

شرکت دانش بنیان

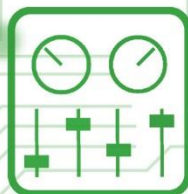
تجهیزات ابزار آزما

نوآوری و فناوری برای توسعه



دستور کار جامع آزمایشگاه کنترل صنعتی

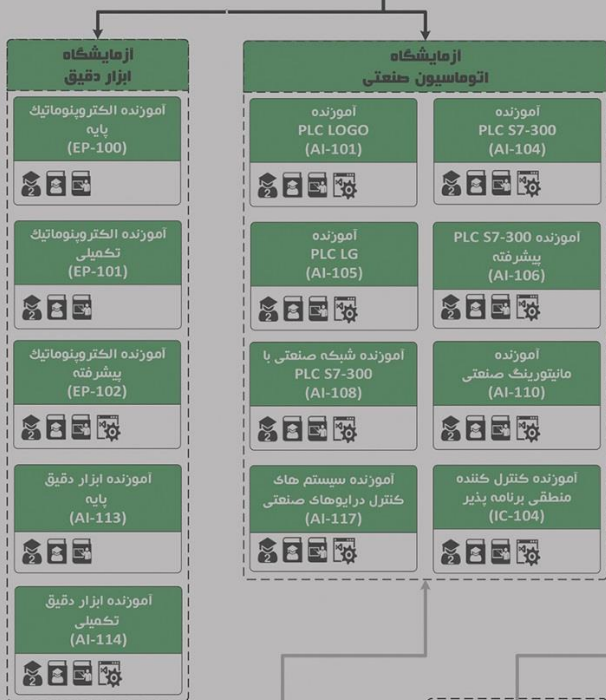
دستور کار ویژه دانشجو





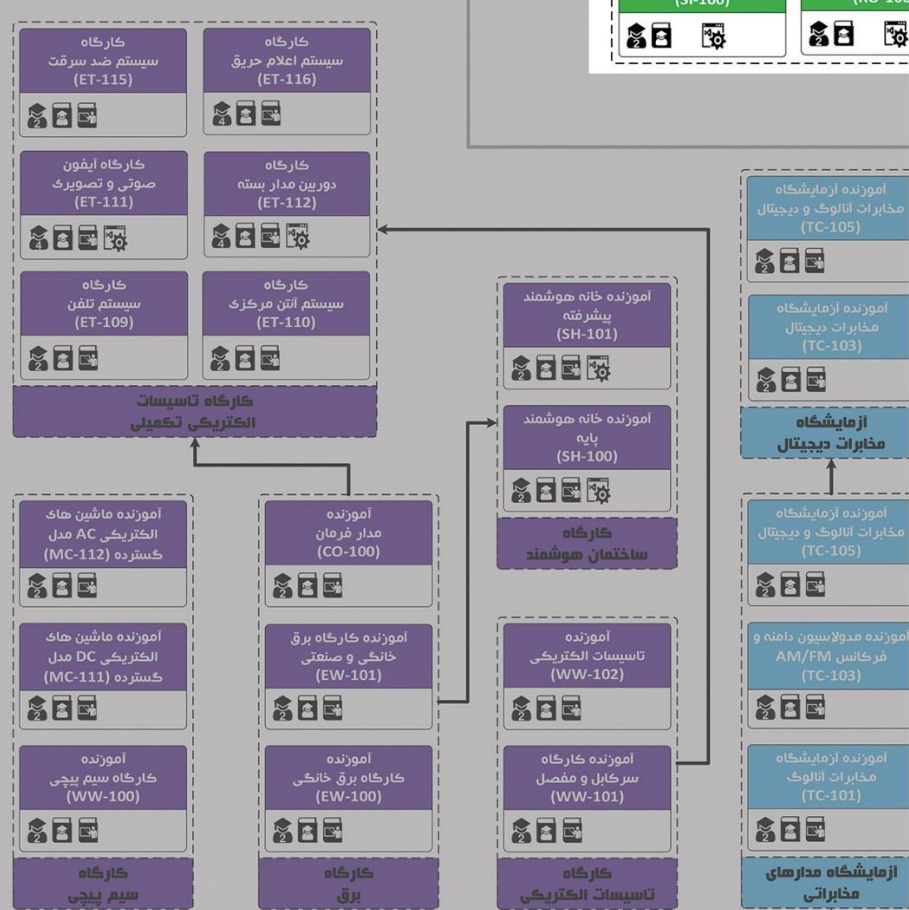
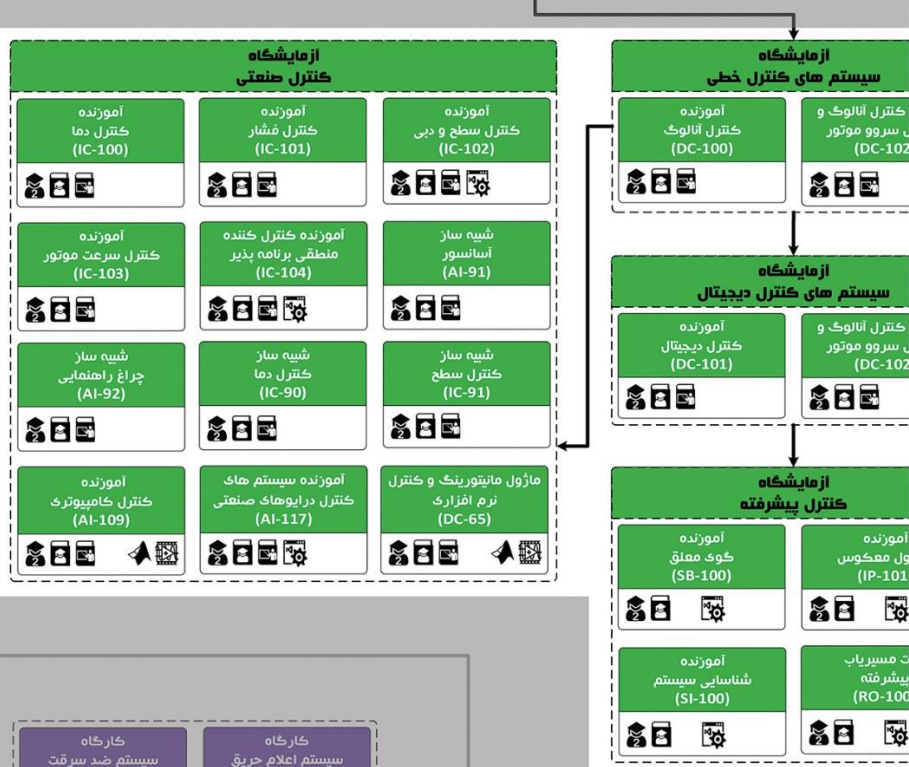
ازمایشگاه های اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق

