرست مطالب

نکات مهم: ۵
فهرست مطالب ۶
جدول راهنمای آزمایش ها ۷
۱ کنترل حلقه باز فشار مخزن ۱۰
۲ شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل فشار مخزن ۱۲
3 کنترل ON/OFF (دو وضعیتی) در فرآیند کنترل فشار ۱۵
۴ کنترل تناسبی P (Proportional) در فرآیند کنترل فشار ۱۹
۵ کنترل کننده تناسبی- انتگرالی PI در فرآیند کنترل فشار ۲۲
۶ کنترل کننده تناسبی-مشتقی PD در فرآیند کنترل فشار ۲۳
۷ کنترل کننده تناسبی-انتگرالی-مشتقی (PID) در فرآیند کنترل فشار ۲۴
8 تنظیم خودکار ضرایب PID با بهره گیری از قابلیت کنترلکننده Autonics در فرآیند کنترل فشار ۲۶
پیوست شماره یک ۲۷
پیوست شماره دو ۲۷
پیوست شماره سه ۲۷
پیوست شماره چهار ۲۷
پیوست شماره پنج ۲۷

جدول راهنمای آزمایش ها

شماره و عنوان آزمایش	IC 100	IC 101	IC 102	IC 103
۱- کنترل حلقه باز دمای فرآیند هوای داخل تونل	❋			
۲- شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل دمای تونل	❋			
۳- کنترل ON/OFF (دو وضعیتی) فرآیند کنترل دما	❋			
۴- کنترل تناسبی P (Proportional) در فرآیند کنترل دما	❋			
۵- کنترل کننده تناسبی- انتگرالی PI در فرآیند کنترل دما	❋			
۶- کنترل کننده تناسبی-مشتقی PD در فرآیند کنترل دما	❋			
۷- کنترل کننده تناسبی-انتگرالی-مشتقی (PID) در فرآیند کنترل دما	❋			
۸- تنظیم خودکار ضرایب PID با بهرهگیری از قابلیت کنترلکننده Autonics در فرآیند کنترل دما	❋			
۹- کنترل حلقه‌باز فشار مخزن		❋		
۱۰- شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل فشار مخزن		❋		
۱۱- کنترل ON/OFF (دو وضعیتی) در فرآیند کنترل فشار		❋		
۱۲- کنترل تناسبی P (Proportional) در فرآیند کنترل فشار		❋		
۱۳- کنترل کننده تناسبی- انتگرالی PI در فرآیند کنترل فشار		❋		
۱۴- کنترل کننده تناسبی-مشتقی PD در فرآیند کنترل فشار		❋		
۱۵- کنترل کننده تناسبی-انتگرالی-مشتقی (PID) در فرآیند کنترل فشار		❋		
۱۶- تنظیم خودکار ضرایب PID با بهره‌گیری از قابلیت کنترل‌کننده Autonics در فرآیند کنترل فشار		❋		
۱۷- شناسایی مدل فرایندهای کنترل دبی و سطح مایع			❋	
۱۸- تحلیل کنترل کننده PID برای فرایند کنترل سطح			❋	
۱۹- تحلیل کنترل کننده PID برای فرایند کنترل دبی			❋	

شماره و عنوان آزمایش	IC 100	IC 101	IC 102	IC 103
۲۰- طراحی کنترل کننده PID برای فرایندهای کنترل دبی و سطح مایع			❊	
۲۱- کنترل قطع- وصل و کنترل دو نقطه ای سطح مایع			❊	
۲۲- کنترل متوالی حلقه¬های کنترل دبی و سطح مایع			❊	
۲۳- شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل سرعت موتور				❊
۲۴- کنترل حلقه بسته سرعت موتور				❊
۲۵- بررسی اثر تغییر پارامترهای کنترلی بر رفتار فرآیند کنترل سرعت موتور				❊
۲۶- طراحی کنترل کننده PID سرعت موتور القایی				❊

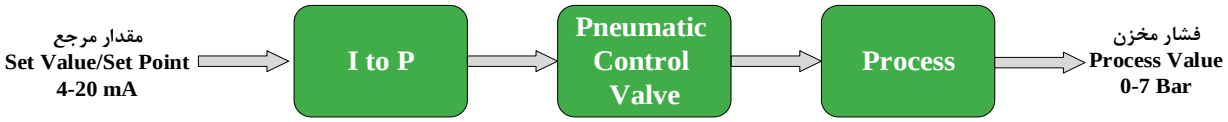
۱ کنترل حلقه‌باز فشار مخزن

۱-۱ مقدمه

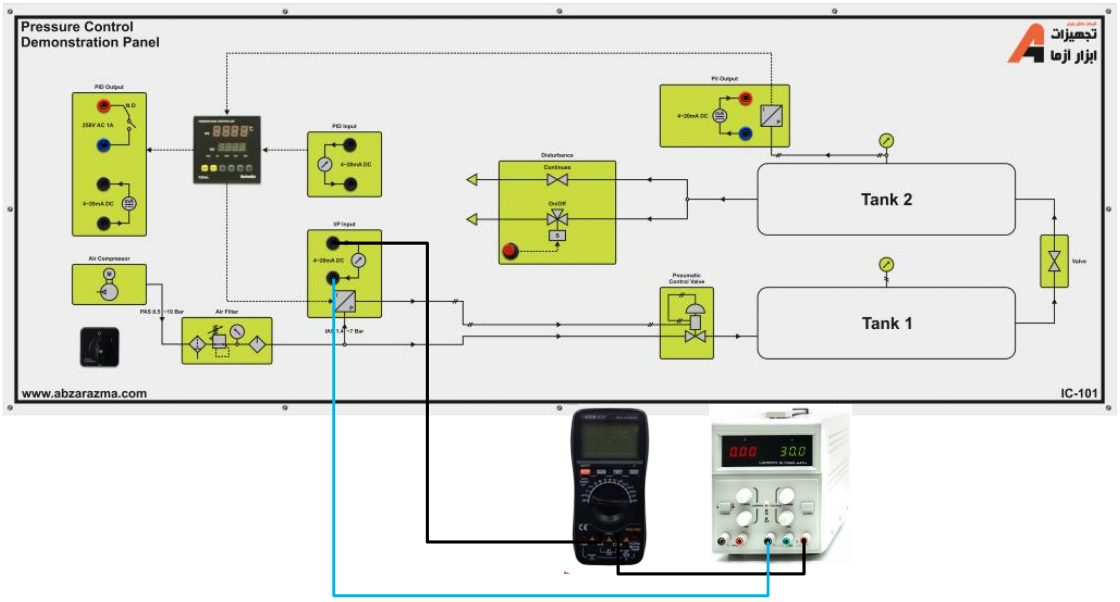
کنترل فشار مخازن در صنعت از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است و ارتباط مستقیمی با ایمنی سیستم دارد. بعضی اوقات کنترل فشار جهت حفظ کیفیت کار یک واحدانجام می شود. بعنوان مثال در برخی از راکتورهای گازی، واکنش ها در یک فشار معین انجام می شوند و یا در برجهای تقطیر، فشار در میزان جداسازی تأثیر داشته است.

۱-۲ آزمایش و تحلیل

هدف از این آزمایش راه‌اندازی و کنترل حلقه باز فشار مخزن می‌باشد. بلوک دیاگرام نشان داده شده در شکل ۱-۱ بیان می‌کند با اعمال یک سیگنال مرجع به شیر پیو سته، دهانه شیر متنا سب با میزان سیگنال مرجع باز شده و ف شار ورودی مخزن تغییر می‌کند. برای پیاده‌سازی آزمایش بر روی آموزنده IC101 مطابق شکل ۱-۲ عمل نمایید.



شکل ۱-۱ بلوک دیاگرام سیستم حلقه باز کنترل فشار مخزن



شکل ۱-۲ نحوه پیاده‌سازی آزمایش کنترل حلقه باز فرآیند فشار مخزن

مطابق شکل فوق برای اعمال سیگنال الکتریکی ۲۰-۴ میلی آمپر به مبدل جریان به فشار (I/P) از یک منبع DC متغیر ا ستفاده شود. دقت شـود ولتاژ منبع در ابتدا صـفر باشـد. برای آنکه ولتاژ اعمالی، جریان بیش از ۲۰ میلی آمپر را ایجاد نکند لذا حتما یک آمپرمتر با دقت قابل قبول سری با منبع تغذیه DC قرار گیرد.

شیر مربوط به اغتشاش پیو سته را ۱۰ درجه باز کنید و به تدریج، اقدام به افزایش ولتاژ منبع ورودی شود. پس از پیاده سازی **Error! Reference source not found.** را تکمیل نمایید.

جدول ۱-۱ نتایج پیاده‌سازی آزمایش کنترل حلقه باز فرآیند فشار مخزن

سیگنال کنترل (mA)	۵	۱۰	۱۵
درصد افزایش فشار در یک دقیقه			
فشار اعمال شده به شیر پنوماتیک			

۱-۳ سوالات آزمایش

۱- در مورد مزایا و معایب کنترل حلقه باز بحث کنید

۲- کنترل حلقه باز در چه فرآیندهایی نمی‌تواند به کار گرفته شود؟

۲ شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل فشار مخزن

۲-۱ مقدمه

اولین مرحله در کنترل هر فرایند داشتن اطلاعات کافی از مدل آن و یا به اصطلاح شناسایی آن سیستم است. هدف شناسایی به دست آوردن رابطه‌ای بین ورودی و خروجی فرایند اســـت که بتواند رفتار آن فرایند را با توجه به اهداف خاص کنترلی به خوبی بیان کند. شناسایی می‌تواند بر روی سیستم حلقه باز و یا حلقه بسته انجام گیرد ولی در حالت کلی روش‌های شناسایی به دو دسته استاتیکی و دینامیکی تقسیم می‌شوند.

در روش‌های اســتاتیکی، هدف بدســت آوردن تنها یک ضـریب بین ورودی و خروجی فرایند و یا به اصـطلاح بدســت آوردن بهره حالت دائمی آن است. مدل استاتیکی یک نقطه شروع خوب برای طراحی سیستم است چرا که با کمک آن بازه مناسب سیگنال کنترلی (اعمالی از عملگر) و بازه مناسب خروجی برای انتخاب سنسور مشخص می‌گردد.

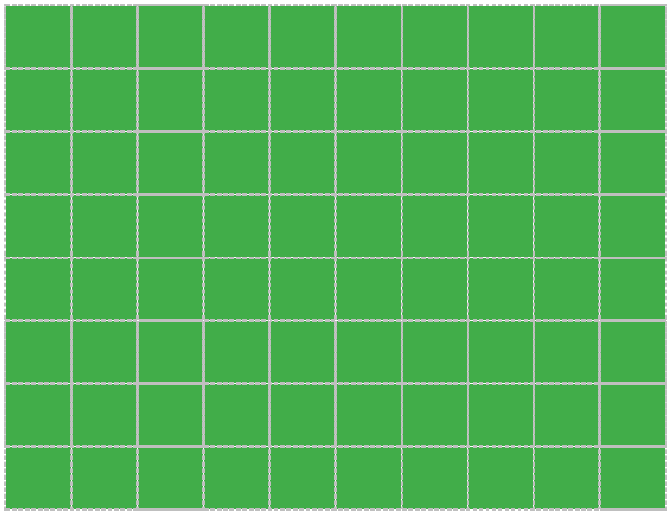
در روش‌های دینامیکی، چگونگی تغییرات خروجی در برابر تغییرات ورودی اهمیت دارد. از جمله بهترین روش‌های شـناسـایی دینامیکی می‌توان روش‌های مبتنی بر پاسخ پله را نام برد.

۲-۲ آزمایش و تحلیل

۲-۲-۱شناسایی مدل استاتیکی

در این آزمایش هدف شناسایی مدل استاتیکی فرآیند کنترل فشار مخزن است برای تحقق این هدف ابتدا سیستم را به صورت حلقه باز و در یک نقطه کار ثابت راه‌اندازی نمایید. سپس با اعمال یک پله محدود تغییرات خروجی فرآیند را که فشار مخزن می‌باشد؛ دنبال کنید تا خروجی ثابت شود. بهره استاتیکی فرآیند از حاصل تقسیم تغییرات خروجی به تغییرات ورودی حاصل خواهد شد.

مطابق جدول ۲-۱ شرایط انجام آزمایش مشخص شده است. این جدول را تکمیل نمایید سپس بهره استاتیکی و منحنی تغییرات فشار برحسب سیگنال کنترل اعمالی به I/P را در شکل ۲-۱ رسم نمایید.



شکل ۲-۱ منحنی تغییرات فشار بر حسب سیگنال کنترل اعمالی به عملگر

جدول ۲-۱ نتایج شناسایی مدل استاتیکی

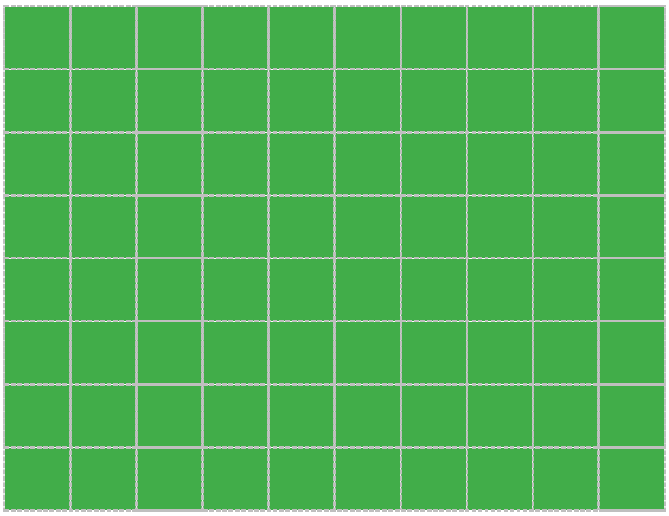
سیگنال کنترل (mA)	۰	۸	۱۵
درصد افزایش فشار در یک دقیقه			
فشار اعمال شده به شیر پنوماتیکی			
فشار خروجی در حالت دائم			

۲-۲-۲ شناسایی مدل دینامیکی

همانطور که پیش از این بیان گردید، در مدل دینامیکی چگونگی تغییرات خروجی با تغییر ورودی نیز از اهمیت بالایی برخوردار اســـت. برای شناسایی مدل دینامیکی فرآیند کنترل فشار مخزن ابتدا سیستم را در یک نقطه کار ثابت (به ازای سیگنال کنترل صفر) راه‌اندازی نمایید. سپس با اعمال پله به ورودی تغییرات خروجی را در فوا صل زمانی ۳۰ ثانیه ثبت کنید و در جدول ۲-۲ یاددا شت کنید. سپس منحنی تغییرات خروجی را در شکل ۲-۲ رسم نمایید.

جدول ۲-۲ نتایج شناسایی مدل دینامیکی

سیگنال کنترل (mA)	۰	۸										
زمان از لحظه اعمال پله (ثانیه)		۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۰	۲۱۰	۲۴۰	۲۷۰	۳۰۰	۳۳۰	۳۶۰
درصد افزایش فشار در ۳۰ ثانیه													
فشار اعمال شده به شیر													
فشار خروجی در حالت دائم													



شکل ۲-۲ منحنی تغییرات فشار بر حسب سیگنال کنترل اعمالی به عملگر

با توجه به منحنی رسم شده، درصد فراجهش، زمان خیز و ثابت زمانی فرآیند را بدست آورید

۳-۲ سوالات آزمایش

۱- در مورد پایداری فرآیند مورد مطالعه بحث کنید

۲- مدل استاتیکی و مدل دینامیکی چه کاربردهایی دارند؟ انتخاب سنسور و عملگر بر مبنای کدام مدل باید صورت پذیرد؟

۳ کنترل ON/OFF (دو وضعیتی) در فرآیند کنترل فشار

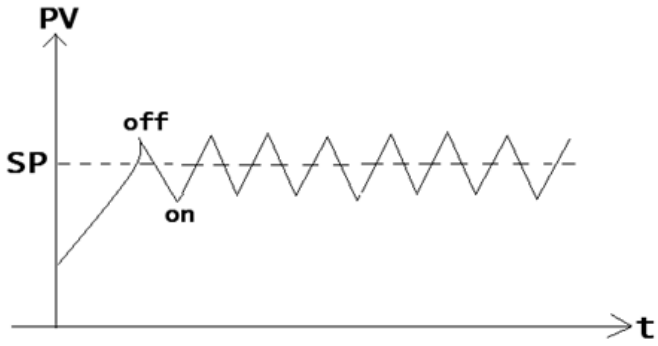
۳-۱ مقدمه

کنترل دو وضعیتی یک روش کنترل ارزان قیمت است و در مواردی که دقت بالایی مورد نیاز نیست استفاده می شود. مثال‌هایی از این نوع کنترل، اتو، فن رادیاتور ماشین، کنترل ارتفاع در مخازن و ..... می باشد.

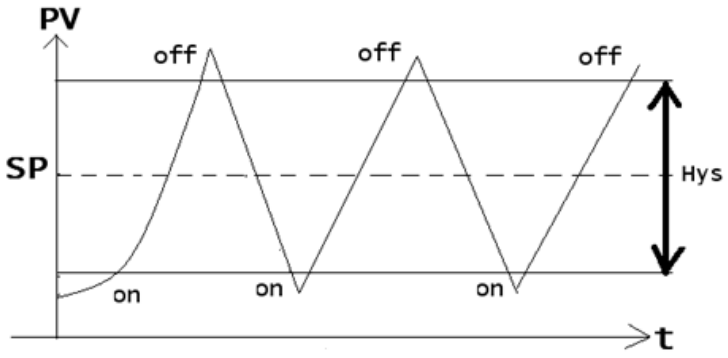
در کنترل ON/OFF خروجی کنترلر دارای دو حالت روشن یا خاموش می‌باشد و تغییر وضعیت زمانی رخ می دهد که مقدار پروسه به مقدار مطلوب برسد. یعنی عملگر اگر روشن است خاموش می شود و بالعکس.

پس از رسیدن مقدار پروسه به مقدار مطلوب خروجی تغییر وضعیت می دهد ولی ممکن است تغییرات کمیت متوقف نشود یعنی در اثر لختی پروسه مقدار کمیت کمی بیشتر یا کمتر شود (over shoot / under shoot) ولی چون عملگر تغییر وضعیت داده است زود میرا می شود و روند پروسه تغییر می کند.

همانطور که از شکل ۳-۱ پیداست تعداد دفعات قطع و وصل در کنترل دو وضعیتی بسیار بالاست و این امر باعث ایجاد استهلاک زیاد در قطعات مکانیکی می شود. برای کاهش دفعات قطع و وصل یک راه حل وجود دارد. به این صورت که مقدار مطلوب (SP) را یک نقطه در نظر نمی گیریم بلکه آنرا به صورت یک بازه تعریف می کنیم. یا اصطلاحا یک نقطه و یک حاشیه در دو طرف آن را به عنوان مقدار مطلوب (SP) در نظر می گیریم. به این حاشیه، هیسترزیس (Hystersis) یا باند مرده (dead band) گفته می‌شود. با افزایش هیسترزیس تعداد دفعات قطع و وصل کم می شود اما در عوض میزان دقت نیز کاهش می یابد. که مهندس کنترل باید تناسبی بین این دو پارامتر برقرار کند. یعنی به گونه ای هیسترزیس را تعیین کند که حتی المقدور کمترین تعداد قطع و وصل را داشته باشیم و از طرفی میزان دقت در حد قابل قبولی باشد.



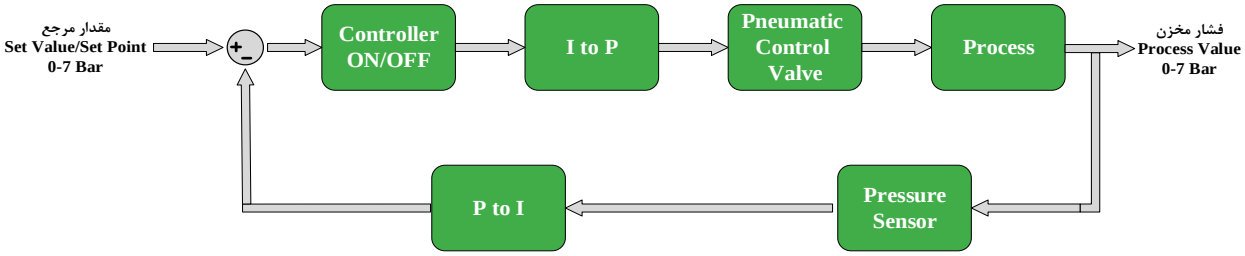
شکل ۳-۱ وضعیت خروجی کنترلر بدون هیسترزیس



شکل ۳-۲ وضعیت خروجی کنترلر با هیسترزیس

۳-۲ آزمایش و تحلیل

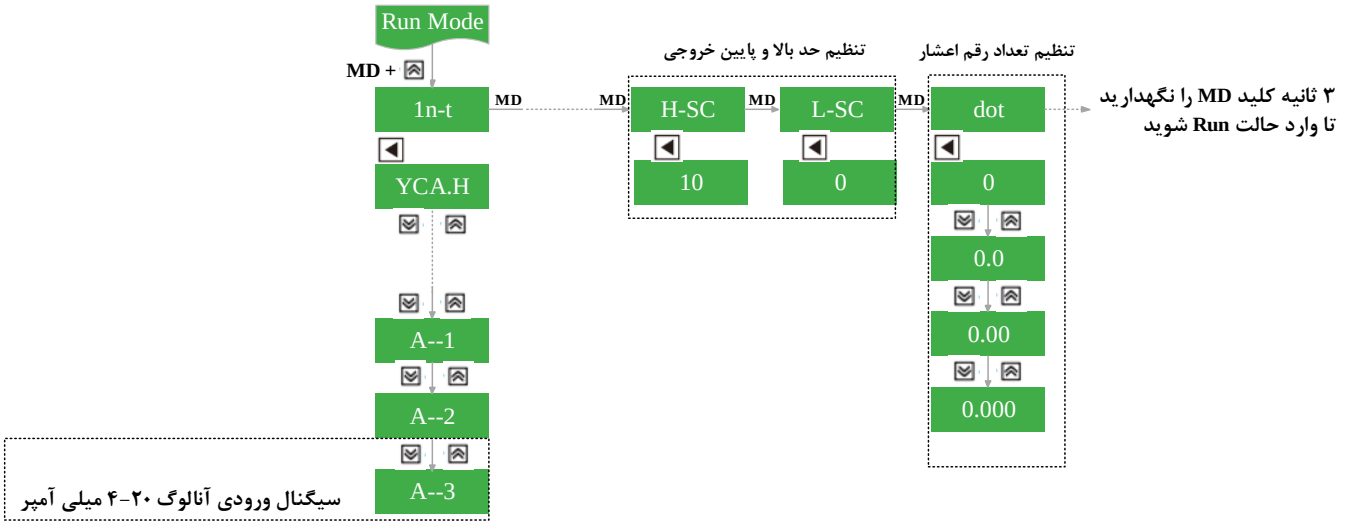
بلوک دیاگرام آزمایش کنترل دو وضعیتی فرآیند کنترل فشار در شکل ۳-۳ نشان داده شده است. بر روی آموزنده از کنترلر TZN4M ساخت شرکت Autonics استفاده شده است. این کنترل‌کننده دارای ورودی سنسور 4-20 mA است؛ آنگاه متناسب با Set Vaue مقدار خطا درون این تجهیز محاسبه و سیگنال خروجی مناسب در محدوده 4-20mA به مبدل جریان به فشار اعمال می‌کند. I/P متناسب با سیگنال جریان ورودی، فشاری در خروجی خود تامین می‌کند که جهت تحریک شیر پیوسته مورد نیاز است. متناسب با فشار خروجی I/P دهانه شیر باز و فشار مخزن تنظیم می‌شود. به کمک این تجهیز می‌توان کنترلر PID و دو وضعیتی را پیاده‌سازی نمود.



شکل ۳-۳ بلوک دیاگرام کنترل دو وضعیتی

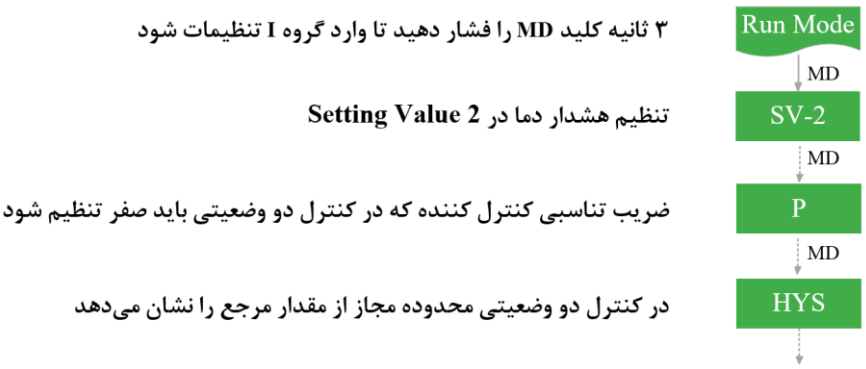
قبل از آنکه اقدام به راه‌اندازی فرآیند شود بایستی تنظیمات کنترل‌کننده از قبیل ۱- تعیین نوع سنسور، ۲- حد بالا و پایین خروجی فرآیند و ۳- تعیین تعداد رقم اعشار نمایشگر دیجیتال؛ انجام شود. با توجه به اینکه محدوده تغییرات خروجی فرآیند محدود است (صفر تا Bar ۱۰ حداکثر)؛ لذا برای مشاهده بهتر نتایج به گونه‌ای عمل شود که نمایشگر کنترل‌کننده تا دو رقم اعشار را نشان دهد.

برای انجام تنظیمات ذکر شده وارد گروه II تنظیمات شده و از سر برگ In-t، نوع سنسور را ۴-۲۰ میلی آمپر تنظیم کنید. سپس وارد سر برگ H-SC شده و حد بالای خروجی فرآیند را ۱۰ معادل Bar ۱۰ انتخاب کنید. پس از آن وارد سر برگ L-SC شده و حد پایین خروجی را صفر تنظیم کنید. در نهایت وارد سر برگ dot شده و ۰,۰۰ را انتخاب کنید. با فشردن کلید MD برای ۳ ثانیه، وارد حالت Run شوید. در شکل ۳-۴ انجام تنظیمات کنترلر نشان داده شده است.



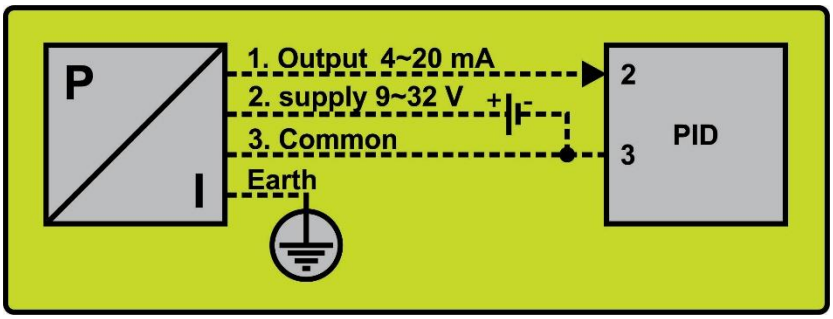
شکل ۳-۴ تنظیم نمایشگر کنترلر Autonics تا دو رقم اعشار

پس از تنظیم پارامترهای مربوط به گروه II، برای تنظیم کنترلر بر روی حالت دو وضعیتی کافیست وارد تنظیمات گروه I شوید. برای این کار ۳ ثانیه کلید MD را فشار دهید و سپس ضریب تناسبی (P) را بر روی صفر تنظیم کنید. سپس طول باند هیسترزیس را در قسمت HYS بر روی Bar ۰,۲ تنظیم کنید و آزمایش را راه‌اندازی کنید.

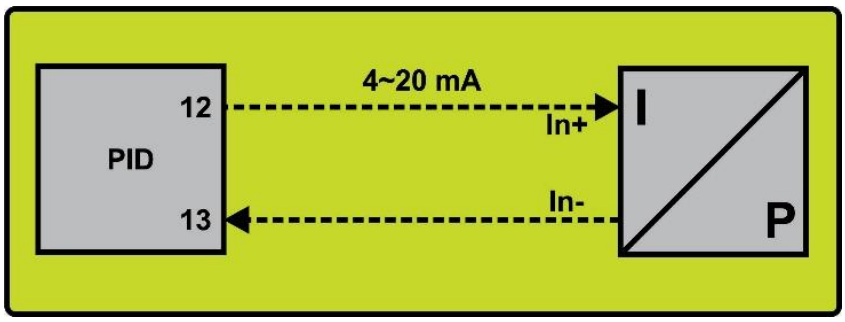


شکل ۳-۵ تنظیم کنترل‌کننده برای کنترل دو وضعیتی

سیم بندی داخلی اتصالات ترانسمیتر فشار و همچنین نحوه اتصال آن به کنترل‌کننده PID، به صورت شکل ۳-۶ انجام شده است. سیم بندی داخلی خروجی کنترل کننده برای کنترل پیوسته فشار و اتصال آن به مبدل جریان به فشار، به صورت شکل ۳-۷ صورت پذیرفته است.



شکل ۳-۶ اتصال ترانسمیتر فشار به کنترلر

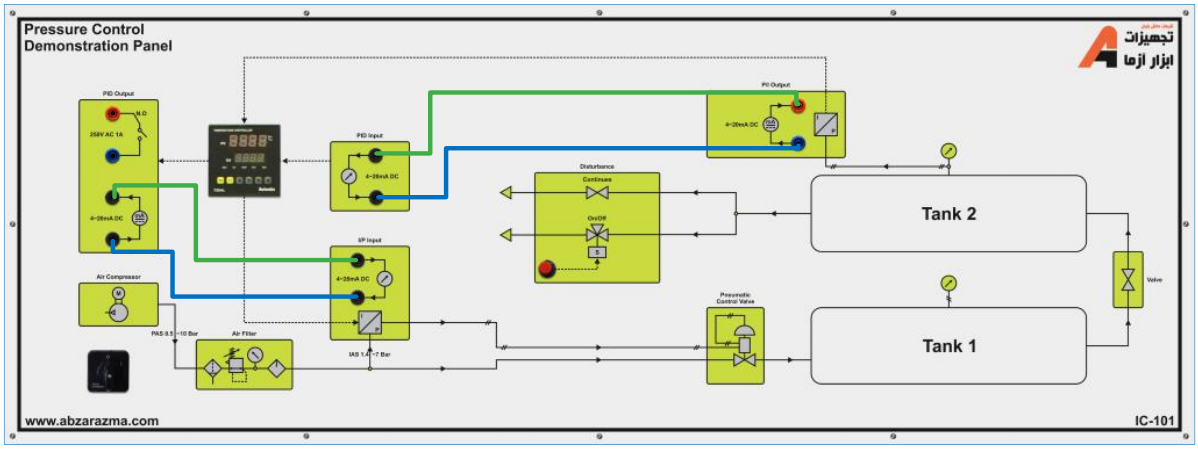


شکل ۳-۷ اتصال خروجی کنترلر به مبدل جریان به فشار یا I/P

نحوه سیم‌بندی مدار آزمایش در شکل ۳-۸ نشان داده شده است. مطابق این شکل مدار آزمایش را راه‌اندازی کنید و به ازای دو نقطه کار Bar ۵ و ۴، جدول ۳-۱ را تکمیل نمایید.

جدول ۳-۱ نتایج آزمایش کنترل دو وضعیتی

Set Point	HYS	Over shoot	Under shoot	مدت زمانی که عملگر روشن است	مدت زمانی که عملگر خاموش است	فرکانس قطع و وصل
۵	۰,۲					
۴	۰,۴					



شکل ۳-۸ نحوه سیم‌بندی آزمایش کنترل دو وضعیتی در آموزنده کنترل فشار

۳-۳ سوالات آزمایش

۱- در **Error! Reference source not found.**، طول باند هیسترزیس را از ۰,۲ به ۰,۱ تغییر دهید و فرکانس قطع و وصل کنترل‌کننده را مقایسه کنید.

۲- حلقه کنترل فشار با کنترلر دو وضعیتی را بررسی کنید

۴ کنترل تناسبی P (Proportional) در فرآیند کنترل فشار

۴-۱ مقدمه

کنترل پیوسته روشی از کنترل است که در آن خروجی کنترلر و در نتیجه وضعیت عملگر از صفر تا ۱۰۰ درصد متناسب با شرایط و وضعیت پروسه تغییر می کند.

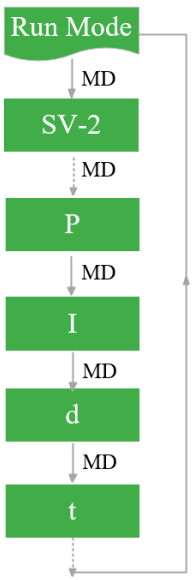
ساده ترین نوع کنترل پیوسته، کنترل تناسبی (P) می باشد. در این کنترل کننده خروجی ضریبی از خطای سیستم می باشد. این ضریب را ضریب تناسب می گویند و با Kp نمایش می دهند. کنترل کننده های تناسبی برای رفع مشکل قطع و وصل های مکرر در کنترل کننده های دو وضعیتی ساخته شده اند. گین کنترل کننده های تناسبی قابل تنظیم می باشد و گاهی بجای گین از اصطلاح باند تناسبی Proportional Band (P) که عکس ضریب تناسب است، استفاده می شود. باند تناسبی طبق رابطه زیر بر حسب درصد بیان می شود

$$P\% = (1/Kp)*100$$

با استفاده از کنترل کننده های تناسبی و تنظیم درست گین می توان دقت و حساسیت بیشتری در کنترل یک پروسه نسبت به کنترل کننده های دو وضعیتی بوجود آورد.

۴-۲ آزمایش و تحلیل

برای تنظیم باند تناسبی کنترلر باید وارد تنظیمات گروه I شوید. برای این کار ۳ ثانیه کلید MD را فشار دهید و سپس باند تناسبی (P) را بر روی ۲ درصد تنظیم کنید. سپس باید سایر ضرائب I و D را صفر(خاموش) کرده و با تغییر ضریب P تاثیر آن را در کنترل پروسه بررسی نمائید. ضرایب I و D بترتیب در کنترل های انتگرالی و مشتقی بکار میروند و چنانچه صفر باشند به منزله این است که غیر فعال هستند. شکل زیر بدین منظور ارائه شده است.



۳ ثانیه کلید MD را فشار دهید تا وارد گروه I تنظیمات شود

تنظیم هشدار دما در Setting Value 2

ضریب تناسبی کنترل کننده که در کنترل دو وضعیتی باید صفر تنظیم شود

ضریب انتگرالی کنترل کننده

ضریب مشتق گیر کنترل کننده

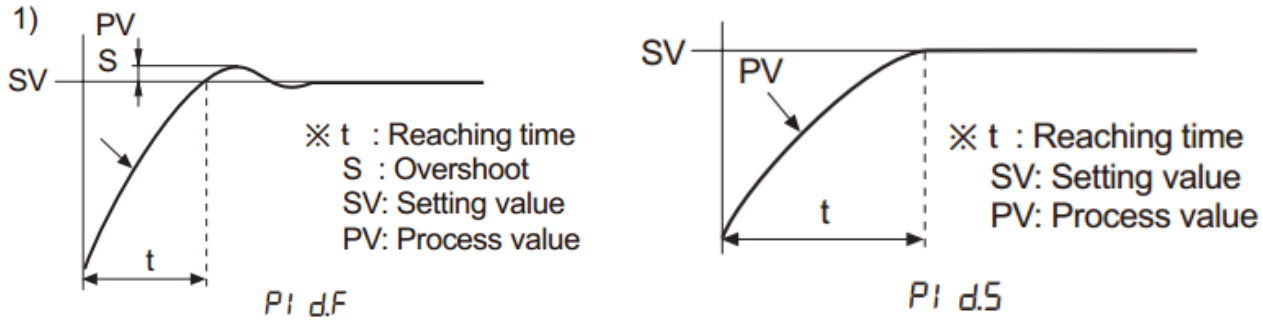
تنظیم زمان کنترل

۳ ثانیه کلید MD را نگهدارید تا وارد حالت Run شوید

شکل ۴-۱ تنظیم کنترل‌کننده برای کنترل تناسبی

نوع پاسخ سیستم را می‌توان در کنترل‌کننده TZN4m تنظیم نمود. بدین معنا که می‌توان تعیین کرد که پاسخ سیستم دارای Overshoot و Undershoot باشد و یا پاسخ سیستم به آرامی خروجی نهایی را دنبال کند و هیچ‌گونه فراجهشی نداشته باشد.

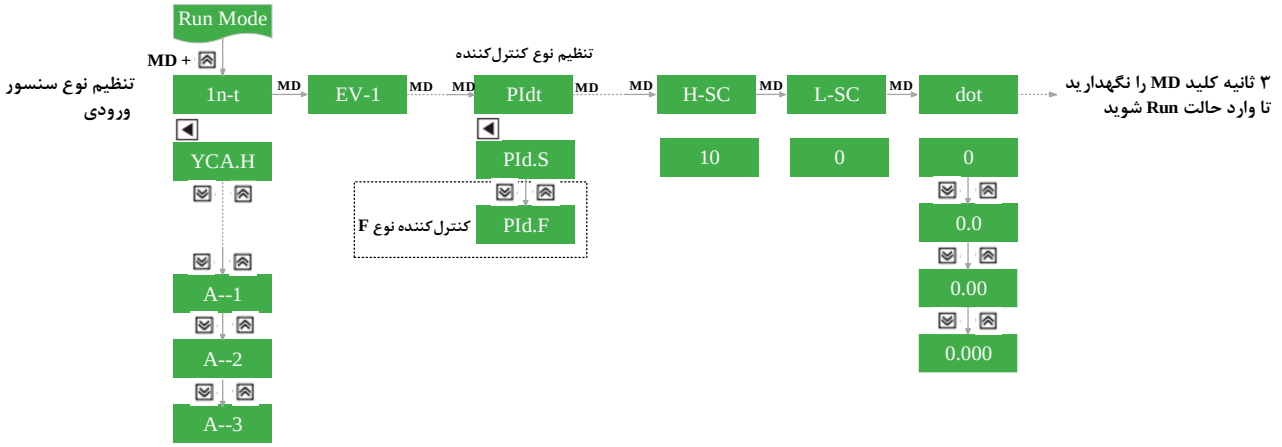
در شکل زیر این دو نوع پاسخ سیستم نشان داده شده است. در صورتی که پاسخ همراه با فراجهش مد نظر باشد باید نوع کنترل‌کننده PID در گروه دوم تنظیمات، PID.F انتخاب شود و اگر بخواهیم پاسخ سیستم بدون فراجهش باشد می‌توان نوع کنترل‌کننده را PID.S انتخاب نمود.



ب) الف)

شکل ۴-۲ پاسخ سیستم با بکارگیری کنترلر الف) PID.S؛ ب) PID.F

با توجه به اینکه میزان درصد فراجهش و Undershoot، مورد اندازه‌گیری واقع شده است، لذا باید نوع کنترل‌کننده PID.F انتخاب شود. برای این منظور مطابق شکل زیر وارد گروه II تنظیمات شده و در سربرگ PIdt، نوع کنترل‌کننده PId.F تنظیم شود.



شکل ۴-۳ تنظیم نوع کنترل‌کننده PID در تجهیز Autonics

جدول زیر را برای دو مقدار مطلوب ۴,۵ Bar و ۵,۷۵ در حلقه کنترل فشار و با کنترلر تناسبی مورد آزمایش قرار دهید.

جدول ۴-۱ نتایج آزمایش کنترل فرآیند فشار مخزن با کنترلر تناسبی

Set Point	P	Over shoot	Under shoot	Tp	Tr	دوره تناوب نوسانات To	خطای حالت دائم
۴,۵	۵						
	۷,۵						
	۱۰						
۵,۷۵	۵						
	۷,۵						
	۱۰						

۳-۴ سوالات آزمایش

۱- تاثیرات تغییر P را بر روی پروسه توضیح دهید.

۲- افزایش باند تناسبی چه تاثیری بر درصد فراجهش و سرعت سیستم دارد؟

۵ کنترل کننده تناسبی- انتگرالی PI در فرآیند کنترل فشار

۵-۱ مقدمه

خروجی کنترل کننده انتگرالی، انتگرال خطای ورودی است. کنترل کننده انتگرالی یک کنترل کننده حافظه دار است. یعنی خروجی آن در هر لحظه تحت تاثیر خطاهای سیستم در زمانهای گذشته می باشد. I را زمان انتگرال گیری می گویند و آن مدت زمانی است که طول می کشد تا خروجی انتگرالگیر هنگامی که ورودی پله آن واحد است از صفر به مقدار واحد برسد.

در کنترل کننده تناسبی-انتگرالی هر دو ضریب P و I قابل تنظیم می باشند. برای انجام آزمایش PI می توان در گروه اول تنظیمات، هر دو ضریب P و I را تنظیم کرد که I همان زمان انتگرال گیری است. نحوه تنظیم پارامترهای کنترل‌کننده مشابه شکل ۵-۱ است. نحوه سیم‌بندی مدار آزمایش نیز مطابق شکل ۳-۸ خواهد بود.

شکل ۵-۱ تنظیم کنترل‌کننده برای کنترل تناسبی - انتگرالی

جدول ۵-۱ نتایج آزمایش کنترل فرآیند فشار با کنترلر تناسبی - انتگرالی

Set Point	P	I	Over shoot	Under shoot	Tp	Tr	دوره تناوب نوسانات To	خطای حالت دائم
۵	۲	۵						
	۴	۱۰						
	۶	۱۵						
۴	۲	۵						
	۴	۱۰						
	۶	۱۵						

۵-۲ سوالان آزمایش

۱- تاثیرات تغییرP و I را بر روی پروسه توضیح دهید.

۶ کنترل کننده تناسبی-مشتقی PD در فرآیند کنترل فشار

۶-۱ مقدمه

کنترل کننده مشتق گیر تنها به تغییرات خطا حساس است و نه به مقدار آن. به عبارت دیگر اگر خطا مقداری ثابت باشد و تغییر نکند، کنترل کننده عکس العملی نسبت به آن نشان نخواهد داد و به همین دلیل معمولا از کنترل کننده مشتق گیر به تنهایی استفاده نمی شود.

عمل مشتق گیری برای پروسه های تاخیردار (لخت) و یا با ثابت زمانی بزرگ مناسب است. زیرا معمولا تغییرات خطا مقدمه ای برای افزایش آن است و کنترل کننده مشتق گیر از این نظر آمادگی لازم برای تصحیح خطاهای آنی را فراهم می آورد. یعنی کنترل کننده دیدی آینده نگر و پیش بین دارد.

۶-۲ آزمایش و تحلیل

برای انجام آزمایش کنترل PD، مقدار پارامتر I در گروه اول تنظیمات را صفر (off) کنید و تاثیر تغییر D برروی پروسه را بررسی کنید.

شکل ۶-۱ تنظیم کنترل‌کننده برای کنترل تناسبی – مشتقگیر

جدول زیر را برای دو مقدار مطلوب ۳۵ و ۵۰ درجه سانتیگراد در حلقه کنترل فشار مخزن با کنترلر تناسبی – مشتقگیر تکمیل کنید.

جدول ۶-۱ نتایج آزمایش کنترل تناسبی با سنسور RTD و ترموکوپل

Set Point	P	D	Over shoot	Under shoot	Tp	Tr	دوره تناوب نوسانات To	خطای حالت دائم
۴	۳	۲						
	۶	۴						
۵	۳	۲						
	۶	۴						

۶-۳ سوالات آزمایش

۱- تاثیرات تغییر P و D را بر روی پروسه توضیح دهید.

۷ کنترل کننده تناسبی-انتگرالی-مشتقی (PID) در فرآیند کنترل فشار

۷-۱ مقدمه

در کنترل PID هر سه ضریب I ، d و P قابل تنظیم می باشند و تنظیم P بر عملیات مشتق و انتگرال نیز تاثیر می گذارد.

یک کنترل کننده PID دارای کلیه خواص کنترل کننده‌های P ، I و D می باشد و با تنظیم ضرائب مربوطه می توان به ترکیبی از خواص هر یک از آنها رسید.

برای تنظیم مناسب ضرایب P ، I و D برای هر سیستم کنترلی روشهای تجربی وجود دارد که علاوه بر آسانی پاسخگویی مناسبی نیز دارند. در ادامه به دو نوع از این روش‌ها اشاره خواهد شد.

۱- روش زیگلر نیکولز

ابتدا P% را از مقدار بالا به پایین تغییر می دهیم، تا هنگامی که پروسه به آستانه نوسانی برسد(با توجه به اینکه P% عکس ضریب تناسبی می باشد، باید از مقدار بالا به پایین تغییر دهیم). در این حالت قسمت انتگرالگیر و مشتق گیر را از مدار خارج می کنیم. به این P% که پروسه را به آستانه نوسانی رسانده، P% آستانه نوسانی می گویند.

$$P\% = (1/Kp)*100$$

برای قرار دادن ضریب تناسبی در کنترلر باید P% آستانه نوسانی را دو برابر کنیم:

$$Kp = 2*P\%$$

برای بدست آوردن ضریب انتگرالی I ، ابتدا باید مدت زمان یک نوسان (T0) را گرفته سپس از رابطه زیر استفاده نمایید. (البته بهتر است زمان چند نوسان را گرفته سپس تقسیم بر تعداد کنید)

$$I = T0/2$$

و ضریب مشتق گیر از رابطه زیر بدست می آید:

$$d = T0/8$$

۲- روش فیشر

ابتدا P% را از مقدار بالا به پایین تغییر می دهیم، تا هنگامی که پروسه به آستانه نوسانی برسد(با توجه به اینکه P% عکس ضریب تناسبی می باشد، باید از مقدار بالا به پایین تغییر دهیم). در این حالت قسمت انتگرالگیر و مشتق گیر را از مدار خارج می کنیم. به این P% که پروسه را به آستانه نوسانی رسانده، P% آستانه نوسانی می گویند.

$$P\% = (1/Kp)*100$$

برای قرار دادن ضریب تناسبی در کنترلر باید P% آستانه نوسانی را دو برابر کنیم:

$$Kp = 2*P\%$$

انتگرالگیر را وارد مدار می کنیم و ثابت زمانی انتگرالگیر را کاهش می دهیم تا سیستم به حالت نوسانی در آید .

$$Ti = 3*Ti$$

مشتق گیر را وارد مدار می کنیم و افزایش می دهیم تا سیستم به مرز ناپایداری برسد.