Industrial Automation and Instrumentation Labs



ازمایشگاه های سیستم های کنترل

Control Systems Labs



تجهیزات صنعتی

Industrial Instrument

ازمایشگاه های تاسیسات الکتریکی

Electrical Installations Labs



دستور کار آزمایشگاه کنترل صنعتی

اهداف:

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

پیشگفتار:


پیشنهاد می‌شود 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 آزمایش‌ها تأثیر قابل ملاحظه‌ای در درک کنترل فرآیندها دارد. مسلماً گزارش حاصل همراه با نقص و کاستی‌هایی است که با پیشنهادات شما مدرسین و دانشجویان عزیز در نسخه‌های بعدی برطرف خواهد شد.


نکات مهم:

هشدار ۱ (اقدامات احتیاطی)  در هنگام انجام سیم بندی و یا قبل از هرگونه تغییری در مدار، دقت کنید که برق دستگاه قطع باشد.


هشدار ۲ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)  برای تعمیر تجهیزات از افراد واجد شرایط و با هماهنگی شرکت سازنده استفاده نمایید.

هشدار ۳ (خطر آ سیب به دستگاه و شوک الکتریکی)  هیچ گونه اصلاح و یا تغییری در وضعیت فعلی تجهیزات مجاز نیست.


هشدار ۴ (خطر آ سیب به تجهیزات)  به محدوده مجاز ورودی و خروجی های تجهیزات توجه شود و از اعمال ورودی خارج از محدوده مجاز به تجهیز خودداری شود.

هشدار ۵ (شوک الکتریکی)  به منظور حفظ جان کاربران، آموزنده‌ها به سیم ارت مجهز می باشد لذا از صحت اتصال سیم ارت ساختمان محل آزمایشگاه، مطمئن باشید


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

هشدار ۶ (اقدامات احتیاطی)  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.

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

هشدار ۷ (اقدامات احتیاطی)  هنگامی که چند اندازه گیری مختلف انجام می دهید از ایزوله بودن پروب‌ها اطمینان حاصل نمایید.