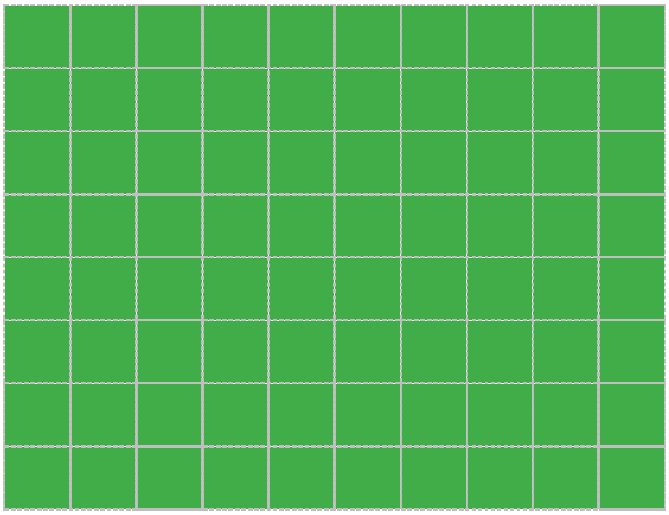
$$Td = (1/3)*Td$$

۲-۷ آزمایش و تحلیل

در این آزمایش هدف طراحی کنترل‌کننده PID به روش زیگلر نیکولز اســت. برای این منظورمطابق شــکل ۴-۳، ابتدا نوع کنترل‌کننده PID، بر روی PId.F تنظیم گردد. سپس فرآیند را راه‌اندازی کرده و ضرایب کنترل‌کننده را به روش زیگلر نیکولز طراحی کنید. با تنظیم ضرایب طراحی شده در کنترلر Autonics پاسخ سیستم قابل اندازه‌گیری است. برای تنظیم ضرایب، مشابه شکل ۷-۱ عمل نمایید.

شکل ۷-۱ نحوه تنظیم ضرایب کنترلی

ضرایب طراحی شده را یادداشت نمایید و پس از تنظیم ضرایب، به ازای نقطه کار Bar ۵، خروجی فرآیند را در بازه‌های زمانی مشخص ثبت نموده و پاسخ فرآیند را در شکل ۷-۲ رسم نمایید سپس درصد فراجهش، زمان خیز و ثابت زمانی سیستم را بدست آورید.



شکل ۷-۲ پاسخ فرایند به‌ازای ضرایب کنترلی طراحی شده به روش زیگلر نیکولز

۳-۷ سوالات آزمایش

۱- در مورد عملکرد فرآیند کنترل فشار مخزن با ضرایب PID طراحی شده به روش زیگلر نیکولز توضیح دهید

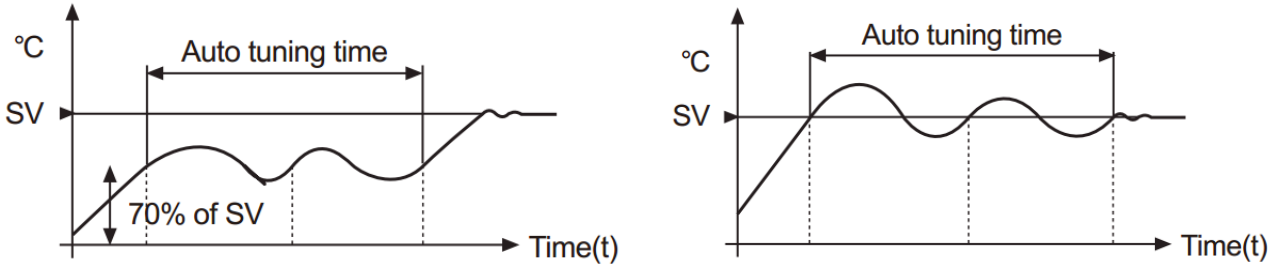
۲- ضرایب کنترل‌کننده را به روش فیشر طراحی کنید

۸ تنظیم خودکار ضرایب PID با بهره‌گیری از قابلیت کنترل‌کننده Autonics در فرآیند کنترل فشار

۸-۱ مقدمه

کنترل‌کننده TZN4M ساخت شرکت Autonics قابلیت تنظیم ضرایب، برای بهبود پاسخ و افزایش پایداری سیستم را دارد. این تجهیز با اندازه‌گیری مشخصات گرمایی و پاسخ سیستم کنترلی، ثابت زمانی PID مورد نیاز برای کنترل بهینه فشار را محاسبه و با توجه به آن ضرایب کنترل‌کننده را با هدف بهبود عملکرد فرآیند تنظیم می‌کند.

این کنترل کننده همچنین دارای دو حالت تنظیم خودکار است که بایستی با توجه به شکل پاسخ مورد نظر انتخاب گردد. اگر کنترل‌کننده روی حالت اول تنظیم خودکار (tun1) باشد شکل پاسخ فرآیند به صورت شکل ۸-۱ الف) و اگر روی حالت دوم (tun2) تنظیم شود شکل پاسخ فرآیند به صورت شکل ۸-۱ب) خواهد بود



(ب) (الف)

شکل ۸-۱پاسخ فرآیند در حالت تنظیم خودکار الف) tun1؛ ب) tun2

۸-۲ آزمایش و تحلیل

برای اجرای تنظیم خودکار ضرایب، ابتدا نقطه کار فرآیند را ۵ Bar تنظیم نموده و سپس بلافاصله پس از اتصال سنسور به کنترل‌کننده، کلید AT را برای ۳ ثانیه فشار دهید تا چراغ AT به حالت چشمک زن در آید. پس از آنکه چراغ AT خاموش شد بدین معناست که تنظیم خودکار ضرایب انجام شده است حال می‌توانید با مراجعه به تنظیمات گروه I و قسمت ضرایب PID، می‌توانید مقادیر تنظیمی کنترل‌کننده را مشاهده نمایید.

در زمانی که عملیات تنظیم خودکار ضرایب در حالت اجرا است می‌توانید با فشردن کلید AT برای ۵ ثانیه عملیات را غیر فعال کنید.

ثابت زمانی محاسبه شده در این حالت با مراجعه به تنظیمات گروه I مشابه شکل ۸-۲ قابل تغییر است. نتایج حاصل از انجام آزمایش را در جدول زیر یادداشت کنید.

جدول ۸-۱ نتایج آزمایش تنظیم خودکار ضرایب در آزمایش کنترل فرآیند فشار

حالت آزمایش	P	I	D	Over shoot	Under shoot	Tp	Tr	خطای حالت دائم
طراحی شده به روش زیگلر								
Tun1								
Tun2								

شکل ۸-۲ نحوه تغییر ثابت زمانی سیستم کنترلی

۸-۳ سوالات آزمایش

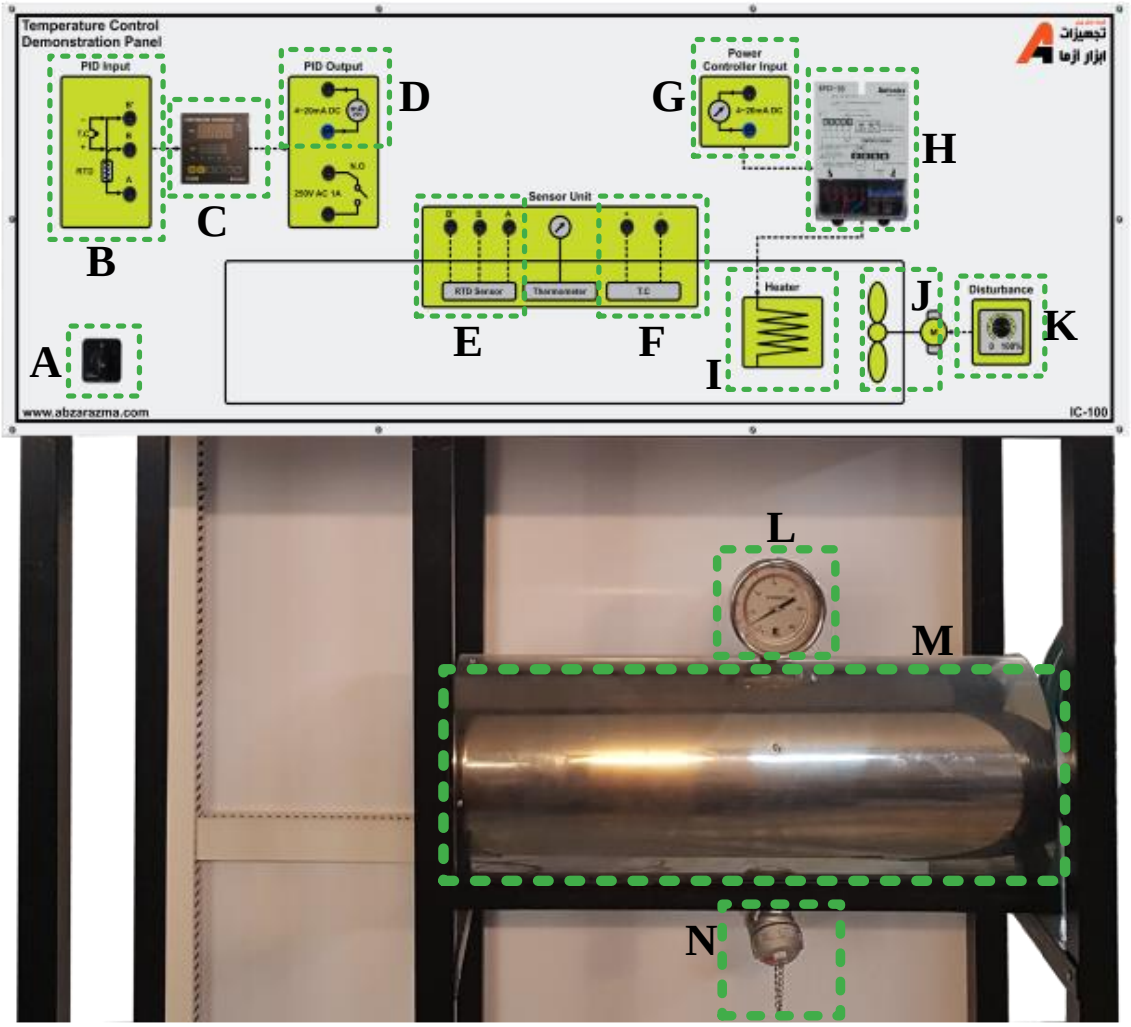
۱- چرا با تغییر سنسور ضرایب کنترلی بهینه تغییر می‌کند؟

۲- تغییر ثابت زمانی سیستم چه تاثیری بر عملکرد فرآیند کنترلی دارد؟ با تغییر ثابت زمانی در تظیمات گروه I، آزمایش را مجددا تکرار کنید و تاثیر آن را بر رفتار سیستم بررسی کنید

پیوست شماره یک

مشخصات آموزنده IC100- آموزنده کنترل دما

در مجموعه آموزشی کنترل دما هدف کنترل یک پروسه هوای گرم میباشد .پروسه از یک عدد هیتر برقی و فن تشکیل شده است. فن علاوه بر انتقال دما به منظور وارد نمودن اغتشاش نیز مورد استفاده قرار میگیرد. در شکل زیر بخش‌های مختلف آموزنده با حروف انگلیسی نامگذاری شده است. هدف اصلی از این کار تشریح تجهیزات موجود بر روی آموزنده است. در ادامه هر بخش به تفکیک توضیح داده خواهد شد.

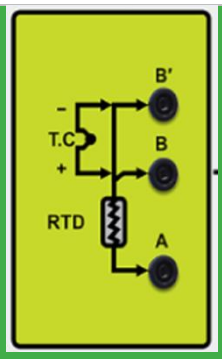


عنوان بخش	معرفی	عنوان بخش	معرفی
A	کلید روشن و خاموش آموزنده	H	عملگر Power Controller
B	ورودی سنسور در کنترل‌کننده PID	I	شمای فنی هیتر تولیدکننده گرما
C	کنترل‌کننده PID ، مدل TZN4M	J	شمای فنی فن برای اعمال اغتشاش
D	خروجی جریانی ۴-۲۰mA کنترل‌کننده	K	ولوم تنظیم میزان اغتشاش
E	سنسور RTD، PT100 سه سیمه	L	ترمو متر یا گیج دما
F	سنسور ترموکوپل	M	تونل مدل فرآیند
G	سیگنال کنترلی Power Controller	N	سنسور RTD مدل PT100 نوع J

A: کلید روشن و خاموش آموزنده

یک کلید دو وضعیتی برای قطع و وصل برق دستگاه قرار داده شده است. چنانچه کلید در وضعیت صفر باشد، برق آموزنده قطع است. در صورتی که کلید را در وضعیت یک قرار دهید، تغذیه تجهیزات موجود بر روی آموزنده وصل خواهد شد

B: ورودی سنسور در کنترل‌کننده PID

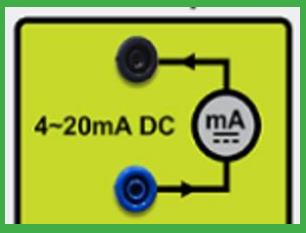


این بخش محل اتصال سنسور به ورودی PID کنترلر است. امکان اتصال دو نوع سنسور RTD (PT100) و ترموکوپل از این طریق فراهم شده است. اتصال PT100 سه سیمه به ترمینال های A، B و 'B صورت می‌پذیرد و برای اتصال ترموکوپل، پایانه مثبت سنسور به ترمینال B و پایانه منفی سنسور به ترمینال 'B وصل خواهند شد.

C: کنترل‌کننده دما مدل TZN4M

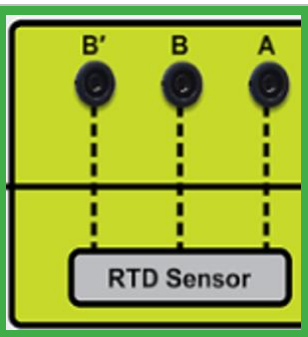
این کنترل‌کننده ساخت شرکت Autonics است. قابلیت اتصال انواع سنسورهای دما از جمله PT100 و ترموکوپل به آن وجود دارد. همچنین امکان تعیین ورودی از نوع سیگنال جریانی ۴-۲۰mA و یا ولتاژ ۰-۱۰V وجود دارد. در این کنترلر با تعیین مقدار مرجع و اتصال حلقه فیدبک، امکان تغییر ضرایب کنترلی برای اصلاح خطا و کنترل حلقه بسته فرآیند وجود دارد. برای اطلاع از سایر قابلیت‌های این تجهیز راهنمای کاربری آن در پیوست شماره ۴ ارائه شده است که بایستی مطالعه گردد.

D: خروجی جریانی کنترل‌کننده



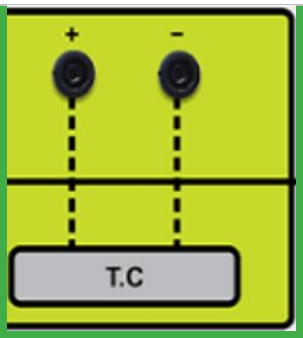
کنترلر TZN4M با قرائت مقدار فعلی فرآیند از طریق سنسور یا ترنسمیتر و بر اساس ضرایب کنترلی تنظیم شده در آن، یک سیگنال کنترلی جریانی بین ۴-۲۰ mA در خروجی خود تولید می‌کند که بایستی به عملگر متصل شود تا در جهت کاهش خطا و کنترل فرآیند گام برداشته شود.

E: خروجی‌های سنسور RTD مدل PT100 سه سیمه



RTD یک مقاومت متغیر با دما اســـت که با افزایش دما، مقدار مقاومت نیز افزایش می‌یابد. این سنسور در یک پل وتستون قرار خواهد گرفت و تغییر مقاومت آن در اثر تغییر دما به صـورت اختلاف پتانسـیل قابل تشـخیص اسـت. در بخش بعدی اطلاعات تکمیلی از این سنسور ارائه خواهد شد.

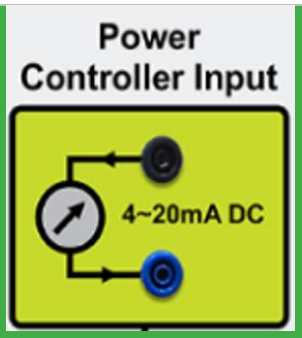
F: ترموکوپل



یکی دیگر از سنسورهای دما که بر روی این آموزنده قرار دارد، سنسور ترموکوپل است. این سنسور تغییرات دما را به صورت تغییرات ولتاژ در پایانه‌های خروجی خود تصویر می‌کند.

ترموکوپل مورد استفاده از نوع J می‌باشد.

G: ورودی جریانی ۴-۲۰mA



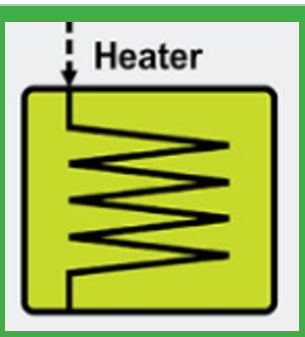
یکی از ورودی‌های پاور کنترلر ســـیگنال جریانی ۴-۲۰mA اســـت که از کنترل‌کننده می‌اید و بر اساس این سیگنال ولتاژ بین ۰-۲۲۰V به هیتر اعمال می‌شود

H: پاور کنترلر

این بخش شامل یک پاور کنترلر میباشد که دارای ورودیهای مختلفی میباشد وخروجی آن دارای ولتاژ ۰-۲۲۰ ولت است که برای تغذیه بار مقاومتی مورد استفاده قرار میگیرد.این دستگاه، خروجی ۲۰- ۴ میلی آمپر کنترلر را دریافت و یک ولتاژ ۰-۲۲۰ متناسب با آن برای هیتر ایجاد میکند .هیتر در این سیستم به عنوان عملگر در نظر گرفته شده است.

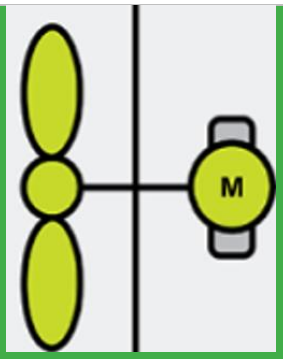
راهنمای کاربری این تجهیز در پیوست شماره ۴ قرار داده شده است.

I: شمای فنی هیتر



این بخش شمای فنی هیتری است که درون تونل قرار داده شده است و بر اساس ولتاژ ۰-۲۲۰V دریافتی از Power Controller میزان حرارت تولیدی آن تنظیم می‌گردد و به عنوان عملگر فرآیند محسوب می‌گردد.

J: شمای فنی فن



این بخش شمای فنی فن است که در درون تونل واقع شده است. فن به دو منظور قرار داده شده است. اول اینکه برای انتقال حرارت استفاده خواهد شد و دوم با هدف اعمال اغتشاش به فرآیند قرار داده شده است

K: ولوم تنظیم میزان اغتشاش

به کمک این پتانسیومتر می‌توان سرعت چرخش فن را تنظیم نمود و بنابراین امکان تغییر میزان اغتشاش فراهم شده است.

با تغییر این ولوم موثر ولتاژ فن تغییر می‌کند لذا امکان کنترل دور فن وجود دارد

L: ترمومتر یا گیج دما

یک عدد ترمومتر یا گیج دما برای نمایش دما بر حسب درجه سلسیوس و فارنهایت بر روی آموزنده قرار داده شده است.

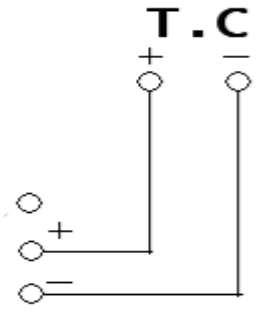
	M: تونل مدل فرآیند	
	هدف کنترلی در آموزنده IC100 کنترل دمای تونل می‌باشد. بر روی این تونل دو نوع سنسور PT100 و ترموکوپل قرار گرفته است و یک گیج دما برای نمایش دما به‌کار گرفته شده است.	

	N: سنسور RTD	
	در این بخش موقعیت قرارگیری سنسور PT100 قابل ملاحظه است. این سنسور از نوع سه سیمه است که خروجی‌های این سنسور بر روی پانل در بخش E قرار گرفته اند.	

سنسورهای دمای ترموکوپل و PT100

سنسور دمای ترموکوپل:

هر گاه دو انتهای دو رشته سیم غیر هم جنس را به همدیگر وصل کرده و نقطه اتصال را حرارت دهیم (Hot Junction) در دو سر ان اختلاف پتانسیل بوجود می اید (بعلت الکترون ازاد یکی از فلزها) که اگر به یک ولتمتر وصل کنیم ولتاژ را نشان میدهد و اگر صفحه میلی ولتمتر را متناسب با حرارت مدرج نماییم بدین وسیله میتوانیم درجه حرارت را اندازه گیری نماییم.ترموکوپل ها دارای انواع متفاوتی از جمله B،E،J،K،R،S وT میباشد که تفاوت انها در رنج مورد اندازه گیری میباشد.



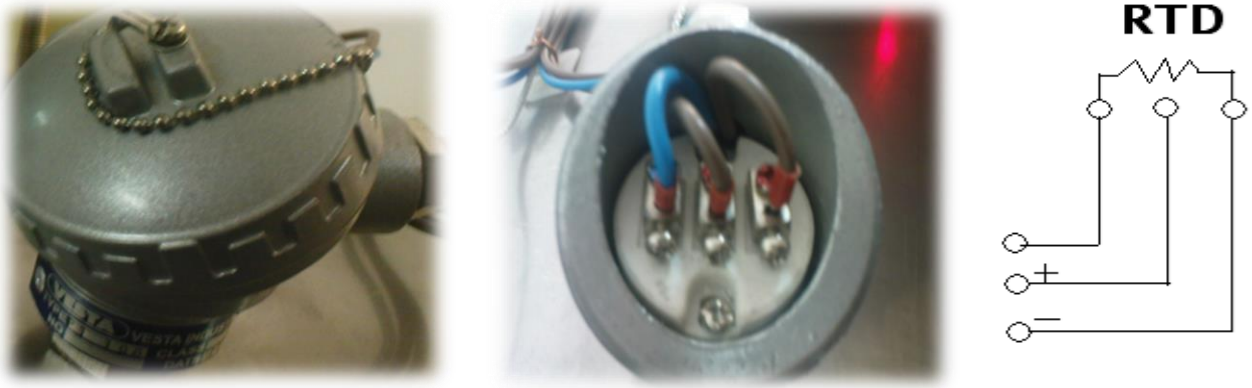
سنسور دمای RTD نوع PT100 :

PT100 از خانواده RTD ها میباشـد. RTD یک ابزار حسـگر دما از جنس فلزات میباشـد که مقاومت آن با افزایش دما افزایش می یابد. معروفترین آنها از نیکل، پلاتین و آلیاژهای نیکل ساخته میشود.

پلاتین تاکنون پر کاربردترین ماده در سـاخت RTD ها بوده و دلیل عمده آن مقاومت مخصـوص بالا، خطی بودن تغییرات مقاومت و پایداری طولانی آن در هواست. RTD ها دارای دقت بسیار بالایی در محدوده دمایی گسترده هستند و دقت برخی ازآنها بهتر از $0.001^{\circ}c$ است.

برای قرائت RTD ها میتوان از یک پل وتسـتون اسـتفاده کرد.RTD ها در یک بازوی پل قرار می‌گیرند که به روش سـه سـیمه و چهار سیمه موسوم هستند.

RTD هایی که از جنس پلاتین سـاخته می‌شـوند به صـورت PTxxx نام گذاری می‌شـوند مانند PT100 که PT به منزله پلاتینی بودن RTD و عدد جلوی ان میزان مقاومت در صفر درجه را نمایش میدهد.



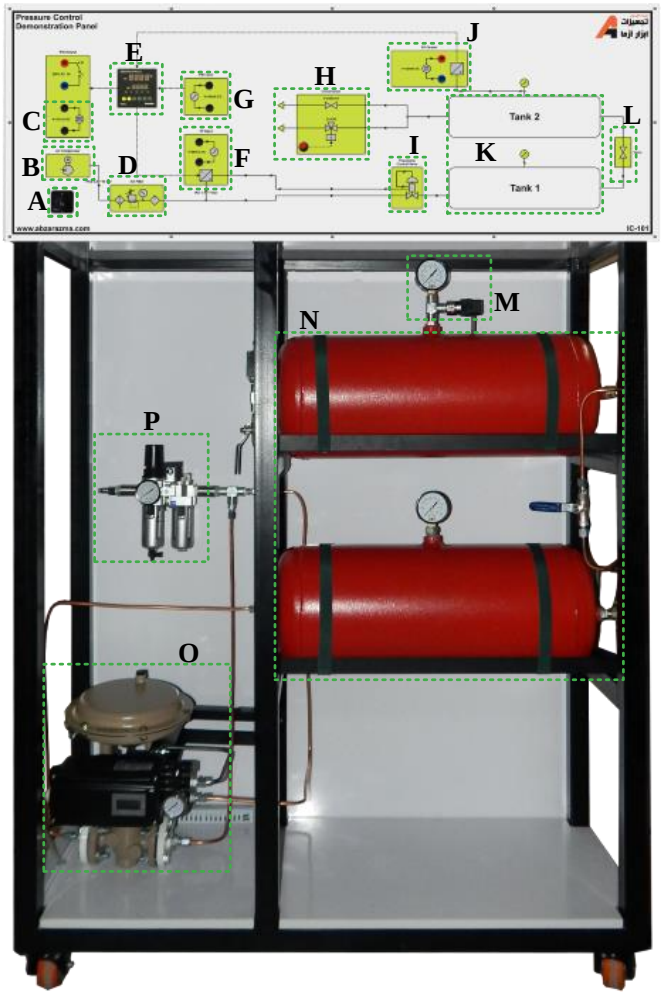
نمایشگردمای بیمتالی :

در این سیستم از یک نمایشگر دمای بیمتالی در قسمت فوقانی پروسه استفاده شده است که به منظور نمایش دمای انتقال یافته پروسه میباشد .ساختار این نمایشگر بر اساس تغییر شکل اجسام در اثر انبساط و انقباض است .در این ساختار دو فلز مختلف را به یکدیگر متصل میکنیم ، هرگاه دما را افزایش دهیم دو فلز افزایش طول میدهند اما چون ضریب انبساط یکی از دیگری بزرگتر است تغییر طول بیشتری خواهد داشت که این تغییر طول باعث خمیده شده دو فلز متصل به هم خواهد شد.از این پدیده در ساخت اندازه گیرهای دمای بیمتالی استفاده میکنیم.در عمل برای افزایش تغییرات طول ،بی متال را به صورت حلزونی یا مارپیچ میسازند. تغییرات طول را میتوان مستقیما به عنوان دمای اندازه گیری شده مقیاس نمود و یا ان را به سیگنالهای الکتریکی و غیره تبدیل کرد.

پیوست شماره دو

مشخصات آموزنده IC101- آموزنده کنترل فشار

در مجموعه آموزشی کنترل فشار، هدف کنترل فشار درون مخزن میباشد. در این پروسه ابتدا بوسیله کمپرسور، فشار مورد نظر را برای سیستم تامین می کنیم، سپس بوسیله تجهیزات کنترلی که در ادامه به معرفی آنها خواهیم پرداخت، پروسه را کنترل می نماییم در شکل زیر بخش‌های مختلف آموزنده با حروف انگلیسی نامگذاری شده است. هدف اصلی از این کار تشریح تجهیزات موجود بر روی آموزنده است. در ادامه هر بخش به تفکیک توضیح داده خواهد شد.



عنوان بخش	معرفی	عنوان بخش	معرفی
A	کلید روشن و خاموش آموزنده	I	شمای فنی شیر پیوسته و مبدل I to P
B	مدل کمپرسور هوا	J	سیگنال جریان خروجی مبدل فشار به جریان
C	خروجی جریانی ۴-۲۰mA کنترل‌کننده	K	شمای فنی دو مخزن موجود برای کنترل فشار
D	مدل رگولاتور هوا یا فیلتر هوا	L	شمای فنی شیر دستی میان دو مخزن
E	کنترل‌کننده PID ، مدل TZN4M	M	گیج فشار به همراه مبدل فشار ۴-۲۰mA

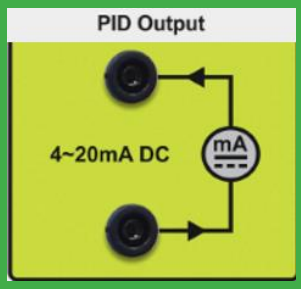
F	سیگنال جریان ورودی مبدل جریان به فشار	N	مخازن موجود جهت پیاده‌سازی فرآیند
G	ورودی مبدل فشار(I/P) در کنترل‌کننده PID	O	شیر پیوسته و مبدل جریان به فشار (I to P)
H	شمای فنی اغتشاش پیوسته و دو وضعیتی	P	رگولاتور فشار یا واحد مراقبت

A: کلید روشن و خاموش آموزنده

برای حفاظت تجهیزات الکتریکی روی ست آموزشی، یک عدد فیوز مینیاتوری داخل آموزنده تعبیه شده است. کلید گردان موجود روی پنل دستگاه، جهت روشن و یا خاموش کردن کل سیستم قرار داده شده است.

B: کمپرسور هوا

همراه با آموزنده یک دستگاه کمپرسور هوا وجود دارد که شمای فنی این کمپرسور بر روی پانل آموزنده در بخش B نشان داده شده است. کمپرسور، هوای فشرده مورد نیاز پروسه را تولید می کند. به منظور روشن کردن آن لازم است تا کمپرسور را به برق شهر متصل کرده و شستی قرمز رنگی که در شکل نشان داده شده است را به سمت بالا بکشید. حداکثر فشار توسط این کمپرسور ۱۰ بار است.



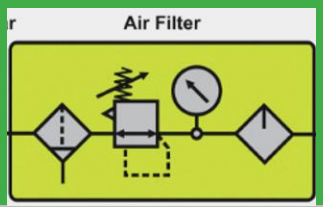
C: سیگنال ۴-۲۰mA خروجی کنترل‌کننده

کنترلر TZN4M با قرائت مقدار فعلی فرآیند از طریق سنسور یا ترنسمیتر و بر اساس ضرایب کنترلی تنظیم شده در آن، یک سیگنال کنترلی جریانی بین ۴-۲۰ mA در خروجی خود تولید می‌کند که بایستی به عملگر متصل شود تا در جهت کاهش خطا و کنترل فرآیند گام برداشته شود.

D: رگولاتور یا واحد مراقبت

این بخش آموزنده شمای فنی واحد مزاقبت را بر روی پانل دستگاه نشان می‌دهد. همانگونه که مشخص است فشار خروجی این واحد قابل تنظیم است. و یک گیج فشار

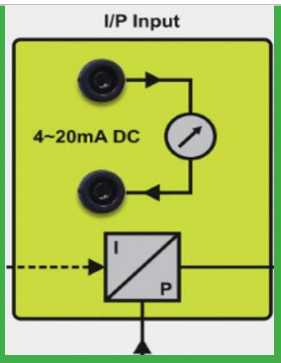
برای نمایش فشار خروجی قرار داده شده است. لازم به ذکر است نباید فشار خروجی این واحد بیش از ۷ بار تنظیم شود.



E: کنترل‌کننده PID مدل TZN4M

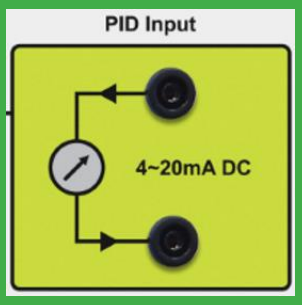
این کنترل‌کننده ساخت شرکت Autonics است. امکان تعیین نوع سیگنال فیدبک از جمله سیگنال جریانی ۴-۲۰mA و یا ولتاژ ۰-۱۰V وجود دارد. در این کنترلر با تعیین مقدار مرجع و اتصال حلقه فیدبک، امکان تغییر ضرایب کنترلی برای اصلاح خطا و کنترل حلقه بسته فرآیند وجود دارد. برای اطلاع از سایر قابلیت‌های این تجهیز راهنمای کاربری آن در پیوست شماره ۴ ارائه شده است که بایستی مطالعه گردد.

F: سیگنال جریانی ورودی مبدل I to P



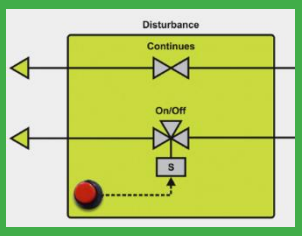
سیگنال کنترلی که در خروجی کنترلر PID ایجاد می‌شود از نوع جریانی در محدوده ۴-۲۰mA است. برای آنکه متناسب با این سیگنال جریانی دهانه شیر پیوسته باز شود و ورود هوا به درون مخزن صورت پذیرد، لازم است از یک مبدل جریان به فشار استفاده شود. این مبدل متناسب با سیگنال جریان خروجی کنترل‌کننده، فشار مورد نیاز را برای اعمال به دیافراگم شیر تدریجی و بازشدن دهانه آن تامین می‌کند.

G: ورودی مبدل فشار (P to I)، در کنترل‌کننده



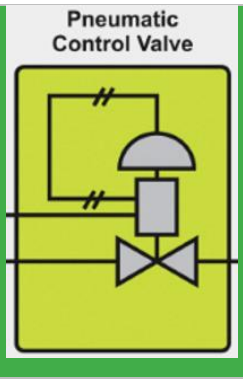
همانگونه که در بخش E بیان گردید، سیگنال فیدبک کنترل‌کننده می‌تواند از نوع ولتاژ و یا جریان در محدوده ۴-۲۰mA باشد. با توجه به استفاده از یک مبدل فشار با خروجی ۴-۲۰mA در مسیر فیدبک فرآیند، باید نوع سیگنال فیدبک کنترل‌کننده بر روی این حالت تنظیم شود و ترمینال‌های این بخش برای اعمال سیگنال فیدبک به کنترل‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

H: شمای فنی اغتشاش پیوسته و دو وضعیتی



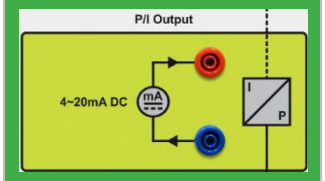
در این بخش ، شمای فنی دو نوع اغتشاشی که برای آموزنده در نظر گرفته شده، نشان داده می شود. اغتشاش پیوسته به وسیله یک شیر دستی که به مخزن Tank2 متصل است، قابل اعمال به فرآیند است و برای اعمال اغتشاش لحظه‌ای یک شیر برقی دو وضعیتی تحریک می شود تا شیر برقی تغییر وضعیت دهد و فشار درون مخزن تخلیه گردد. . با فشردن شستی قرمز رنگ می‌توان اغتشاش لحظه‌ای به سیستم اعمال کرد.

I: شمای فنی شیر تدریجی و مبدل جریان به فشار



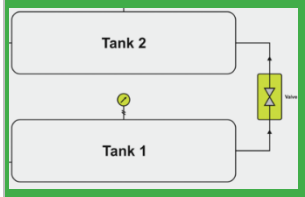
بر روی آموزنده یک شیر پیوسته جهت تنظیم میزان فشار ورودی به مخزن قرار داده شده است. از یک مبدل جریان به فشار جهت اعمال فشار مناسب به دیافراگم شیر و تنظیم دهانه شیر استفاده گردیده است. شمای فنی این دو تجهیز بر روی پانل آموزنده قرار گرفته است.

J: سیگنال جریان خروجی مبدل فشار به جریان



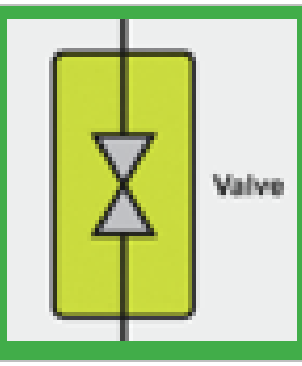
یک گیج فشار برای نمایش فشار مخزن وجود دارد و از یک مبدل فشار برای تبدیل فشار مخزن به سیگنال جریانی استاندارد استفاده شده است. ترمینال های خروجی این مبدل بر روی پانل دستگاه در بخش J نشان داده شده است تا بتوان از آن به عنوان سیگنال فیدبک جهت اعمال به کنترل‌کننده استفاده نمود

K: شمای فنی مخازن آموزنده



شمای فنی دو مخزن شماره یک و دو که در بخش N به تشریح آن پرداخته خواهد شد، بر روی پانل دستگاه قرار گرفته است

L: شمای فنی شیر دستی بین مخزن



یک شـیر دسـتی میان دو مخزن قرار گرفته اسـت که بایسـتی در خالت عادی به طور کامل باز باشـد اما جهت اعمال اغتشـاش به فرآیند می‌توان با تغییر وضـعیت آن، تاثیر وارد آمدن اغتشاش را بر روی فرآیند مورد مطالعه بررسی نمود.

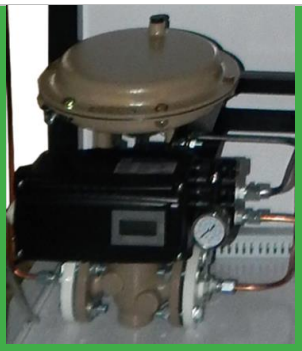
M: گیج فشار و مبدل فشار

این ست شامل دو گیج می‌باشد که یکی از آنها در قسمت فوقانی مخزن کنترل کننده فشار و دیگری بر روی مخزن ورودی نصب شده است.
مبدل فشار که در قسمت بالایی مخزن کنترل فشار قرار دارد، یک سنسور ۳ سیمه دارای خروجی۲۰-۴ میلی آمپر و رنج ۰ الی ۱۰ بار است. وظیفه‌ی این قسمت تبدیل فشار مخزن به جریان الکتریکی استاندارد می‌باشد.

N: مخازن شبیه‌ساز فرآیند

به دلیل ساختار دو مخزنی فرآیند، دستگاه رفتار یک سیستم مرتبه دو را از خود نشان می دهد. هدف اصلی این آموزنده، کنترل فشار مخزن ۲ یا همان مخزن بالایی می باشد. این مخزن دارای یک عدد شیر تخلیه هوا به عنوان مصرف کننده می باشد. کمپرسور به یک واحد مراقبت و شیر کنترلی پنوماتیکی متصل می باشد و شیر پنوماتیکی به مخزن ۱ متصل است. با تنظیم دهانه شیر تدیجی فشار درون مخزن یک تغییر می‌کند

O: شیر پیوسته و مبدل جریان به فشار



جهت کنترل فشار ورودی به مخزن شماره یک از یک شیر پیوسته استفاده شده است. سیگنال خروجی کنترل‌کننده با اعمال به مبدل جریان به فشار تبدیل به یک فشار متناسب با سیگنال جریانی خروجی کنترلر می‌شود. با اعمال این فشار به دیافراگم شیر تدریجی، دهانه آن تنظیم و میزان شار ورودی مخزن تغییر خواهد کرد. با توجه به اهمیت این واحد در ادامه این بخش به طور مفصل شرح داده خواهد شد.

	P: واحد مراقبت یا رگولاتور فشار	
	یک واحد مراقبت (رگولاتور) جهت کنترل فشار سیستم بین ۰ تا ۷ بار، بعد از کمپرسور تعبیه شده است. توجه داشته باشید که عقربه روی این دستگاه، فشار وارد شده به سیستم (یا خروجی رگولاتور) را نشان می دهد و مستقیما به شیر کنترلی و مبدل I/P وارد می شود، لذا به منظور جلوگیری از آسیب رسیدن به مبدل، این فشار را بیشتر از ۷ بار تنظیم نکنید.	

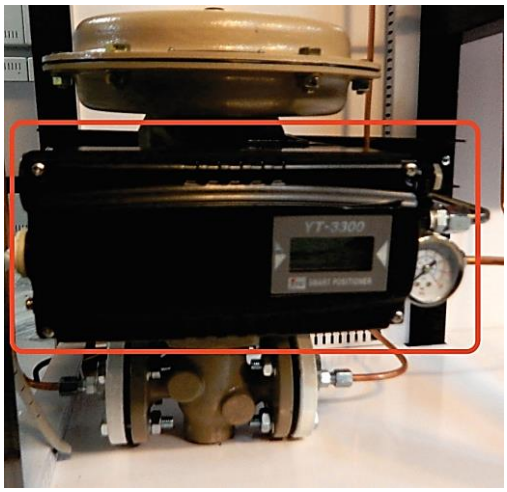
محرک و عملگر فرآیند

در این سیستم از یک شیر کنترل (control Valve)، که یک شیر تناسبی می باشد به عنوان عملگر و محرک استفاده شده است. شیر Glob، به عنوان عملگر در قسمت پایین و یک محرک دیافراگمی به عنوان محرک آن در قسمت فوقانی شیر کنترلی قرار گرفته است.

عملکرد شیر کنترلی پنوماتیک به این صورت است که مبدل I/P، فشاری که باید به سیستم اعمال شود (که توسط کنترلر تعیین می شود) را به شیر کنترلی (قسمت دیافراگمی شیر)، ارسال می‌کند. ساختار این شیر به صورت Normally Close می باشد. شیر کنترلی با باز کردن راه ورودی (که از کمپر سور می آید) به داخل مخزن ۱، مقدار هوای وارد شده به پرو سه را تغییر می دهد تا به مقدار مشخص شده توسط کنترلر برسد. در این ست آموزشی شیر کنترل پنوماتیکی و مبدل I/P به یکدیگر کوپل شده اند.

مبدل جریان به فشار یا I to P

I/P که وظیفه آن تبدیل سیگنال الکتریکی جریان به فشار است به عنوان مبدل در این پرو سه قرار گرفته است و یک مبدل پیو سته است. این مبدل تغذیه PSI ۲۰ را از رگولاتور دریافت می کند. فشار قابل اعمال به I/P ، ۱/۴ تا ۷ بار می باشد. کنترلر PID یک سیگنال جریانی برای کنترل فشار پروسه، به I/P ارسال می کند و جریان توسط این مبدل به فشار تبدیل می شود.



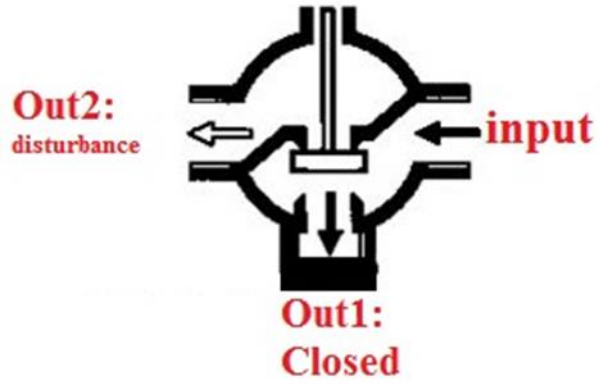
تذکر: در این ست آموزشی، فشار ماکسیمم مخزن کنترل، تا ۶ بار در نظر گرفته شده است. به دلیل استفاده از مبدل I/P با تحمل فشار ۷ بار، فشار ورودی به دستگاه تنها بوسیله یک عدد رگولاتور و بین ۰ الی ۷ بار تنظیم می گردد. لذا به منظور حفاظت I/P، فشار ماکسیمم ورودی به سیستم را هیچگاه بالاتر از ۷ بار تنظیم نکنید.

نامگذاری شیرهای نصب شده بر روی آموزنده

۱-شیر تخلیه هوا:

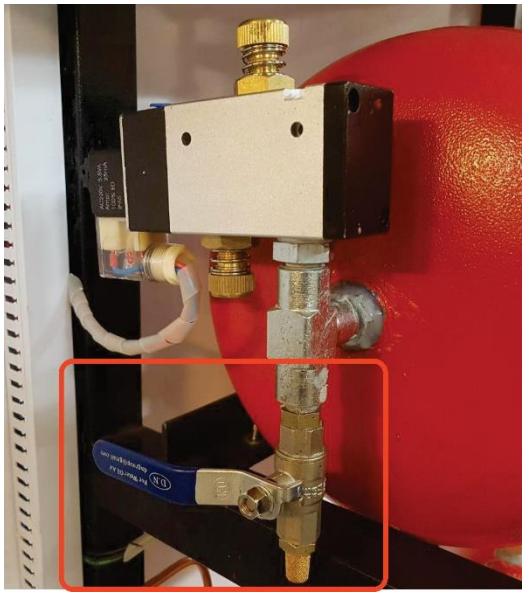
این شیر در جلوی مخزن شماره ۲ (مخزن فشار مورد نظر) متصل شده است و یک شیر ۳ به ۲ ON/OFF برقی است که توسط کلید Disturbance قابل تحریک می باشد و به عنوان اغتشاش در پروسه عمل می نماید. این شیر دارای ۱ بوبین ۲۲۰ ولت است و با اعمال شستی قرمز رنگ که در شکل بعد نشان داده شده است بوبین عمل می کند و مسیر دوم باز می شود و فشار از سیستم خارج می شود. شیر ۳ به ۲ دارای ۳ مسیر و ۲ وضعیت است. در شکلهای بعد نقشه آن نشان داده شده است. خروجی ۱ بسته شده است و خروجی ۲ بعد از اعمال اغتشاش به سیستم، باز می شود.

شکل ۸-۳ شیر برقی تخلیه هوا



۲- شیر دستی شماره ۱:

این شیر توپی (معمولی/گازی) که همانند شیر تخلیه هوا به مخزن فشار هدف (شماره ۲) متصل است می تواند در وضعیت بسته، باز یا نیمه باز باشد و به عنوان مصرف کننده استفاده گردد. به منظور اعمال اغتشاش به سیستم از این شیر استفاده می گردد.
توجه داشته باشید که براساس طراحی، فرآیند کنترلی دستگاه به صورت تنظیم فشار در جریان می باشد، لذا جهت انجام صحیح آزمایشات، این شیر در تمام مراحل باید کمی باز باشد. تا پس از رسیدن به فشار هدف نیز فرآیند کنترل همزمان با تخلیه فشار و به صورت افزایش/کاهش صورت پذیرد.