دقت کنید که مد اندازه گیری مولتی متر را به درستی 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 می باشد. 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 شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل سرعت موتور	۱۰
۲ کنترل حلقه بسته سرعت موتور	۱۴
۳ بررسی اثر تغییر پارامترهای کنترلی بر رفتار فرآیند کنترل سرعت موتور	۱۷
۴ طراحی کنترل کننده PID سرعت موتور القایی	۲۰
پیوست شماره یک	۲۱
پیوست شماره دو	۲۱
پیوست شماره سه	۲۱
پیوست شماره چهار	۲۱
پیوست شماره پنج	۲۱

جدول راهنمای آزمایش‌ها

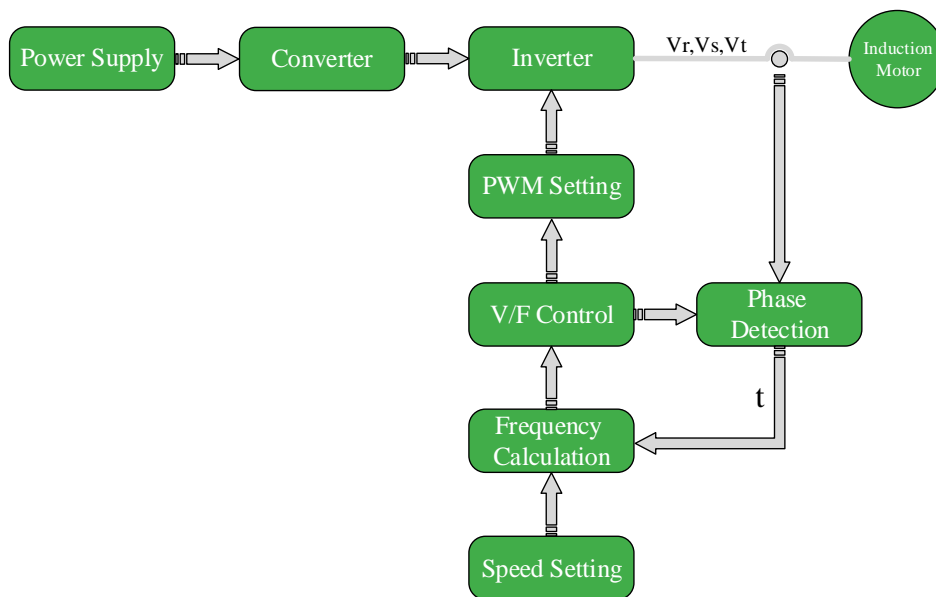
IC 103	IC 102	IC 101	IC 100	شماره و عنوان آزمایش
			*	۱- کنترل حلقه باز دمای فرآیند هوای داخل تونل
			*	۲- شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل دمای تونل
			*	۳- کنترل ON/OFF (دو وضعیتی) فرآیند کنترل دما
			*	۴- کنترل تناسبی (P Proportional) در فرآیند کنترل دما
			*	۵- کنترل کننده تناسبی- انتگرالی 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 Autronics 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 Autronics 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 حلقه‌های 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 شناسایی مدل استاتیکی و دینامیکی فرآیند کنترل سرعت موتور

۱-۱ 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 سیستم است که بتواند رفتار آن فرآیند را با توجه به اهداف خاص کنترلی به خوبی بیان کند. در مدل استاتیکی رابطه ورودی و خروجی سیستم به صورت یک بهره مدل سازی می شود. بنابراین این مدل تنها نماینده حالت کار ماندگار سیستم است.

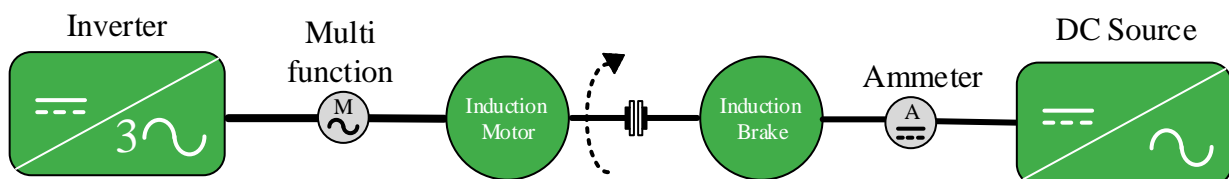


شکل ۱-۱ بلوک دیاگرام کلی کنترل سرعت موتور القایی

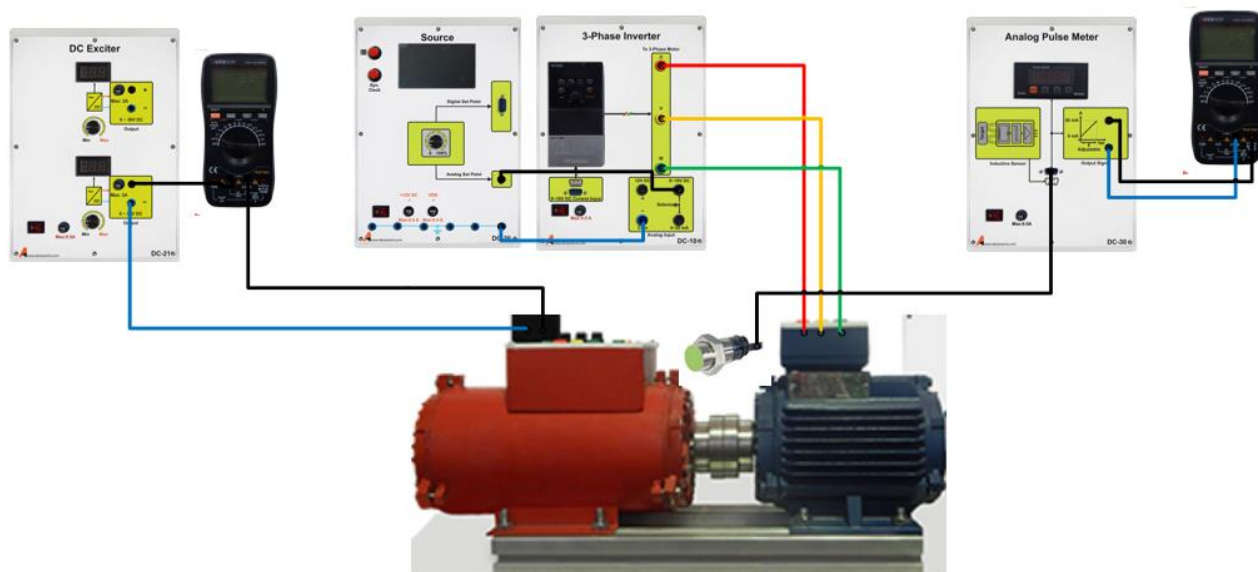
۲-۱ آزمایش و تحلیل

۱-۲-۱ راه اندازی و کنترل حلقه باز موتور القایی در شرایط تغذیه با اینورتر

هدف این بخش از آزمایش مشخص شدن رابطه دور موتور با فرکانس تولیدی اینورتر و سیگنال تولیدی توسط سنسور سرعت می باشد. موتور را در این شرایط با اینورتر سه فاز تغذیه نمائید. فرمان اعمالی به اینورتر در این شرایط از طریق منبع تغذیه تولیدکننده setpoint یا همان سیگنال مرجع صورت می گیرد. در این شرایط کنترل حلقه باز بررسی می گردد. لازم به ذکر است که اینورترها تنظیم دامنه و فرکانس را به طور توأم انجام می دهند و معمولاً نسبت ولتاژ به فرکانس را ثابت نگه می دارند. بلوک دیاگرام این آزمایش در شکل ۲-۱ نشان داده شده است و در شکل ۳-۱ نحوه اتصال ماژول‌های مورد نیاز جهت انجام آزمایش کنترل حلقه باز موتور القایی نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ بلوک دیاگرام کنترل حلقه باز اینورتر



شکل ۳-۱ نحوه اتصال ماژول‌های مورد نیاز جهت انجام کنترل حلقه باز موتور القایی

بر اساس شکل فوق سیگنال مرجع به کمک ماژول Source به اینورتر اعمال می‌شود. نکته لازم به ذکر در این بخش آن است که بایستی پارامتر A01 در تنظیمات اینورتر بر روی عدد یک تنظیم شده باشد تا کنترل فرکانس اینورتر بر مبنای سیگنال آنالوگ اعمالی به آن صورت پذیرد. از ماژول Analog Pulse Meter برای اندازه‌گیری سرعت موتور و تبدیل آن به یک سیگنال ولتاژ در محدوده ۰-۱۰V استفاده می‌شود.

به کمک DC Exciter ولتاژ ترمزی به موتور AC اعمال می‌شود. البته از یک آمپر متر برای اندازه‌گیری جریان ورودی به موتور استفاده خواهد شد.

در این آزمایش سربندی موتور را ستاره قرار دهید. تنظیم مقدار ولتاژ ترمز ماشین القایی در دو ولتاژ صفر و ۳۰ ولت صورت گیرد. با اضافه شدن ترمز به موتور القایی در واقع بار مکانیکی روی محور موتور و از آن می‌توان به عنوان اغتشاش بر فرآیند کنترل دور موتور القایی یاد کرد. نتایج حاصل از آزمایش را در جدول ۱-۱ ثبت نمایید.