۳- شیر دستی شماره ۲:

این شیر هم، مانند شیر شماره یک می باشد که می توان از آن به عنوان اغتشاش به صورت دستی در سیستم استفاده کرد. در شکل زیر محل قرار گرفتن آن مشخص شده است.

پیوست شماره سه

مشخصات آموزنده IC102- آموزنده کنترل سطح و دبی سیال

در مجموعه آموزشی کنترل فشار، هدف کنترل فشار درون مخزن میباشد. در این پروسه ابتدا بوسیله کمپرسور، فشار مورد نظر را برای سیستم تامین می کنیم، سپس بوسیله تجهیزات کنترلی که در ادامه به معرفی آنها خواهیم پرداخت، پروسه را کنترل می نماییم در شکل زیر بخش‌های مختلف آموزنده با حروف انگلیسی نامگذاری شده است. هدف اصلی از این کار تشریح تجهیزات موجود بر روی آموزنده است. در ادامه هر بخش به تفکیک توضیح داده خواهد شد.

عنوان بخش	معرفی	عنوان بخش	معرفی
A	درگاه خروجی دیجیتال PLC	J	ترمینال خروجی سنسور دبی
B	ورودی سیگنال‌های کنترلی اینورتر	K	شمای فنی شیرهای دستی روی آموزنده
C	درگاه ورودی دیجیتال PLC	L	شمای فنی مخزن فرآیند
D	درگاه ورودی/خروجی آنالوگ PLC	M	شمای فنی سنسور فشار برای اندازه‌گیری سطح
E	اینورتر سه فاز شرکت HYUNDAI	N	ترمینال خروجی سنسور فشار
F	PLC دلتا مدل DVP-10S	O	مخزن مدرج بر حسب سانتی متر
G	درگاه اتصال کابل HMI	P	شیرهای دستی آموزنده
H	HMI دلتا مدل TP04	Q	سنسور دبی
I	شمای فنی پمپ و سنسور دبی	R	الکتروپمپ سه فاز

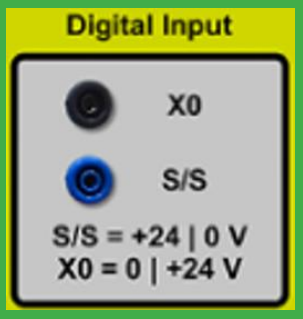
A: درگاه خروجی دیجیتال

یک درگاه خروجی دیجیتال جهت کنترل دو وضعیتی بر روی آموزنده قرار داده شده است. می‌توانید با با توجه به برنامه نویسی صورت گرفته برای کنترل دو وضعیتی از این درگاه جهت اعمال فرمان قطع و وصل به عملگر استفاده نمایید.

B: پایانه‌های کنترلی اینورتر

اینورتر مورد استفاده قادر است سرعت الکتروپمپ را متناسب با سیگنال جریانی استاندارد و یا سیگنال ولتاژی بین ۰-۱۰V تنظیم کند. سیگنال کنترلی خروجی پردازنده به اینورتر اعمال می‌شود تا در جهت کاهش خطا گام برداشته شود.

C: درگاه ورودی دیجیتال



برای شمارش پالس خروجی سنسور دبی از این درگاه PLC استفاده می‌گردد.حداکثر دامنه ولتاژ ورودی دیجیتال می‌تواند ۲۴ ولت باشد.

D: درگاه‌های ورودی/ خروجی آنالوگ

PLC مورد استفاده دارای یک درگاه ورودی از نوع سیگنال جریانی استاندارد است. این سیگنال جریانی می‌تواند در محدوده ۴-۲۰mA باشد.از این درگاه جهت اتصال سیگنال فیدبک جریانی به پردازنده استفاده می‌شود.

این پردازنده همچنین درگاه خروجی آنالوگ از جنس ولتاژ در محدوده ۰-۱۰V دارا می‌باشد که برای اعمال سیگنال کنترلی به اینورتر مورد استفاده قرار می‌گیرد

E: اینورتر سه‌فاز مدل N700E

از یک اینورتر سه فاز به عنوان محرک الکتروپمپ استفاده شده است. اینورتر سه فاز قابلیت کنترل سرعت به وسیله پتانسیومتر روی دستگاه و یا سیگنال‌های کنترلی ولتاژ و جریان استاندارد را دارا می‌باشد. ترمینال‌های مورد نیاز برای اعمال سیگنال کنترلی به اینورتر بر روی پانل د ستگاه فراهم شده ا ست. سیگنال آنالوگ خروجی PLC به اینورتر اعمال خواهد شد. بخش‌هایی از راهنمای کاربری این تجهیز در پیوست ۵ اورده شده است

F: PLC دلتا

عمده کارهای کنترلی در فرآیندهای صنعتی به کمک یک PLC انجام می‌پذیرد.
برای برنامه نویسیPLC می‌بایست از نرم افزار مخصوص به خودش استفاده کرد ولی روش برنامه نویسی، کاملاً مشابه سایر PLC های موجود در بازار و از جمله SIEMENS می‌باشد. تغذیه این تجهیز ۲۴V است و سه درگاه خروجی دیجیتال از نوع رله‌ای، دو ورودی آنالوگ و چهار ورودی دیجیتال دارا می‌باشد که تنها برخی از آنها بر روی پانل دستگاه در دسترس قرار گرفته است.

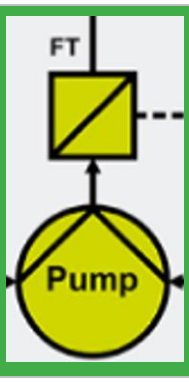
G: درگاه اتصال کابل HMI

درگاه ورودی HMI جهت برنامه‌نویسی و بارگذاری برنامه در HMI بر روی پانل دستگاه فراهم شده است. سوکت این درگاه از نوع DB9 است.

H: رابط کاربری با PLC

HMI مورد استفاده مدل TP04GAS2 ساخت شرکت دلتا است. این رابط گرافیکی دارای ۵ دکمه قابل برنامه ریزی برای ورود عدد و انجام توابع خاص می‌باشد و برنامه نویسی آن توسط نرم افزار TPEdit صورت می‌گیرد. به کمک این تجهیز می‌توان تنظیمات مربوط به فرآیند تحت کنترلی را انجام داد و تغییرات خروجی فرآیند را مشاهده نمود. درگاه ورودی HMI جهت برنامه ریزی مجدد فراهم شده است

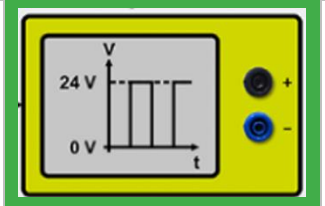
I: شمای فنی الکتروپمپ و سنسور دبی



همانطور که در این شکل مشخص است سنسور دبی در مسیر عبور سیال خروجی پمپ قرار گرفته است.

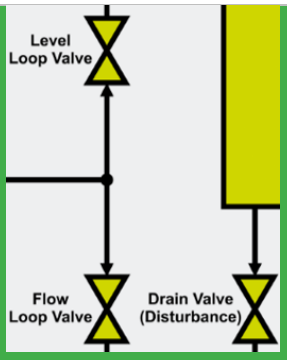
شمای فنی سنسور و الکتروپمپ نصب شده بر روی آموزنده، روی پانل دستگاه نشان داده شده است.

J: ترمینال خروجی سنسور دبی



کنتور آب خانگی پالسدار قابلیت تولید پالس به ازای عبور میزان مشخصی سیال را دارا می‌باشد. پالس خروجی این سنسور بر روی پانل دستگاه قابل دریافت است که در بخش J نشان داده شده است. دامنه این پالس ۲۴ ولت است و دوره تناوب آن با توجه به سرعت سیال عبوری قابل تغییر است.

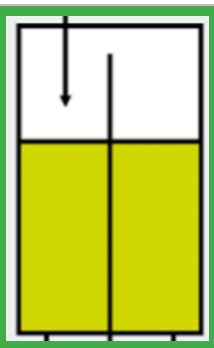
K: شمای فنی شیرهای دستی



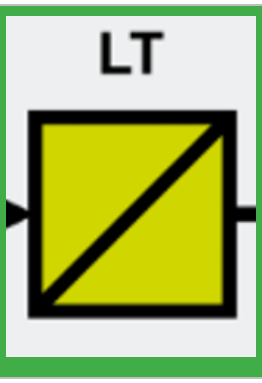
یک شیر دستی در زیر مخزن نصب شده است تا بتوان به کمک آن اثر اغتشاش را بر فرآیند کنترل سطح بررسی نمود.

یک شیر که تحت عنوان Level Loop Valve نامگذاری شده است در حلقه کنترل سطح بایستی به طور کامل باز باشد و شیر دیگر که تحت عنوان Flow Loop Valve نام‌گذاری شده است در حلقه کنترل دبی باید به طور کامل باز باشد

L: شمای فنی مخزن فرآیند

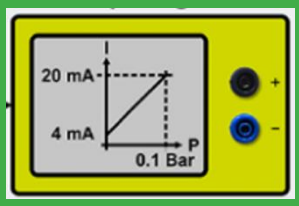


مخزن فرآیند بر روی پانل دستگاه شمای فنی شده است.



M: شمای فنی سنسور فشار

بر روی پانل دستگاه، سنسور فشار مورد استفاده، شمای فنی شده است. این سنسور همانطور که بر روی پانل دستگاه نشان داده شده است، در زیر مخزن کنترل سطح نصب گردیده است.



N: پایانه‌های خروجی سنسور فشار

سنسور فشار مورد استفاده محصول شرکت SENSYS و از مدل PSCH00.1BCIA است. این سنسور متناسب با فشاری که سیال درون مخزن به کف وارد می‌کند را به یک سیگنال جریانی استاندارد در محدوده ۴-۲۰mA تبدیل می‌کند. فشار سیال درون مخزن با ارتفاع سیال متناسب است. مشخصات این سنسور در ادامه ذکر می‌گردد.

O: مخزن مدرج

مخزن فرآیند که جهت کنترل سطح سیال در یک ارتفاع مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با پمپاژ آب از طریق شیر شماره ۳، مخزن پر می‌شود و با بازکردن شیر شماره یک، مخزن تخلیه می‌گردد. یک لوله به طور مستقیم به تانک ذخیره آب متصل شده تا ارتفاع مایع درون مخزن از حدود ۵۰ سانتی متر بیشتر نشود

P: شیرهای دستی آموزنده

شیر شماره یک جهت تخلیه مخزن مدرج و اعمال اغتشاش مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمانی که نیاز به اعمال اغتشاش هست می‌توان با تنظیم این شیر اثر اغتشاش را بر فرآیند کنترل سطح بررسی نمود. شیر شماره دو بایستی در فرآیند کنترل سطح به طور کامل بسته باشد و در فرآیند کنترل دبی به طور کامل باز باشد. شیر شماره ۳ وضعیتی برعکس شیر شماره ۲ خواهد داشت.

Q: سنسور دبی

از یک کنتور آب خانگی پالسدار به عنوان یک سنسور دبی استفاده شده است. این کنتور بسته به نوع طراحی می‌تواند به ازای هر ۱، ۱۰، ۱۰۰ و یا ۱۰۰۰ لیتر سیال عبوری؛ یک پالس در خروجی خود تولید کند که با انجام آزمایش ساده حساسیت سنسور قابل تشخیص است. این سنسور از نوع توربینی بوده و بر روی آن یک سنسور حساس به فلز نصب گردیده است

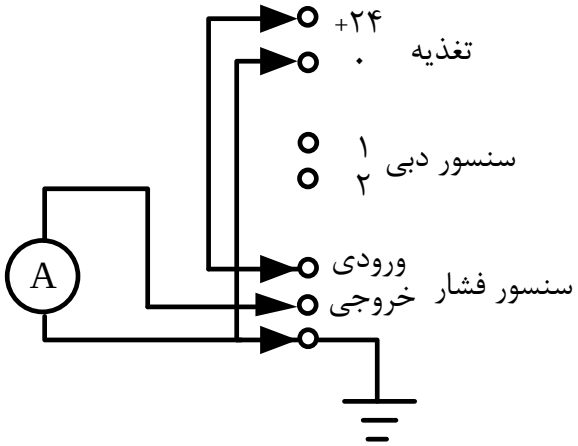
R: الکتروپمپ سه فاز

در این آموزنده از یک الکتروپمپ سه فاز به عنوان عملگر ا ستفاده شده ا ست که از یک اینورتر سه فاز برای کنترل الکتروپمپ استفاده شده است. مشخصات این الکتروپمپ در ادامه ذکر می‌شود.

مشخصات فنی و اتصالات داخلی سنسور فشار

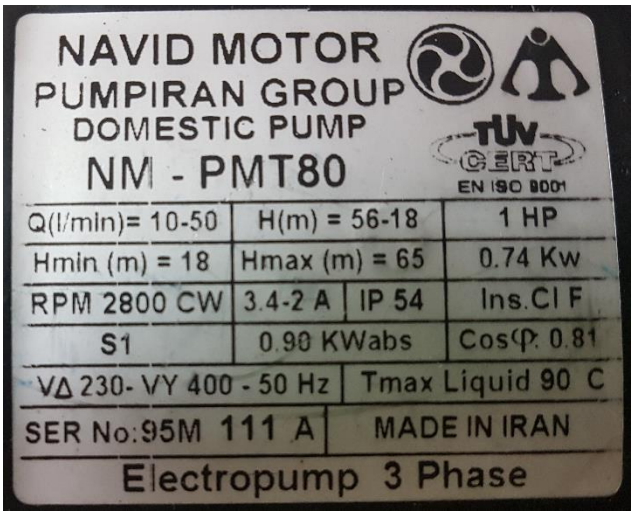
Range	۰- ۰/۱ Bar
Type	Piezoresistive silicon cell
Accuracy۰	±/۲۵ %FS(RSS)
Excitation	۱۱-۲۸ VDC
Output	۴-۲۰ mA(2 Wire)

سنسور فشار مدل **PSCH00.1BCIA**



الکتروپمپ

الکتروپمپ مورد استفاده از نوع سه فاز بوده و مشخصات فنی آن در شکل زیر قابل مشاهده است. با تغییر فرکانس و دامنه سطح ولتاژ خروجی اعمالی به آن دور و در نتیجه دبی خروجی پمپ تغییر می‌کند. با تغییر دبی خروجی پمپ می‌توان دبی و سطح مایع را کنترل نمود.

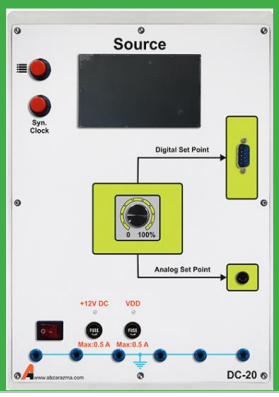


پیوست شماره چهار

مشخصات آموزنده IC103- آموزنده کنترل سرعت موتور القایی

در این آموزنده فرایند کنترل سرعت موتور القایی مورد برر سی قرار خواهد گرفت. عملکرد این فرایند در شرایط بکارگیری کنترل‌کننده PID آنالوگ مورد بررسی قرار می‌گیرد. به کمک این آموزنده امکان کنترل پیوسته سرعت نیز وجود خواهد داشت و از یک اینورتر به عنوان عملگر برای فرآیند کنترل سرعت ا ستفاده شده ا ست. این آموزنده در شکل زیر ن شان داده شده ا ست. در ادامه ماژول‌های این آموزنده شرخ داده خواهند شد

ماژول منبع



این ماژول جهت ساختن فرمان مرجع آنالوگ مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین سیگنال فرمان معادل را به منظور کنترل سرعت موتور القایی نمایش می دهد.
این ماژول دارای یک خروجی آنالوگ بین 0 تا 10+ ولت است.
در این ماژول از یک LCD گرافیکی ۴,۳ اینچی برای نمایش مقدار مرجع سیگنال آنالوگ و سرعت مطلوب استفاده شده است.

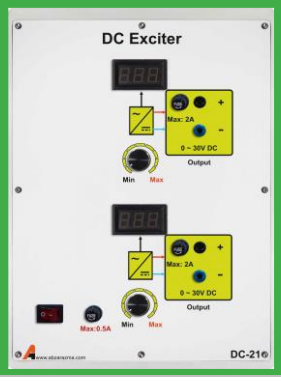
IC-20	Source

اینورتر سه فاز مدل N700E

از یک اینورتر سه فاز به عنوان عملگر برای فرآیند کنترل سرعت موتور القایی ا ستفاده شده است. اینورتر سه فاز قابلیت کنترل سرعت به وسیله پتانسیومتر روی دستگاه و یا سیگنال‌های کنترلی ولتاژ و جریان استاندارد را دارا می‌باشد. ترمینال‌های مورد نیاز برای اعمال سیگنال کنترلی به اینورتر بر روی پانل ماژول فراهم شده ا ست. سیگنال آ نالوگ خروجی کنترل‌کننده به اینورتر اعمال خواهد شد. بخش هایی از راهنمای کاربری این تجهیز در پیوست ۵ اورده شده است

IC-10	3-phase Inverter

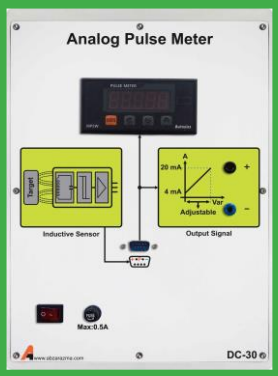
منبع تغذیه DC



این ماژول دارای دو منبع تغذیه DC متغیر در محدوده ۰-۳۰V است که امکان سری کردن آنها برای د ستیابی به ولتاژهای بالاتر از ۳۰ ولت نیز فراهم شده ا ست. یک ولوم ج هت تنظیم ولتاژ خروجی وجود دارد و حداکثر جر یان خروجی هر منبع ت غذ یه می‌تواند ۲ آمپر باشد. از این ماژول جهت اعمال ولتاژ ترمز به موتور القایی استفاده می‌گردد.

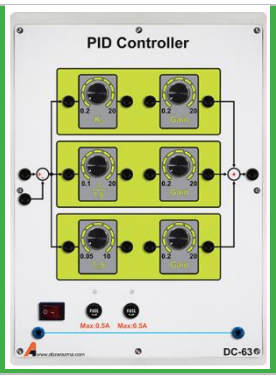
IC-21	DC Exciter

پالس متر آنالوگ



یک سنسور القایی به ازای هر یک دور چرخش محور موتور یک پالس در خروجی خود تولید می‌کند. پالس متر Autonics می‌تواند علاوه بر نمایش سرعت موتور، سیگنال آنالوگی متناسب با سرعت در خروجی خود تولید کند. خروجی آنالوگ پالس متر از نوع جریانی است. در داخل این ماژول از یک مبدل جهت تبدیل سیگنال جریان خروجی پالس متر به یک سیگنال ولتاژی در محدوده ۰-۱۰V استفاده شده است.

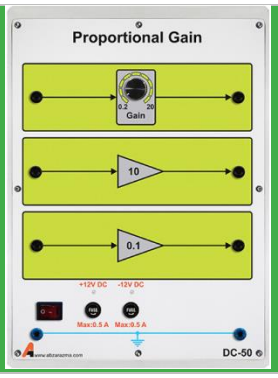
IC-30	Analog Pulse Meter



کنترل‌کننده PID

این ماژول یک کنترل کننده PID کامل به همراه بهره‌های قابل تغییر در محدوده‌های وسیع میباشد. ولتاژ کاری ورودی و خروجی‌های این ماژول در محدوده ۱۰V+ تا ۱۰- است و قابلیت تنظیم بهره تناسبی، مشتقی و انتگرالی وجود دارد.

IC-63	PID Controller



بهره تناسبی

این ماژول جهت ایجاد بهره تناسبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدوده مجاز ورودی ها می‌تواند بین ۱۰- تا ۱۰+ تغییر کند. به کمک این ماژول می‌توان بهره ثابت ۰,۱ و ۱۰ یا بهره متغیر بین ۰,۲ تا ۲۰ ایجاد نمود.

IC-50	Proportional Gain

پیوست شماره پنج

راهنمای کاربری کنترل‌کننده PID مدل TZN4M

TZN/TZ Series

Dual PID auto tuning control

▣ Features

- Dual PID auto tuning function:
  High-speed response of PID control to reach to the desired value fast, low-speed of response of PID control to minimize the overshoot even though response is a little bit slow.
- High display accuracy: ±0.3%(by F.S. value of each input)
- 2-Steps auto tuning control function
- Multi-input function
  (13 kinds of multi-input selection function):
  Temperature sensor, voltage and current selection function.
- Various sub output function:
  Includes in LBA, SBA, 7kinds of alarm output and 4 kinds of alarm option function, PV transmission output(DC4-20mA), RS485 communication output
- Display the decimal point for analog input

⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.

CE cULus

▣ Ordering information

TZ | 4 | M | – | 1 | 4 | R

Control output	R	Relay output
	S	SSR drive voltage output
	C	Current output(DC4-20mA)
Power supply※1	2	24VAC/24-48VDC
	4	100-240VAC 50/60Hz
Auxiliary output	TZ4SP/TZN4S	1 Event 1 output
	TZ4ST	1 Event 1 output
		2 Event 1 + Event 2 output
		R Event 1 + PV transmission output(DC4-20mA)
	Etc.	1 Event 1 output
		2 Event 1 + Event 2 output
		R Event 1 + PV transmission output(DC4-20mA)
		A Event 1 + Event 2 + PV transmission output(DC4-20mA)
		T Event 1 + RS485 communication output
		B Event 1 + Event 2+RS485 communication output
Size	TZN4	S DIN W48×H48mm(terminal type)
	TZ4	SP DIN W48×H48mm(plug type)
		ST DIN W48×H48mm(terminal type)
	TZ4/TZN4	M DIN W72×H72mm
		W DIN W96×H48mm
		H DIN W48×H96mm
		L DIN W96×H96mm
Digit	4	9999(4 digit)
Item	TZ	Temperature dontroller(PID)
	TZN	Temperature dontroller (PID New type)

※1: Only for TZ4SP, TZ4ST, TZ4L, TZN4M Series.