جدول ۱-۱ نتایج آزمایش راه‌اندازی و کنترل حلقه باز موتور القایی در شرایط تغذیه با اینورتر

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	ولتاژ آنالوگ اعمالی به اینورتر	ولتاژ ترمز صفر باشد
									فرکانس اینورتر (Hz)	
									دور موتور (rpm)	
									سیگنال آنالوگ تولیدی توسط دورسنج (V)	
									دور موتور (rpm)	ولتاژ ۳۰ ترمز
									سیگنال آنالوگ تولیدی توسط دورسنج (V)	

۲-۲-۱ شناسایی مدل استاتیکی فرآیند

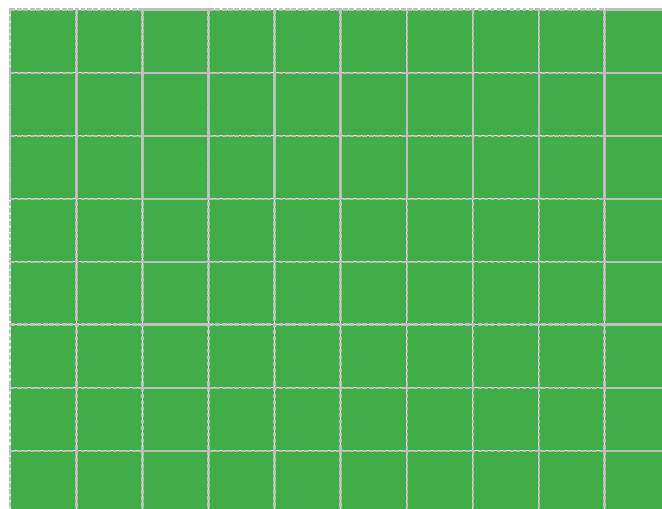
هدف این بخش به دست آوردن رابطه استاتیکی بین خروجی سرعت موتور و پله ورودی به ترمینال فرمان آنالوگ اینورتر است. برای انجام آزمایش مشابه شکل ۳-۱ مدار آزمایش را سیم‌بندی کنید.

برای به دست آوردن مدل استاتیکی ابتدا سیستم را در یک نقطه کار خاص قرار داده و با وارد کردن پله به ورودی، نقطه کار نهایی را ثبت می‌کنیم. مشابه این کار را در بخش قبلی آزمایش نیز انجام داده بودید. مقدار تغییر نهایی خروجی به تغییر ورودی، مدل استاتیکی را خواهد داد. نتایج حاصل از اندازه‌گیری را در جدول زیر یادداشت کنید.

جدول ۲-۱ نتایج آزمایش مدل استاتیکی موتور القایی

ولتاژ اعمالی	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
ولتاژ اندازه‌گیری شده (خروجی سنسور سرعت)										
سرعت موتور										

برای به دست آوردن مدل می‌توان از تکنیک‌های محاسبات عددی برای تقریب منحنی یا خط استفاده نمود. پیشنهاد می‌گردد جهت یافتن مدل استاتیکی دقیق‌تر از جعبه ابزار Curve Fitting نرم‌افزار MATLAB استفاده گردد تا مدل استاتیکی با دقت بالایی فراهم گردد. در شکل ۴-۱، نمودار تغییرات ولتاژ سنسور را بر حسب تغییرات سیگنال آنالوگ اعمالی به اینورتر رسم نمایید.



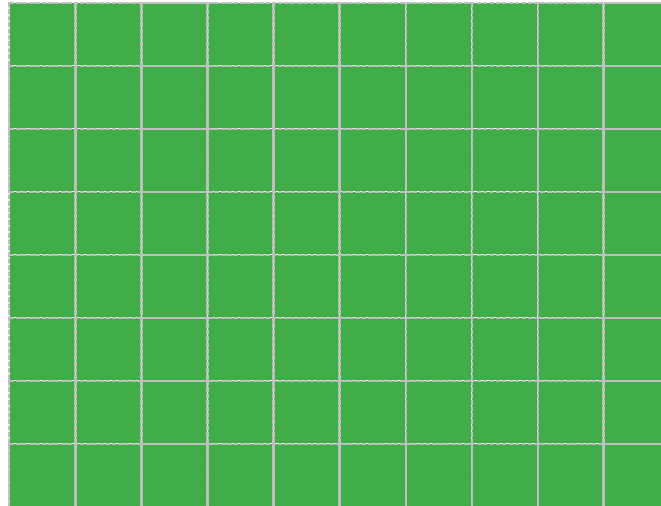
شکل ۴-۱ نمودار تغییرات ولتاژ سنسور به ازای تغییرات ولتاژ ورودی فرآیند

۳-۲-۱ شناسایی مدل دینامیکی فرآیند

در این بخش برای یافتن مدل دینامیکی می‌بایست به ورودی حلقه باز سیستم یک پله به صورت تناوبی اعمال گردد تا با مشاهده خروجی سنسور سرعت، مدل دینامیکی فرآیند شناسایی گردد. به کمک سیگنال ژنراتور یک پالس با دامنه ۴ ولت به ورودی آنالوگ اینورتر اعمال کنید. فرکانس آن را نیز طوری تنظیم نمایید که در یک دوره تناوب آن خروجی سنسور به حالت دائمی برسد.

تغییرات خروجی سنسور را بر حسب زمان، بر روی اسکپ مشاهده نمایید و در شکل ۵-۱ زیر رسم نمایید.

بر اساس روش‌های تقریب مدل دینامیکی مانند ۲ پارامتری سیستم را با یک تابع انتقال مرتبه یک می‌توان تقریب زد. روش دوم به دست آوردن مدل دینامیکی، استفاده از جعبه ابزار System Identification نرم‌افزار MATLAB می‌باشد. به این منظور ابتدا داده‌های حالت گذرای پاسخ پله را از نمودار اسکپ حافظه دار استخراج نموده و همراه با داده‌های تغییرات ورودی موتور در نرم‌افزار وارد نمایید. مدل حاصل و دقت پاسخ آن به راحتی در این نرم‌افزار قابل تحلیل و مشاهده است.



شکل ۵-۱ نمودار تغییرات ولتاژ سنسور بر حسب زمان

۳-۱ سؤالات آزمایش

- ۱- با تغییر ولتاژ اعمالی به سیستم حلقه باز، تغییرات ولتاژ فیدبک (خروجی سنسور) و رفتار موتور را تحلیل نمایید.
- ۲- جهت ایجاد اغتشاش در این سیستم از یک ترمز مغناطیسی استفاده شده است. به صورت تئوری یا به کمک انجام یک آزمایش ساده عملکرد این عامل اغتشاش را توضیح دهید.
- ۳- مشخصه به دست آمده در شکل ۴-۱ چه کاربردی دارد؟
- ۴- شرح دهید که توابع تبدیل استاتیکی و دینامیکی هریک چه کاربردی دارد؟ مزایا و معایب هر کدام را شرح دهید.
- ۵- به کمک جعبه ابزار Curve Fitting نرم افزار MATLAB چند مدل استاتیکی متفاوت به دست آورید و آنها را با هم مقایسه نمایید.
- ۶- به کمک روش های محاسبات عددی داده های حاصل از آزمایش مدل استاتیکی را با رابطه $V_{sensor} = aV_{motor} + b$ تقریب بزنید.
- ۷- مدل دینامیکی را برای یک سیستم مرتبه یک دارای تاخیر نیز تکرار نمایید و نتایج را مقایسه کنید.
- ۸- مدل دینامیکی ARX را در جعبه ابزار شناسایی سیستم نرم افزار MATLAB برگزیند و مدل حاصل را با مدل دینامیکی استخراج شده در آزمایش مقایسه نمایید.

۲ کنترل حلقه بسته سرعت موتور

۱-۲ مقدمه

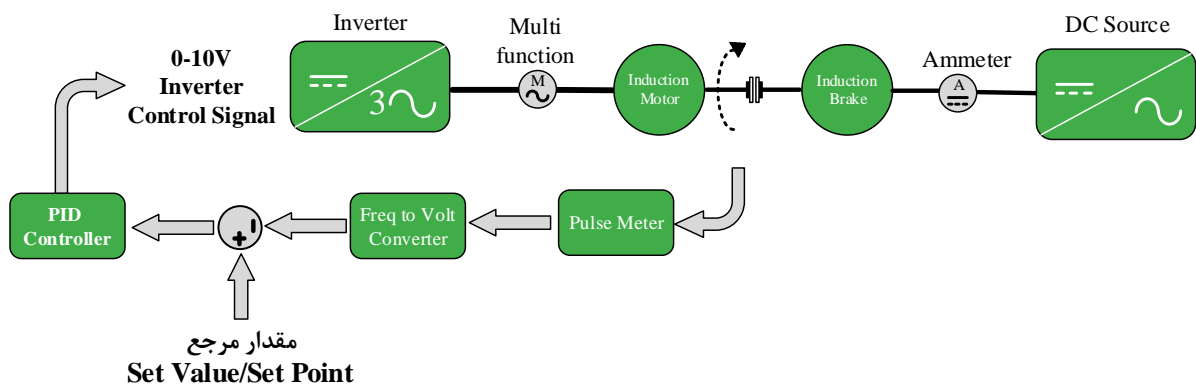
با توجه به مزایای فوق العاده زیاد موتور القایی سه فاز و کاربردهای متعدد مرتبط با کنترل دور موتور، کنترل دقیق دور موتور حائز اهمیت می‌باشد. در این آزمایش کنترل حلقه بسته موتور با استفاده از اینورتر، مازول کنترل کننده PID، سنسور القایی یا حساس به فلز و مبدل فرکانس به ولتاژ انجام می‌پذیرد.