▣ Specifications

Series		TZ4SP TZN4S	TZ4ST	TZ4M TZN4M	TZ4W TZN4W	TZ4H TZN4H	TZ4L TZN4L
Power supply	AC Power	100-240VAC 50/60Hz					
	AC/DC Power※1	24VAC 50/60Hz / 24-48VDC					
Allowable voltage range		90 to 110% of rated voltage					
Power consumption	AC Power	Max. 5VA(100-240VAC 50/60Hz)		Max. 6VA(100-240VAC 50/60Hz)			
	AC/DC Power※1	Max. 8VA(24VAC 50/60Hz), Max. 7W(24-48VDC)					
Display accuracy		7 Segment (PV: red, SV: green) LED method					
Character size(W×H)		**TZ4SP:** 4.8×7.8mm **TZN4S:** PV:7.8×11.0mm SV:5.8×8.0mm	4.8×7.8mm	**TZ4M:** PV:9.8×14.2mm SV:8.0×10.0mm **TZN4M:** PV:8.0×13.0mm SV:5.0×9.0mm	8.0×10.0mm	**TZ4H:** 3.8×7.6mm **TZN4H:** PV:7.8×11.0mm SV:5.8×8.0mm	PV:9.8×14.2mm SV:8.0×10.0mm
Input type	RTD	DPt100Ω, JPt100Ω, 3wire (allowable line resistance max. 5Ω per a wire)					
	Thermocouple	K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PR), N(NN), W(TT) (allowable line resistance max. 100Ω)					
	Analog	1-5VDC, 0-10VDC, DC4-20mA					
Control output	Relay	250VAC 3A 1c					
	SSR	12VDC ±3V 30mA Max.					
	Current	DC4-20mA (load 600Ω Max.)					
Sub output	PV transmission	—	DC4-20mA (load 600Ω Max.)				
	EVENT1	250VAC 1A 1a					
	EVENT2	—	250VAC 1A 1a				
	Communication	—	—	RS485(PV/SV transmission, SV setting)			
Control type		ON/OFF, P, PI, PD, PIDF, PIDS control					
Display accuracy		F.S. ±0.3% or 3℃, select the higher one					
Setting method		Front push buttons					
Hysteresis		1~100℃(0.1 to 100.0℃) variable(ON/OFF control)					
ALARM output		Adjustable ON/OFF 1 to 100 (0.1 to 100.0)℃ of alarm output					
Proportional band (P)		0.0 to 100.0%					
Integral time (I)		0 to 3600 sec.					
Derivative time (D)		0 to 3600 sec.					
Control period (T)		1 to 120 sec.					
Sampling period		0.5 sec.					
LBA setting		1 to 999 sec.					
RAMP setting		Ramp Up, Ramp Down at 1 to 99min.					
Dielectric strength		2,000VAC 50/60Hz for 1min. (between power source terminal and input terminal)					
Vibration		0.75mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz(for 1min.) in each of X, Y, Z direction for 2 hours					
Relay life cycle	Main output	Mechanical: Min. 10,000,000 operations, Electrical: Min. 100,000 operations(250VAC 3A resistive load)					
	Sub output	Mechanical: Min. 20,000,000 operations, Electrical: Min. 500,000 operations(250VAC 1A resistive load)					
Insulation resistance		Min. 100MΩ (at 500VDC megger)					
Noise resistance		±2kV the square wave noise (pulse width: 1us) by the noise simulator					
Memory retention		Approx. 10 years (when using non-volatile semiconductor memory type)					
Environment	Ambient temperature	-10 to 50℃, storage: -20 to 60℃					
	Ambient humidity	35 to 85%RH, storage: 35 to 85%RH					
Approval		CE cULus					
Unit weight		**TZ4SP:** Approx. 136g **TZN4S:** Approx. 150g	Approx. 136g	Approx. 270g	**TZ4W:** Approx. 270g **TZN4W:** Approx. 259g	Approx. 259g	Approx. 360g

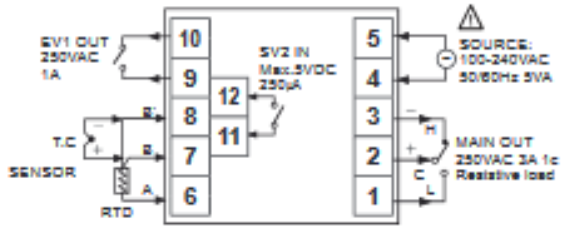
※1. AC/DC power type is only for TZ4SP, TZ4ST, TZN4M, TZ4L Series.
※Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

TZN/TZ Series

Connections

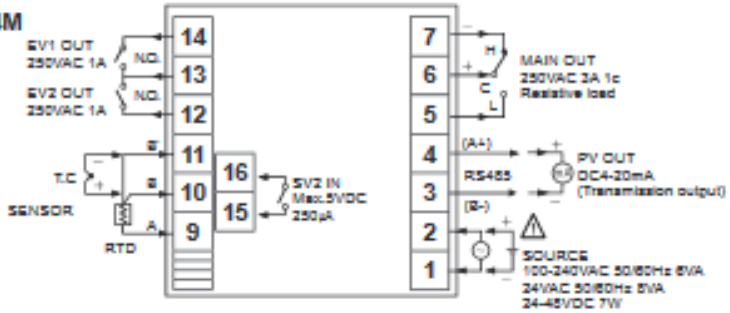
※RTD: DPt100Ω(3-wire type), JPt100Ω(3-wire type) ※T.C(Thermocouple): K, J, R, E, T, S, W, N
※In case of Analog input, please use T.C(Thermocouple) terminal and be careful about polarity.

● TZN4S



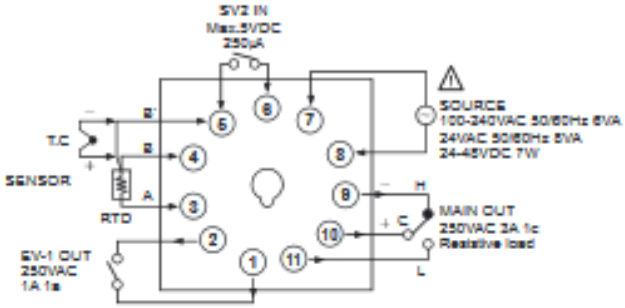
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ≥3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

● TZN4M



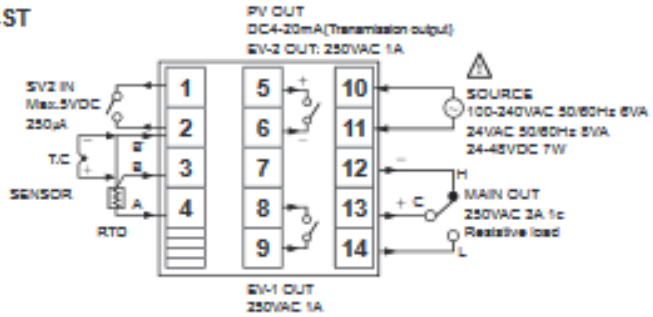
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ≥3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

● TZ4SP



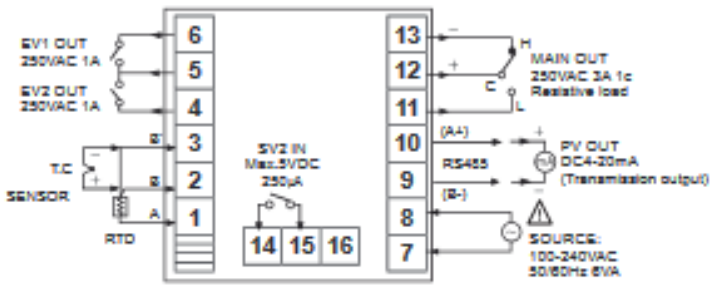
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ≥3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

● TZ4ST



MAIN OUT		SUB OUT
SSR	Current	PV transmission output
12VDC ≥3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

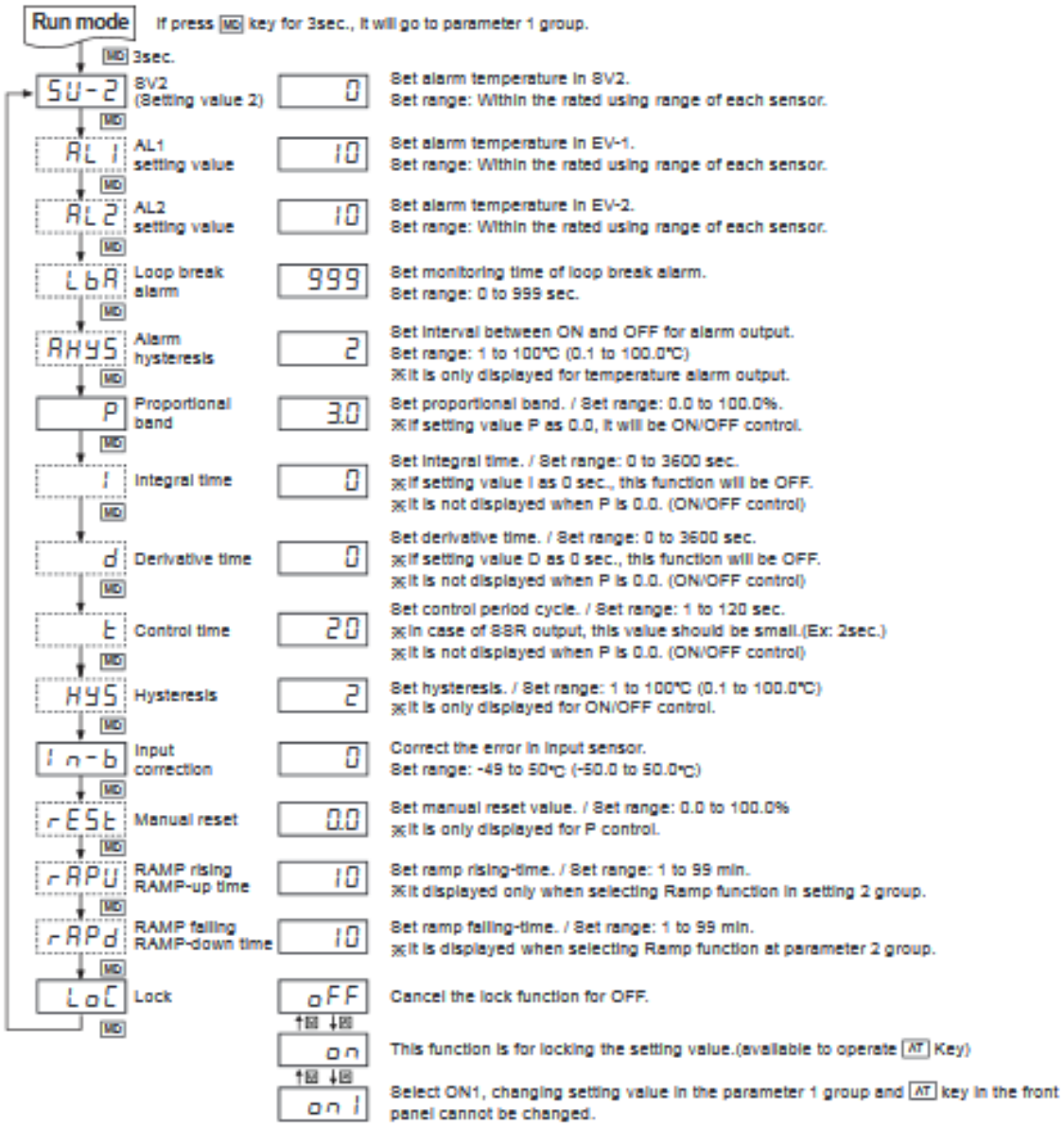
● TZ4M



MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ≥3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

TZN/TZ Series

■ Flow chart for parameter 1 group



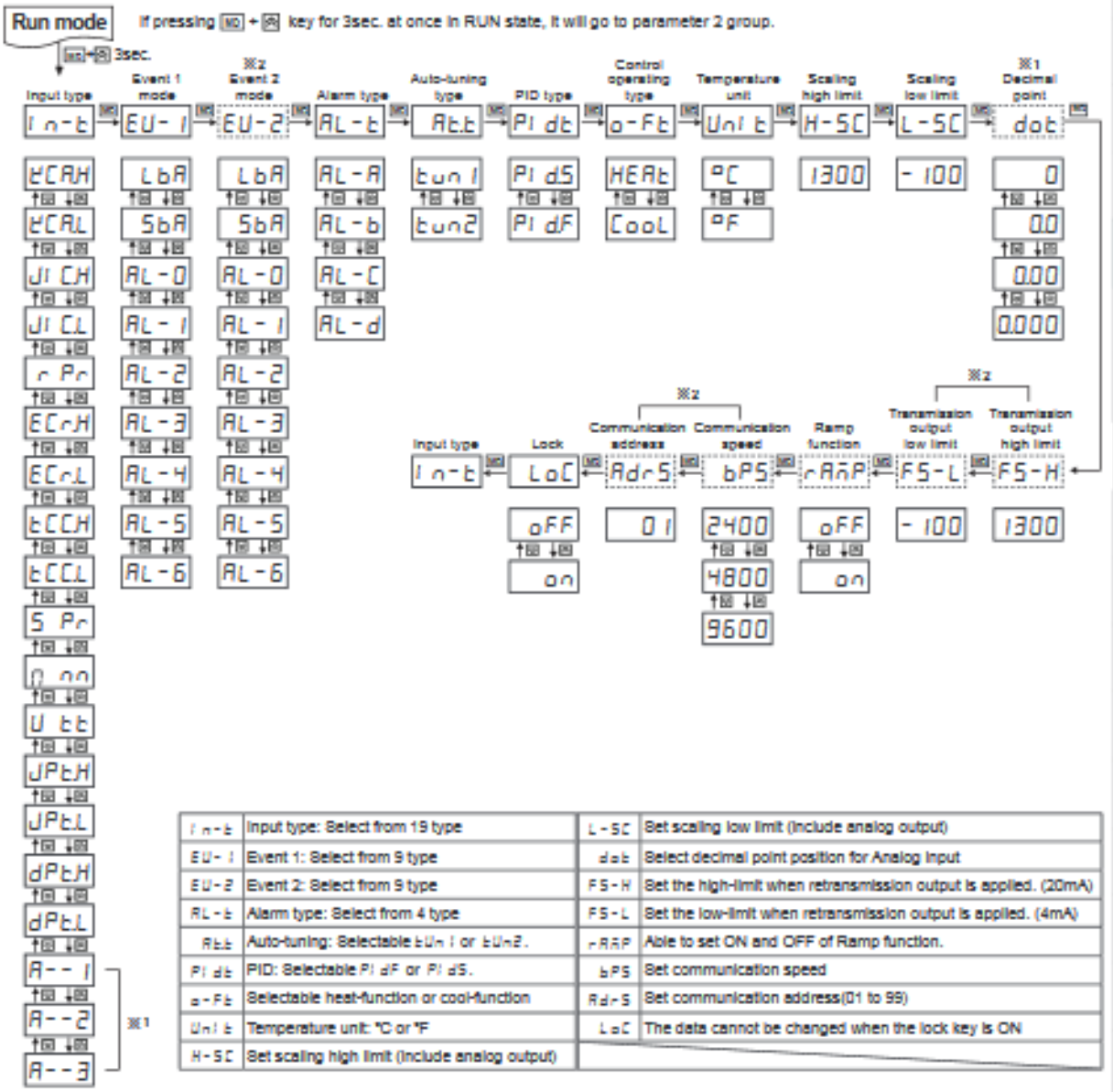
※Press ◀ (≪) key and the right digit of SV display part flashes. Press ◀ (≪) or ▶ (≫) key and move to the desired digit.
Press ▲ (≪), ▼ (≫) keys to change SV and press MD key to complete the set. Press MD key again and it moves to next parameter.
※After completing setting at each parameter, press MD key for 3 sec. and it returns to RUN mode.
※If no key touched for 60sec., it will return to RUN mode automatically.
※[ ] This parameter [AL1, AL2, LbA, I, d, t, HYS, rESt, rAPU, rAPd] might not be displayed depending on other parameter settings.

■ Factory defaults(Parameter 1 group)

Parameter	Factory default	Parameter	Factory default	Parameter	Factory default	Parameter	Factory default
SV-2	0	AHYS	2	t	20	rAPU	10
AL1	10	P	3.0	HYS	2	rAPd	10
AL2	10	I	0	In-b	0	LoC	oFF
LbA	600	d	0	rESt	0.0		

Dual PID Auto Tuning Control

■ Parameter 2 group



In-t	Input type: Select from 19 type	L-SC	Set scaling low limit (Include analog output)
EU-1	Event 1: Select from 9 type	dot	Select decimal point position for Analog input
EU-2	Event 2: Select from 9 type	FS-H	Set the high-limit when retransmission output is applied. (20mA)
AL-t	Alarm type: Select from 4 type	FS-L	Set the low-limit when retransmission output is applied. (4mA)
Att	Auto-tuning: Selectable tUn1 or tUn2.	rAnP	Able to set ON and OFF of Ramp function.
PI dt	PID: Selectable PI dF or PI dS.	bPS	Set communication speed
o-Ft	Selectable heat-function or cool-function	Adr5	Set communication address(01 to 99)
Unit	Temperature unit: °C or °F	LoC	The data cannot be changed when the lock key is ON
H-SC	Set scaling high limit (Include analog output)		

※1

※Press ◀ (≪) key and the right digit of SV display part flashes. Press ◀ (≪) or ▶ (≫) key and move to the desired digit.
Press ▲ (≪), ▼ (≫) keys to change SV and press MD key to complete the set. Press MD key again and it moves to next parameter.
※After completing setting at each parameter, press MD key for 3 sec. and it returns to RUN mode.
※If no key touched for 60sec., it will return to RUN mode automatically.

※1: It may not be displayed by input type switch.
※2: This is displayed only for model with High/Low-limit of transmission output.

■ Factory defaults(Parameter 2 group)

Parameter	Factory default	Parameter	Factory default	Parameter	Factory default	Parameter	Factory default
In-t	KCAH	AL-t	AL-A	PI dt	PI dS	H-SC	1300
EU-1	AL-1	Att	tun1	o-Ft	HEAt	L-SC	-100
EU-2	AL-2	rAnP	oFF	Unit	°C	LoC	oFF

TZN/TZ Series

■ Input type and range

Input type		Display	Input range(℃)	Input range(℉)
Thermocouple	K(CA) H	K C R H	-100 to 1300℃	-148 to 2372℉
	K(CA) L	K C R L	-100.0 to 999.9℃	This mode cannot be used as ℉
	J(IC) H	J I C H	0 to 800℃	32 to 1472℉
	J(IC) L	J I C L	0.0 to 800.0℃	This mode cannot be used as ℉
	R(PR)	r P r	0 to 1700℃	32 to 3092℉
	E(CR) H	E C r H	0 to 800℃	32 to 1472℉
	E(CR) L	E C r L	0 .0~800.0℃	This mode cannot be used as ℉
	T(CC) H	t C C H	-200 to 400℃	-328 to 752℉
	T(CC) L	t C C L	-199.9 to 400.0℃	This mode cannot be used as ℉
	S(PR)	S P r	0 to 1700℃	32 to 3092℉
	N(NN)	n n n	0 to 1300℃	32 to 2372℉
	W(TT)	U t t	0 to 2300℃	32 to 4172℉
RTD	JPt100Ω H	J P t H	0 to 500℃	32 to 932℉
	JPt100Ω L	J P t L	-199.9 to 199.9℃	-199.9 to 391.8℉
	DPt100Ω H	d P t H	0 to 500℃	32 to 932℉
	DPt100Ω L	d P t L	-199.9 to 199.9℃	-199.9 to 391.8℉
Analog input	0-10VDC	A - - 1	-1999 to 9999℃	-1999 to 9999℉
	1-5VDC	A - - 2	-1999 to 9999℃	-1999 to 9999℉
	DC4-20mmA	A - - 3	-1999 to 9999℃	-1999 to 9999℉

■ Input type switch

A) In case of sensor input : K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PR), N(NN), W(TT), DPt 100Ω, JPt 100Ω

SW1:1 SW2: V

B) In case of voltage input : 1-5VDC, 0-10VDC

SW1:2 SW2: V

C) In case of current input : DC4-20mA

SW1:2 SW2: mA

※Factory default of input type switch: Temperature sensor input.
※Please select B) or C) according to input specification when it is voltage or current.

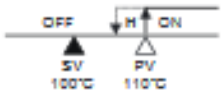
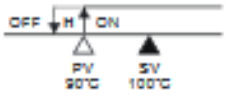
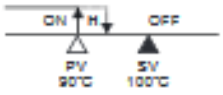
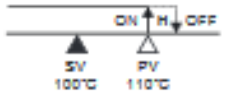
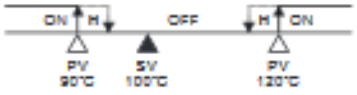
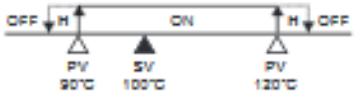
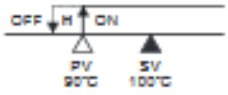
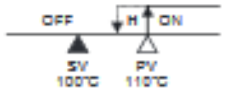
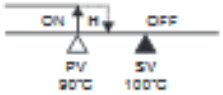
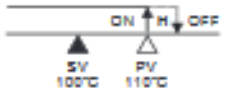
Dual PID Auto Tuning Control

■ Alarm

This unit has output for control and sub(alarm) output. Sub output is optional. (This alarm output is relay contact(1a) and operates regardless of output for control.) Alarm output operates when the temperature of target is getting higher or lower than setting value.

- Select one among 8 alarm operations [AL-1/2/3/4/5/6] of event 1, 2[Eu-1, Eu-2] at parameter 2 group and set alarm temperature (deviation or absolute temperature) in AL1, AL2 alarm temperature[AL1, AL2] at parameter 1 group.
- Since Eu-1 and Eu-2 operate separately, both Eu-1 and Eu-2 can be used as a high or low 2nd alarm operation.
- When selecting LbA or SbA function in Eu-1, Eu-2 of parameter 2 group, alarm cannot be operated.

◎ Alarm operation

Mode	Name	Alarm operation	Description
AL-0	—	—	No alarm output
AL-1	Deviation high-limit alarm	 High deviation: Set as 10°C  High deviation: Set as -10°C	If deviation between PV and SV as high-limit is higher than set value of deviation temperature, the alarm output will be ON.
AL-2	Deviation low-limit alarm	 Lower deviation: Set as 10°C  Lower deviation: Set as -10°C	If deviation between PV and SV as low-limit is higher than set value of deviation temperature, the alarm output will be ON.
AL-3	Deviation high/low-limit alarm	 Lower deviation: Set as 10°C, High deviation: Set as 20°C	If deviation between PV and SV as high/low-limit is higher than set value of deviation temperature, the alarm output will be ON.
AL-4	Deviation high/low-limit reserve alarm	 Lower deviation: Set as 10°C, High deviation: Set as 20°C	If deviation between PV and SV as high/low-limit is higher than set value of deviation temperature, the alarm output will be OFF.
AL-5	Absolute value high limit alarm	 Absolute-value Alarm: Set as 90°C  Absolute-value Alarm: Set as 110°C	If PV is higher than the absolute value, the output will be ON.
AL-6	Absolute value low limit alarm	 Absolute-value Alarm: Set as 90°C  Absolute-value Alarm: Set as 110°C	If PV is lower than the absolute value, the output will be ON.
SbA□	Sensor break Alarm	—	It will be ON when it detects sensor disconnection.
LbA□	Loop break Alarm	—	It will be ON when it detects loop break.