۲-۲ آزمایش و تحلیل

۱-۲-۲ کنترل حلقه بسته فرآیند کنترل دور موتور القایی

سنسور حساس به فلز نصب شده بر روی میز آزمایشگاهی از نوع القایی بوده و دارای خروجی پالسی می‌باشد و در زمان هایی که سنسور حساس به فلز در مقابل فلز نصب شده بر روی شفت می‌باشد، خروجی سنسور صفر می‌باشد و در بقیه زمان ها خروجی ۱۲ ولت تولید می‌نماید. این پالس های تولیدی به کمک مبدل داخلی مازول Analog Pulse Meter به یک سیگنال ولتاژی در محدوده ۰-۱۰V تبدیل می‌شود. نتیجه حاصل یک سیگنال پیوسته ۰ تا ۱۰ ولت جهت اعمال به مازول کنترل PID می‌باشد. مازول PID مبتنی بر مدارات op-amp ای بوده و سیگنال خطا را که از تفاضل سیگنال مرجع و سیگنال فیدبک بدست آمده؛ دریافت می‌کند و یک سیگنال ولتاژی در محدوده ۰ تا ۱۰ ولت در خروجی خود تولید می‌کند. این سیگنال جهت انجام عملیات کنترل، به ورودی فرمان اینورتر اعمال می‌گردد. برای تنظیم ضرایب کنترل کننده PID نیز از روش سعی و خطا استفاده نمائید.

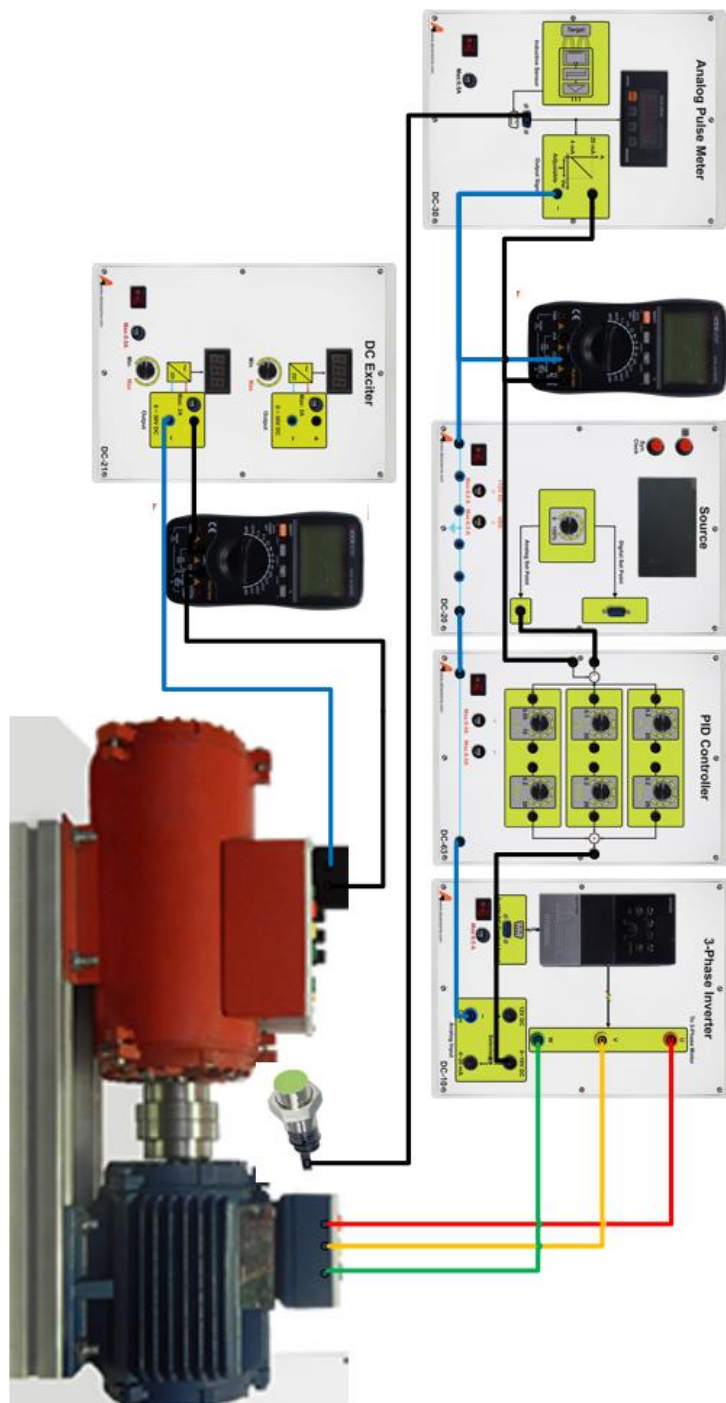
در این آزمایش ابتدا مقدار ترمز را صفر در نظر بگیرید و سپس نتایج حاصل از آزمایش را در جدول ۱-۲ ثبت نمایید. با اعمال اغتشاش بر فرآیند، تاثیر آن را بر روی سرعت موتور و مقدار خطا بررسی نمایید. لازم به ذکر است رابطه سرعت مطلوب با ولتاژ Setpoint خطی و برابر $\frac{3000 \text{ rpm}}{10V}$ می‌باشد. در شکل ۲-۲ نحوه انجام اتصالات مدار آزمایش نشان داده شده است.