※ H: Alarm output hysteresis [HYS]

◎ Alarm option

Mode	Name	Description
AL-A	Standard alarm	If it is an alarm condition, alarm output is ON. If it is a clear alarm condition, alarm output is OFF.
AL-b	Alarm latch	If it is an alarm condition, alarm output is ON and maintains ON status.
AL-C	Standby sequence	First alarm condition is ignored and from second alarm condition, standard alarm operates. When power is supplied and it is an alarm condition, this first alarm condition is ignored and from the second alarm condition, standard alarm operates.
AL-d	Alarm latch and standby sequence	If it is an alarm condition, it operates both alarm latch and standby sequence. When power is supplied and it is an alarm condition, this first alarm condition is ignored and from the second alarm condition, alarm latch operates.

راهنمای کاربری کنترل‌کننده توان مدل SPC1

SPC1 Series

Single phase, Power Controller

Features

- **Various and simple input specification**
  - DC4-20mA, 1-5VDC, External 24VDC
  - External adjuster(1kΩ)
  - External contact(ON/OFF)
- **Various function**
  - Out ADJ(output limit) function
  - Soft Start function(except for ON/OFF control type)
  - Out display function
  - 50/60Hz automatic converting function
- **Various control type by mode switches**
  - Phase control type
  - Cycle control type(zero cross)
  - ON/OFF control type(zero cross)

⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.

Ordering information

SPC | 1 | - | 35

Rated load current	35	35A
	50	50A
Control phase	1	Single phase
Item	SPC	Solid state power controller

Specifications

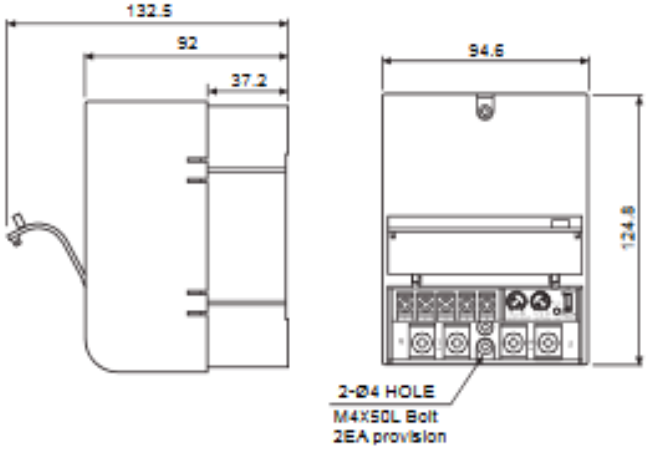
Model		SPC1-35	SPC1-50
Power supply		220VAC 50/60Hz	
Allowable voltage range		90 to 110% of rated voltage	
Maximum rated current		35A(single phase)	50A(single phase)
Control power		220VAC	
Control range		Phase control: 0 to 98%, Cycle control: 0 to 100%	
Application load		Resistance load(min. load : over 5% of rated current)	
Cooling method		Natural cooling	
Control circuit		Micom control type	
Control input		• 1-5VDC • DC4-20mA(250Ω) • ON/OFF(external relay contact or 24VDC) • External VR(1kΩ) • Output limit input(front OUT ADJ. VR)	
Control type	By selection S/W	• Phase control※1 • Cycle control(zero cross)-Period 0.5sec., 2.0sec., 10sec. ※1 • ON/OFF control(zero cross)	
Starting type		Soft start(0 to 50 sec. variable)	
Display function		Output indication(LED)	
Insulation resistance		100MΩ(at 500VDC megger)	
Dielectric strength		2000VAC 50/60Hz for 1minute	
Noise strength		±2kV the square wave noise (pulse width: 1us) by the noise simulator	
Vibration	Mechanical	0.75mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz (for 1 min.) in each of X, Y, Z directions for 1 hour	
	Malfunction	0.5mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz (for 1 min.) in each of X, Y, Z directions for 10 min.	
Shock	Mechanical	300m/s² (approx. 30G) in each of X, Y, Z directions for 3 times	
	Malfunction	100m/s² (approx. 10G) in each of X, Y, Z directions for 3 times	
Environment	Ambient temperature	0 to 50℃, storage: -25 to 65℃	
	Ambient humidity	35 to 85%RH	
Unit weight		Approx. 1kg	

※1: Refer to ○ Control mode selection.
※Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

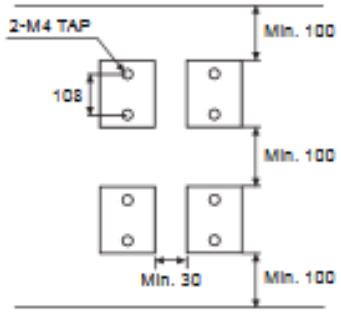
Power Controller

▣ Dimensions

(unit: mm)



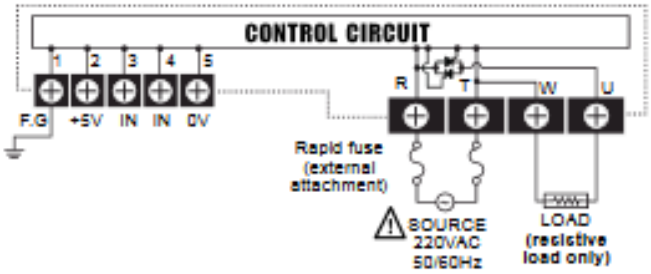
• Panel lay-out



※It should have enough space between units for proper cooling.

▣ Connections

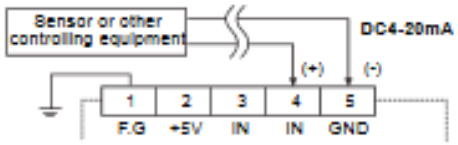
1. External connection



2. Connection of control input terminals

1) DC4-20mA control input

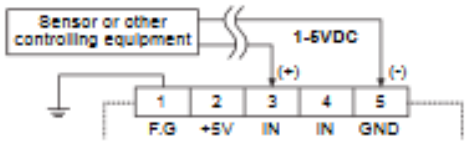
It controls 0 to 100% when you apply DC4-20mA on ④, ⑤ terminals when power is applied.



※It is not available in ON/OFF control mode.

2) 1-5VDC control input

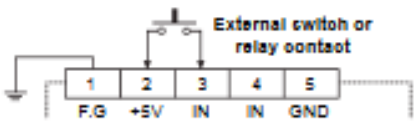
It controls 0 to 100% when you apply 1-5VDC on ③, ④ terminals when power is applied.



※It is not available in ON/OFF control mode.

3) ON/OFF External contact control input

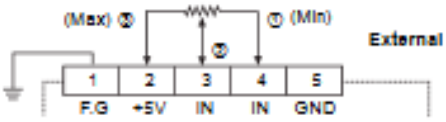
It controls 100% if you connect external switch or relay contact to ②, ③ terminal when it is ON, it controls 0% when it is OFF.



※It is available in all control modes.
OUT ADJ. and SOFT START function are not available in ON/OFF control mode.

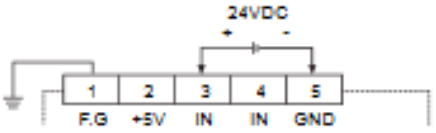
SPC1 Series

4) External adjuster control input
After power is applied, connecting the external adjuster 1kΩ to ②, ③ and ④ terminals and turning adjuster control from 0% to 100%.
It is available to control as OUT ADJ, adjuster for the above 1), 2), 3) and set at 100% when it is not used.



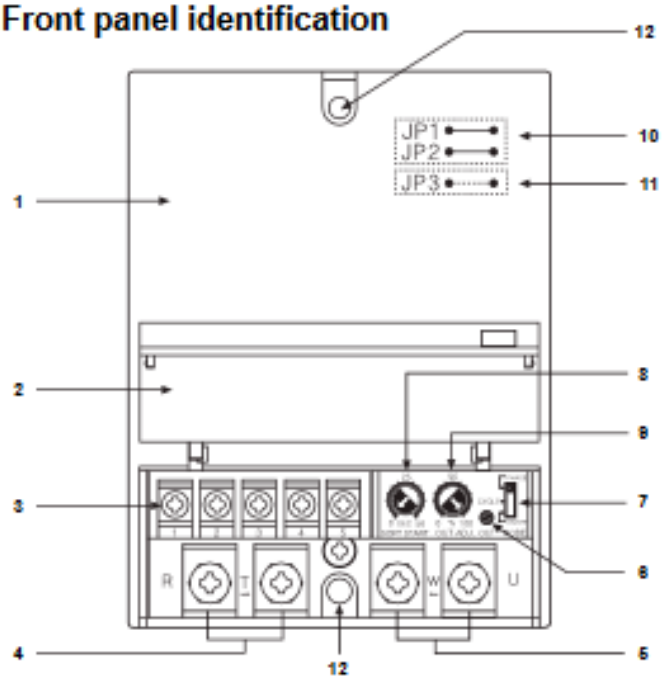
※It is not available in ON/OFF control mode.

5) External 24VDC control input
It can be used with external 24VDC voltage as below.
It is available to control of ON/OFF, outputs 100% for applying 24VDC and 0% for applying 0VDC.



※It is available in all control modes.
OUT ADJ and SOFT START function are not available in ON/OFF control mode.

■ Front panel identification



1. Case
2. Terminal block cover
3. Terminal block for control input
4. Terminal block of the power
5. Terminal block for load connection
6. LED display for output
7. Selection S/W of control mode
8. SOFT START adjusting volume
9. OUT ADJ. volume
10. Selection jumper of control period
11. Selection jumper of control type
12. The hole for fixing on panel
(Bolt size:M4×50mm)

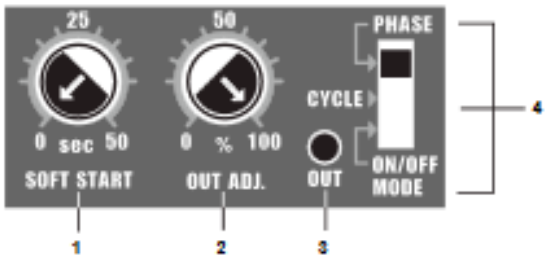
※10, 11 are placed on the inner PCB of the product.

■ Factory default

Control mode	Phase control mode
Control type	Phase equality division type according to control input
Control cycle	0.5sec. (JP1, JP2 short)
SOFT START setting	0sec
OUT ADJ. setting	100%

▣ Operation and function

◌ Front



1. SOFT START time setting adjuster(0 to 50sec.)
2. Output limiting setting adjuster(0 to 100%)
3. Output operation display LED
4. Control mode switch

- PHASE : Phase control mode
- CYCLE : Cycle control mode
- ON/OFF : ON/OFF control mode

◌ Control mode selection

Control mode	Phase control mode	Cycle control mode (zero cross)	ON/OFF control mode (zero cross)
Mode switch	PHASE / CYCLE / ON/OFF	PHASE / CYCLE / ON/OFF	PHASE / CYCLE / ON/OFF

※When selecting cycle control mode, the cycle has been set as 0.5sec. It can be changed to 2.0sec, 10sec by selection.
※The mode cannot be changed during it is operating. **Turn OFF the power at first** then change the mode and supply the power again.

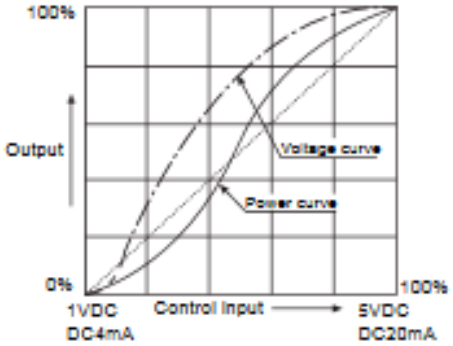
1) Phase control

It is output type to control phase of an alternating signal according to control input signal.

▪ Equality division type of phase by control input

This is analog type to output control angle with dividing equally according as control input signal. It shows power characteristic as (Fig. 1) and it might occur over power and lack power at point middle of control input.

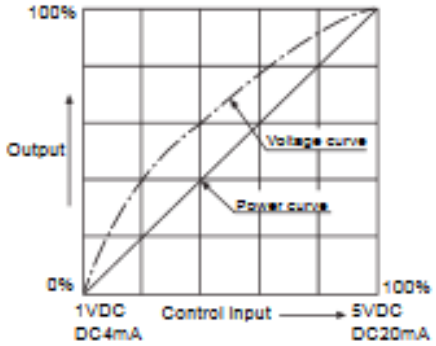
(Fig. 1)



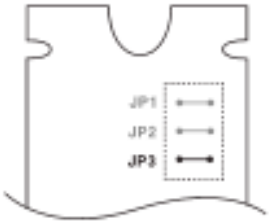
▪ Equality division type of power by control input

It divides control angle non-equally according as control input signal then make power curve linerization, so it becomes possible to output the power, which is proportioned control input as outputting (Fig. 1).

(Fig. 2)



※To change the control method, change TP3 of PCB as below.



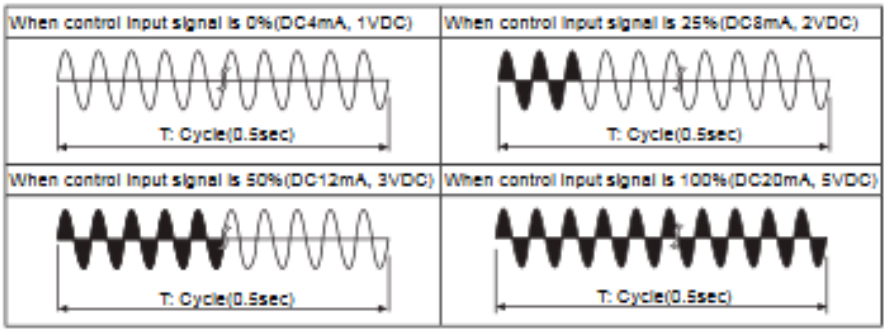
JP3	Division method(control method)
SHORT	Equal division of phase according to control input
OPEN	Equal division of power according to control input

※ SHORT OPEN

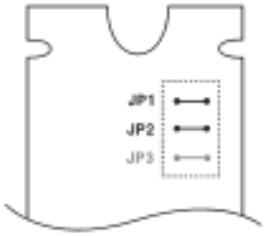
2) Cycle control-Zero cross

It controls the power, which is applied into the load to repeat ON/OFF cycle like below picture with constant proportion according to control input signal. It is easy to control the load and there is no ON/OFF noise because it turns ON and OFF at the zero point of AC.
Usually it is used in a place or electric furnace which is not easily effected by external noise.

SPC1 Series



※To change cycle, please change JP1 and JP2 of PCB as below.

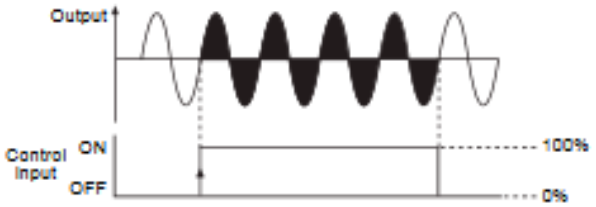


JP1	JP2	Cycle(sec.)
SHORT	SHORT	0.5sec
SHORT	OPEN	2.0sec
OPEN	SHORT	10sec
OPEN	OPEN	X(not used)

※ SHORT OPEN

3) ON/OFF control-Zero cross

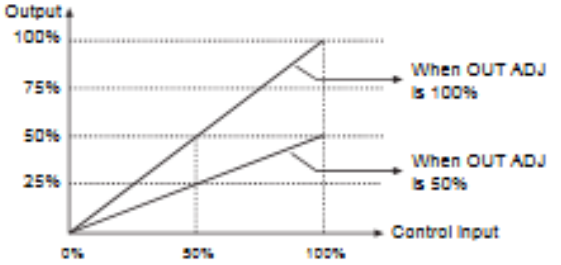
This function is when control input is ON, output is 100%. When it is OFF, output is 0%.
It is the same function as SSR(Solid State Relay).
(ON and OFF is operated on the ZERO point of AC.)
※OUT ADJ. and SOFT START function are not available in ON/OFF control.



< Output wave form of ON/OFF control >

◎ OUT ADJ. (output limit) (0 to 100%)

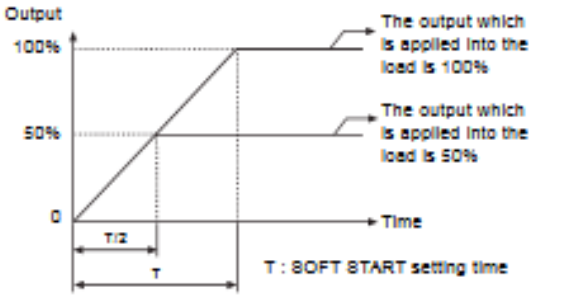
This function will be [Control input(%) × OUT ADJ.(%) = Output] and it controls the power supplied into the load. Although control input is 100% (5V or 20mA), the output is the 50% which is proportioned with OUT ADJ. When not using OUT ADJ. function, please make set value 100%.
※This function must not be used in ON/OFF control mode.



<The output characteristic of OUT ADJ. and control Input>

◎ SOFT START (0 to 50sec.)

When the power is supplied, this function is able to protect the load when it controls load(molybdan, white gold, infrared lamp) with inrush current or the width of rising temperature in big(SV is big).
SOFT START set time (T) is the required time that output reaches to 100%, and it is differentiated by OUT ADJ. set value. For example, SOFT START is set as 10sec and OUT ADJ. is set as 70%, it takes 7sec. to reach goal output.
[Set time (T)×OUT ADJ. set value (%)=10sec.×0.7 = 7sec.]
If increasing the OUT ADJ. before output reaches to goal output, it delays as much as the value, multiply of increased value (%) and SOFT START set time. When not using SOFT START function, please make set value 0.
※This function must not be used in ON/OFF control mode.



※T: Time to get the output which is applied into the load is 100%.
T/2: Time to get the output which is applied into the load is 50%.

◎ OUT display

This is LED lamp to display the status of output and will be getting brighter according as output.
(0%: Min. LED light, 100%: Max. LED light)

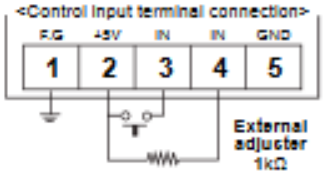
Power Controller

Applications

Ex1) When it needs to control accurately by adjusting the power in phase control and cycle control mode. For example, if it needs to control 80% output when it is ON, 24% output when it is OFF, please keep below.

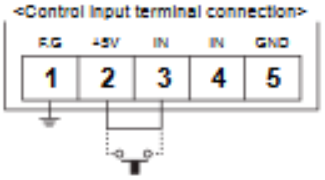
Firstly set OUT ADJ. as 80% and connect external adjuster and external relay contact switch as the figure then set external adjuster as 30%.

- When the External contact signal is ON
: 100%(External contact input)×80%(Out ADJ.)=80%
- When the External contact signal is OFF
: 30%(Adjuster input)×80%(Out ADJ.)=24%



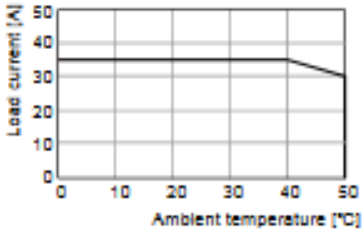
Ex2) This is how to control 0 to 100% without external adjuster in phase control mode and cycle control mode.

It is possible to control 0 to 100% by turning OUT ADJ. in state of connecting terminal 2 and terminal 3.

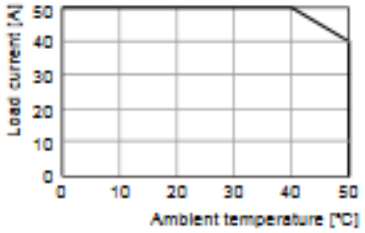


Temperature characteristic curve

SPC1-35



SPC1-50



Proper usage

⚠ **Warning**
When using this item, ground F.G terminals to avoid an electric shock.
Do not touch the heat sink since it radiates high temperature.

⚠ **Caution**

1. When you install it on panel, it should be installed vertically at the place, which is well ventilated. If install it horizontally, under 70% of rated current should be applied, and a vent fan needs to be installed on the upper part of panel.
2. Be careful to attach prompt fuse between R phase terminal and power.
3. If over the maximum rated current, it causes product damage.
(Do not over maximum rated current when using high rush current.)
4. Since it is only for resistive load, the inductive load cannot be used.
5. After supplying power to this unit, it has 1 to 3 sec preparation time.
6. When connecting power and load, please use the cable(When rated current is 35A : Min. 8.4mm², when rated current is 50A : Min. 13.3mm²) which is able to send the maximum rated current.
7. Before using this unit, set the proper mode and function. Especially, if the setting of Out ADJ. is 0%, it does not operate.
8. The mode cannot be changed while it is operating. Please be sure to set the proper mode after cutting the power off and then apply the power.
9. Do not use this unit as following place.
① Place where corrosive or inflammable gas occur.
② Place where water and oil is occurred.
③ Place where there are a lot of dusts.
10. Case detachment
Please turn off the power and detach the case.

① Widen lock device toward the outside with a driver.

⚠ Be careful to use machine tools, it may cause an injury.

② Put the case up and separate it.

راهنمای کاربری PLC مدل DVP10SX

Attribute

The slim and compact SX series supports digital input/output and is built in with multiple analog I/O channels.

Specifications

1. MPU points: 10 (4DI/2DO, 2AI/2AO)
2. Max. I/O points: 230
3. Program capacity: 8K Steps
4. Communication port: Built-in RS-232 and RS-485, compatible with MODBUS ASCII / RTU communication protocol.
5. High-speed pulse output: Supports 2-point independent high-speed pulse output (Y0 of up to 50KHz and Y1 of up to 10KHz).
6. Built-in high-speed counter

1 phase 1		1 phase 2		2 phase 2	
group	bandwidth	group	bandwidth	group	Bandwidth
2/4	20KHz/10KHz	1	20K-Hz	1	40Hz/25KHz

* Bandwidth refers to the max. counting range of a single counter.

7. Built-in analog I/O function

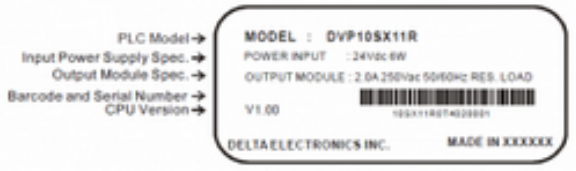
Analog Input		Analog Output	
Points	2	Points	2
Resolution	12-Bit(V/I1-ch0)1	Resolution	12-Bit
Spec.	-20~20mA or -10~10V	Spec.	-20~20mA or -10~10V

* Bandwidth refers to the max. counting range of a single counter.

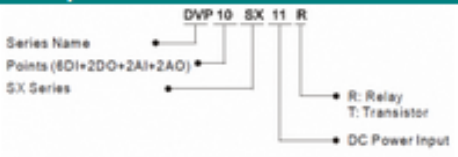
Applications

Used for PID temperature/humidity control, 2-axis AC motor drive constant speed control, temperature control using a analog signal monitoring of a whole factory. (PLC EASY LINK).

Nameplate Explanation



Model Explanation



Function Specifications

Electrical Specification of Input Point	
Input Type	DC (SINK or SOURCE)
Input Current	24VDC 5mA
Active Level	Off→On, above16VDC
	On→Off, below 14.4VDC
Responding Time	About 10ms (An adjustment range of 0~20 ms could be selected through D1020 and D1021)

Electrical Specification of Output Point			
Output Type	Relay-R	Transistor-T	
Current Specification	1.5A/1 point (5A/COM)	0.3A/1 point @ 40℃; When the output of Y0 and Y1 is high-speed pulse, Y0 and Y1 = 30mA	
Voltage Specification	Below 250VAC, 30VDC	30VDC	
Maximum Loading	75VA (inductive)	9W/1 point	When the output of Y0 and Y1 is high-speed pulse, Y0 and Y1 = 0.9W (Y0 = 32kHz, Y1 = 10kHz)
	90 W (Resistive)		
Responding Time	About 10 ms	Off→On 20us On→Off 30us	Y0 and Y1 are specified points for high-speed pulse

Model	Power	Input				Output			
		Point		Type		Point		Type	
		DI	AI	DI	AI	DO	AO	DO	AO
DVP10SX11R	24VDC +20% -15%	4	2	DC24V/5 mA Sink or Source	-20~20mA range(-1000~+1000) -10~+10V range(-2000~+2000)	2	2	Relay	-20~20mA (range:-2000~+2000) -10~+10V (range:-2000~+2000)
DVP10SX11T		4	2			2	2	Resistor	

BUILT-IN ANALOG I/O AND 7-SEGMENT DISPLAY

Built-in 2-CH 12-bit A/D and 2-CH 12-bit D/A are bipolar. It can read A/D converted digital value and get designated analog output by reading special D or writing into special D. Refer following table for corresponding special D

Device No.	Function
D1056	Present value of AD card channel 0 (CH0)
D1057	Present value of AD card channel 1 (CH1)
D1110	Average value of AD card channel 0 (CH0)
D1111	Average value of AD card channel 1 (CH1)
D1116	DA card channel 0 (CH0)
D1117	DA card channel 1 (CH1)
D1118	Conversion sampling time

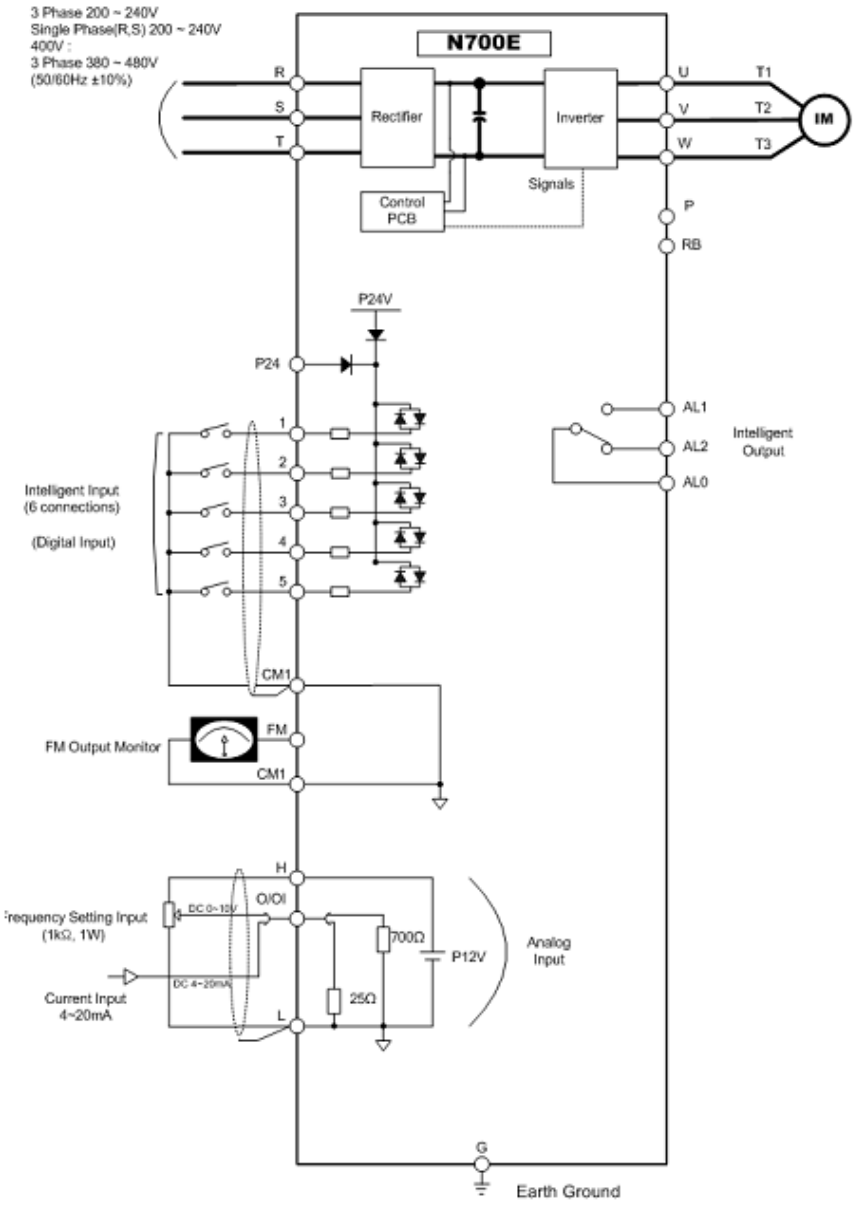
This built-in display corresponds to special D directly.User can use it to display error code or station when executing PLC LINK. It is great convenience for system maintenance. Refer following table for corresponding special D

Device No.	Function
M1196	Number system setting for display (Off:Decimal, On: Hexadecimal)
M1197	The decimal point setting between the middle and the right-most numbers
M1198	The decimal point setting after the right-most number
D1196	Display content

Product & Accessory

مشخصات اینورتر

اینورتر N700E-015SF در سطح ولتاژ ۲۰۰ V دارای توان ظاهری ۱/۹ kVA است و گشتاور نامی ۱/۲ Nm تولید می‌کند. پایه‌های اینورتر در شکل زیر نشان داده شده است. ساختار قدرت همانطور که از شکل پیداست شامل یکسو کننده، خازن DC و اینورتر است. از ویژگی‌های درایوهای صنعتی امکان ترمز دینامیکی موتور است. در این درایو می‌توان با اتصال یک مقاومت به پایه‌های P و RB از امکان ترمز دینامیکی استفاده کرد. دقت کنید که توان مقاومت باید با توجه به توان موتور و اینورتر انتخاب شود. با استفاده از پایه‌های ۱ تا ۵ می‌توان به طور مستقیم و بدون استفاده از HMI درایو را کنترل کرد. به منظور آشنایی عمیق‌تر با ترمینال‌ها می‌توانید به برگه اطلاعات (دیتاشیت) این درایو مراجعه کنید. اینورتر ۱/۹ kVA ساخت شرکت Hyundai به منظور کنترل دبی پمپ به کار رفته است.



رابط کاربری اینورتر N700E

این اینورتر به صورت مستقل دارای یک رابط کاربری (HMI) است که در صورت آشنایی با آن می‌توان از خروجی اینورتر به صورت یک منبع تغذیه یا درایو موتور AC ا ستفاده کرد. با توجه به ا ستفاده فراگیر از انواع اینورترها در پرو سه‌های مختلف کنترل صنعتی، در این آزمایش طرز برنامه ریزی این مدل اینورتر با استفاده از رابط کاربری آن بررسی می‌شود.

رابط کاربری این اینورتر در شکل زیر نشان داده شده است و شامل قسمت‌های زیر است:

Run LED: وقتی خروجی‌های اینورتر، ولتاژ PWM و فرمان کار آماده هستند روشن می‌شود.

Power LED: وقتی توان ورودی اینورتر تامین شود روشن می‌گردد.

بخش نمایش (نمایشگر LED): این بخش فرکانس، جریان موتور، سرعت موتور، تاریخچه آلارم‌ها و مقدار تنظیمات اینوروتر را نشان می‌دهد.

کلید Run: برای شروع به کار موتور این کلید را فشار دهد.

کلید Function: از این کلید برای تغییر تنظیمات و پارامترها استفاده می‌شود.

کلید Up/Down: برای تغییر داده‌ها و افزایش/کاهش فرکانس

PRG LED: وقتی اینورتر آماده تنظیم پارامترها باشد، روشن می‌شود.

Hz LED/A LED: نمایش واحد که می‌تواند هرتز یا آمپر باشد.

پتانسیومتر: تنظیم فرکانس خروجی اینورتر (فقط زمانی عملیاتی است که رومپ روشن باشد)

کلید Store: برای نوشتن داده‌ها و تنظیمات در حافظه این کلید را فشار دهید.

کلید Stop/Reset: برای متوقف کردن موتور و یا ریست کردن خطاها اگر از تابع b15 در تنظیمات درایو استفاده شود این کلید کار نمی‌کند.

تعیین حد بالای فرکانس برای اینورتر N700E:

FUNC	۱- کلید FUNC را فشار دهید تا عبارت d 01 روی نمایشگر مشاهده شود.
▼	۲- کلید Down را چهار بار فشار دهید تا A-- ظاهر شود.
FUNC	۳- کلید FUNC را فشار دهید تا A01 ظاهر شود.
FUNC	۴- کلید FUNC را فشار دهید و پس از ورود،A01 را بر روی عدد یک تنظیم کنید.
STR	۵- کلید Str را فشار دهید تا A01 ظاهر شود.
FUNC	۶- کلید FUNC را فشار دهید تا A-- ظاهر شود.
▼	۷- کلید Down را چهار بار فشار دهید تا F 01 ظاهر شود.
FUNC	۸- کلید FUNC را یک بار فشار دهید تا 0.0 ظاهر شود.
▲	۹- با فشار دادن کلید Up به تعداد کافی فرکانس را روی ۵۰ Hz تنظیم کنید. می‌توانید با استفاده از کلید Down فرکانس را تصحیح کنید.
STR	۱۰- کلید Str را فشار دهید تا تنظیمات ذخیره شود
▲	۱۱- کلید Up را ۹ بار فشار دهید تا d 01 ظاهر شود.
FUNC	۱۲- کلید FUNC را یک بار فشار دهید تا فرکانس سیستم نمایش داده شود.
	۱۳- با اعمال سیگنال ولتاژ در محدوده ۰-۱۰V امکان تنظیم فرکانس وجود دارد
کنترل جهت چرخش	۱۴- با استفاده از سربرگ F 04 امکان تنظیم جهت چرخش وجود دارد.
پایش ولتاژ خروجی	۱۵- با استفاده از تنظیم d03 ولتاژ خروجی را پایش نمایید.
پایش توان خروجی	۱۶-با استفاده از تنظیم d09 ولتاژ خروجی را پایش نمایید.

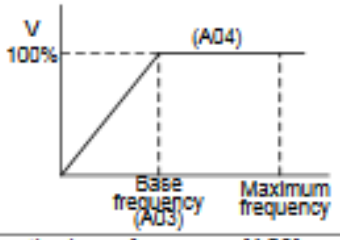
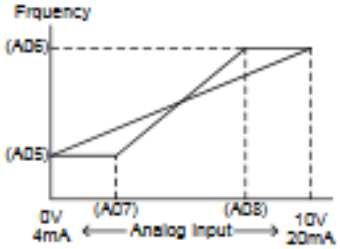
برخی از مهمترین بخش‌های راهنمای کاربری این تجهیز در ادامه نشان داده شده است.

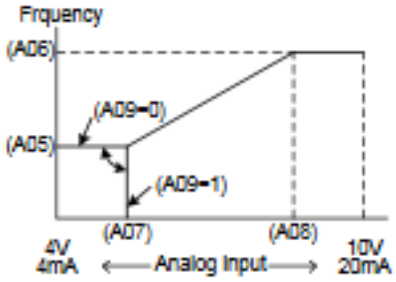
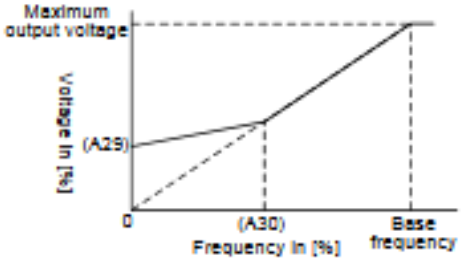
4.2.3 Basic Function Mode

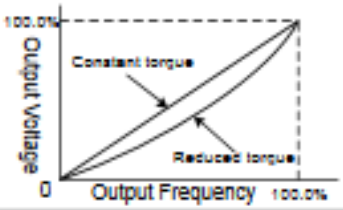
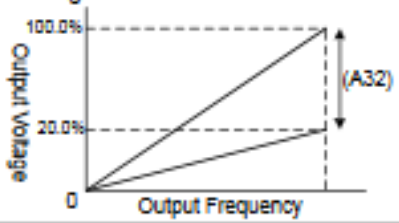
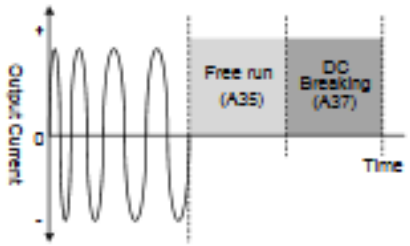
Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
F01	Output frequency setting	O	Standard default target frequency that determines constant motor that determines constant motor speed. Units of 0.01Hz setting range is 0.00 to 400.0Hz. (In the case of sensorless vector control, setting range is 0.00 to 300.0Hz.) frequency setting from UP/DOWN key of digital operator.	volume setting value
F02	Acceleration time1 setting	O	0.1 ~ 3000sec Minimum setting range: 0.1 ~ 999.9 --- by 0.1sec; 1000 ~ 3000 --- by 1sec	30.0sec
F03	Deceleration time 1 setting	O	0.1~3000sec Minimum setting range: 0.1 ~ 999.9 --- by 0.1sec; 1000 ~ 3000 --- by 1sec	30.0sec
F04	Rotation direction setting	X	Two options: select codes: 0... Forward run 1... Reverse run	0
A--	Extended function of A group setting	-	Basic setting functions setting range : A01 ~ A65.	-
b--	Extended function of b group setting	-	Fine tuning functions Setting range :b01 ~ b30.	-
C--	Extended function of C group setting	-	Terminal setting functions Setting range :C01 ~ C21.	-
H--	Extended function of H group setting	-	Sensorless vector setting functions Setting range :H01 ~ H11.	-

Note) If you set the carrier frequency less than 2kHz, acceleration / deceleration time delays approximately 500msec.

4.2.4 Expanded Function Mode of A Group

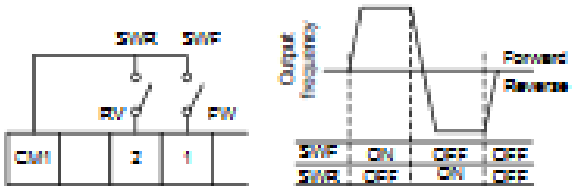
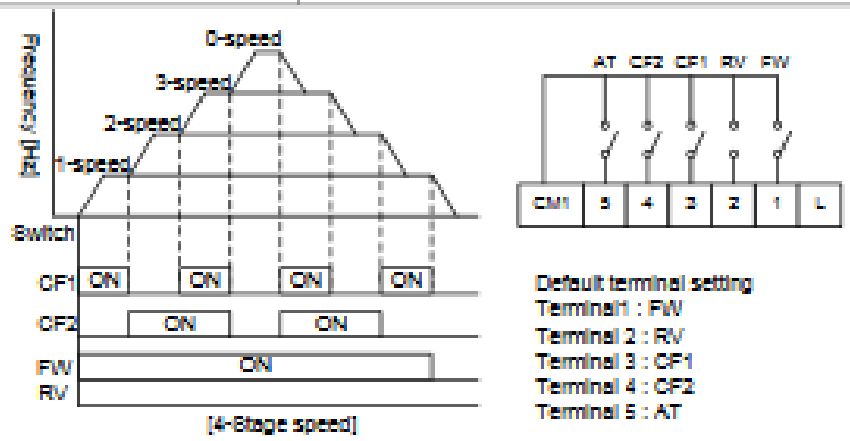
Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
Basic parameter settings				
A01	Frequency command (Multi-speed command method)	X	Four options: select codes: 0.... Keypad potentiometer 1.... Control terminal input 2.... Standard operator 3.... Remote operator(communication)	1
A02	Run command	X	Set the method of run commanding: 0.... Standard operator 1.... Control terminal input 2.... Remote operator(communication)	1
A03	Base frequency setting	X	Settable from 0 to maximum frequency in units of 0.01Hz 	60.00Hz
A04	Maximum frequency setting	X	Settable from the base frequency [A03] up to 400Hz in units of 0.01 Hz. In the case of sensorless vector control, possible for driving to 300Hz	60.00Hz
Analog Input Settings				
A05	External frequency setting start (O, OI)	X	Start frequency provided when analog input is 0V (4mA) can be set in units of 0.01Hz setting range is 0 to 400 Hz 	0.00Hz
A06	External frequency setting end (O, OI)	X	End frequency provided when analog input is 10V (20mA) can be set in units of 0.01Hz. Setting range is 0 to 400Hz	0.00Hz
A07	External frequency start rate setting (O, OI)	X	The starting point(offset) for the active analog input range(0～10V, 4mA～20mA) setting range is 0 to 100% in units of 0.1%	0.0%
A08	External frequency end rate setting (O, OI)	X	The ending point(offset) for the active analog input range(0～10V, 4mA～20mA) setting range is 0 to 100% in units of 0.1%	100.0%

Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
A09	External frequency start pattern setting	X	Two options: select codes:  0--- start at start frequency 1--- start at 0Hz	0
A10	External frequency sampling setting	X	Range n = 1 to 8, where n = number of samples for average	4
Multi-speed Frequency Setting				
A11 ~ A25	Multi-speed frequency setting	O	·Defines the first speed of a multi-speed profile, range is 0 to 400Hz in units of 0.01Hz. ·Setting range is 1-speed(A11) to 15-speed(A25). ·Speed0 : volume setting value	speed1:5Hz speed2:10Hz speed3:15Hz speed4:20Hz speed5:30Hz speed6:40Hz speed7:50Hz speed8:60Hz etc. 0Hz
A26	Jogging frequency setting	O	Defines limited speed for jog, range is 0.5 to 10.00Hz in units of 0.01Hz. The jogging frequency is provided safety during manual operation.	0.50Hz
A27	Jogging stop operation selection	X	Define how end of jog stops the motor: three options: 0.... Free-run stop 1.... Deceleration stop(depending on deceleration time) 2.... DC braking stop(necessary to set DC braking)	0
V/F Characteristics				
A28	Torque boost mode selection	X	Two options: 0.... Manual torque boost 1.... Automatic torque boost	0
A29	Manual torque boost setting	O	Can boost starting torque between 0 and100% above normal V/F curve, from 0 to 1/2 base frequency Be aware that excessive torque boost can cause motor damage and inverter trip. 	2.5%

Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
A30	Manual torque boost frequency setting	O	Sets the frequency of the V/F breakpoint A in graph for torque boost.	100.0%
A31	V/F characteristic curve selection	X	Two available V/F curves: three select codes: 0... Constant torque 1... Reduced torque(reduction of the 1.7th power) 2... Sensorless vector control 	Three phase input : 0 Single phase input : 2
A32	V/F gain setting	O	Sets output voltage gain of the inverter from 20 to 110% It is proper to set the voltage gain above 100% in case the rated output voltage is lower than the rated input voltage 	100.0%
DC Braking Settings				
A33	DC braking function selection	X	Sets two options for DC braking 0.... Disable 1.... Enable	0
A34	DC braking frequency setting	X	The frequency at which DC braking occurs, range is 0.0 to 10.0 Hz in units of 0.01Hz	0.50Hz
A35	DC braking output delay time setting	X	The delay from the end of Run command to start of DC braking (motor free runs until DC braking begins). Setting range is 0.0 to 5.0sec in units of0.1set. 	0.0sec
A36	DC braking force setting	X	Applied level of DC braking force settable from 0 to 100% in units of 0.1%	50.0%
A37	DC braking time setting	X	Sets the duration for DC braking, range is 0.0 to 10.0 seconds in units of 0.1sec.	0.0sec

5. Using intelligent terminals

5.1 Intelligent terminal lists

Terminal symbol		Terminal name		Description
Intelligent Input Terminal (1~6)	FW (0)	Forward RUN/STOP terminal		SWF switch ON(closed) :Forward run OFF(open) : stop SWR switch ON(closed) :Reverse run OFF(open) :stop 
	RV (1)	Reverse RUN/STOP terminal		
	CF1 (2)	Multi-speed frequency commanding terminal	1	 [4-Stage speed] Default terminal setting Terminal1 : FW Terminal 2 : RV Terminal 3 : CF1 Terminal 4 : CF2 Terminal 5 : AT
	CF2 (3)		2	
	CF3 (4)		3	
	CF4 (5)		4	
	JG (6)	Jogging		Jogging operation
	2CH (8)	2-stage acceleration /deceleration		The acceleration or deceleration time is possible to change considering the system.
	FRS (9)	Free-run stop		The inverter stops the output and the motor enters the free- run state. (coasting)
	EXT (10)	External trip		It is possible to enter the external trip state
	USP (11)	Unattended start prevention		Restart prevention when the power is turned on in the RUN state.
	SFT (12)	Terminal soft-ware lock		The data of all the parameters and functions except the output frequency is locked.
	AT (13)	Current input selection		The [AT] terminal selects the inverter uses the voltage [O] or current [OI] input terminals for external frequency control.
	RS (14)	Reset		If the inverter is in Trip Mode, the reset cancels the Trip Mode.
	STA (15)	Start		3-Wire Input Start.
	STP (16)	Keep		3-Wire Input Keep
	F/R (17)	Forward/Reverse		3-Wire Input F/R.
	UP (18)	Remote control UP		Remote control UP
	DOWN (19)	Remote control DOWN		Remote control DOWN

CM1	Signal source for input	Common terminal for intelligent input terminals.
P24	External power supply terminal for input	External power connection terminal for intelligent input terminals.

Terminal symbol		Terminal name	Description
Frequency commanding	H	Frequency command power terminal	When assign 13[AT signal] to code C01~C05 * AT signal OFF : It is possible to command frequency using voltage signal terminal O/OI-L(0~10V) * AT signal ON : It is possible to command frequency using current signal terminal O/OI-L(4~20mA) When not assign 13[AT signal] to code C01~C05. It is possible to command frequency using voltage signal terminal O/OI-L(0~10V) * short pin 2(pin in the middle),3("V" marked pin) for pin header J3 when analog voltage input is used. short pin 2(pin in the middle),1("▲" marked pin) for pin header J3 when analog current input is used.
	O/OI	Frequency commanding terminal(voltage commanding) Frequency commanding terminal(current command)	
	L	Frequency command common terminal	
Monitor terminal	FM	Frequency monitor	Analog output frequency monitor/ analog output current monitor/ analog output voltage monitor
AL0		Intelligent Output terminals	At normal status, power off[initial setting value] : AL0 - AL1(closed) At abnormal status : AL0 - AL2(closed) Contact rating : 250V AC 2.0A(resistor load) 0.2A(inductor load) 30V DC 3.0A(resistor load) 0.7A(inductor load) (minimum 100V AC 10mA, 5V DC 100mA)
AL1			
AL2			