شکل ۱-۲ مدار آزمایش بررسی کنترل دور موتور در شرایط کنترل حلقه بسته

جدول ۱-۲ نتایج کنترل حلقه بسته موتور القایی

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	ولتاژ مرجع (V)
							سرعت مطلوب موتور
							ولتاژ اندازه گیری شده (خروجی سنسور سرعت)
							سرعت واقعی موتور
							مقدار خطا



شکل ۲-۲ نحوه اتصال مازول‌های مورد نیاز جهت انجام کنترل حلقه بسته سرعت موتور القایی

۳-۲ سوالات آزمایش

۱- آزمایشی جهت به دست آوردن ضریب خطی $\frac{3000 \text{ rpm}}{10V}$ پیشنهاد نمائید.

۲- از لحاظ کنترل یک سیستم حلقه بسته مقاوم بودن سیستم حلقه بسته به تغییرات اغتشاش بسیار مهم می باشد. با توجه به آزمایش صورت گرفته مهم ترین اغتشاش در سیستم های کنترل دور موتور چه می باشد؟

۳ بررسی اثر تغییر پارامترهای کنترلی بر رفتار فرآیند کنترل سرعت موتور

۱-۳ مقدمه

استفاده از فیدبک در سیستم‌های حلقه بسته می‌تواند فرآیند کنترلی را به سمت پایداری، عملکرد گذرا و ماندگار مطلوب تر هدایت کند. در این آزمایش استفاده از انواع کنترل کننده‌ها برای کنترل حلقه بسته سرعت موتور القایی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جهت تنظیم ضریب کنترل کننده تناسبی به ورودی آن یک سیگنال نمونه اعمال نموده و با مشاهده سیگنال خروجی و تقسیم نمودن دامنه خروجی به ورودی، ضریب مورد نظر به دست می‌آید. جهت تنظیم کنترل کننده مشتقی و انتگرالی به ورودی آنها سینوسی با فرکانس و دامنه معین اعمال می‌نمائیم. دامنه ورودی به خروجی در این شرایط می‌بایست برابر با بهره ac این کنترل کننده‌ها در فرکانس مورد نظر باشد. به عبارت دیگر به جای عملگر لاپلاس s ، مقدار $\omega = 2\pi f$ جایگزین می‌گردد و بهره ac محاسبه می‌گردد. در این آزمایش تغییرات نقطه کار بر عملکرد کنترل کننده، تحقیق شده است که مساله مهمی است.

۲-۳ آزمایش و تحلیل

۱-۲-۳ کنترل کننده تناسبی

ابتدا نقطه کار ۴,۵ ولت را به سیستم اعمال نمائید و سپس مقادیر $K_p=6$ و $Gain=0.2$ را بر روی کنترل کننده تنظیم نمائید. در ادامه بدون تغییر ضرایب کنترل کننده تناسبی، طبق جدول زیر برای مقادیر مختلف نقطه کار جدول را تکمیل نمائید (تذکر داده می‌شود که در این بخش باید مقادیر کنترل کننده انتگرالی و مشتقی صفر باشد).

جدول ۱-۳ اثر تغییر نقطه کار بر فرآیند کنترل سرعت در شرایط بکارگیری کنترلر تناسبی

نقطه کار	۴	۴,۵	۵	۵,۵	۶	۶,۵
ولتاژ اندازه گیری شده (خروجی سنسور سرعت)						
مقدار خطا						

از این پس در همه آزمایش‌های مربوط به تحلیل حالت گذرا به جای اعمال ورودی ثابت، یک ورودی متناوب به کمک سیگنال ژنراتور ایجاد نموده و به عنوان سیگنال مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرد. دوره تناوب این سیگنال برای مشاهده پاسخ زمانی در حدود ۲۰ ثانیه می‌باشد.

در ادامه علاوه بر خطای حالت دائمی به بررسی سرعت پاسخ و فراجش پاسخ گذرای سیستم پرداخته شده است. از این رو جهت مشاهده حالت گذرا به جای اعمال ورودی ثابت به محل اعمال نقطه کار، یک ورودی پالسی به کمک سیگنال ژنراتور با دامنه متغیر بین ۰ و ۴ ولت و دوره تناوب ۲۰ ثانیه اعمال نمائید. البته راه تئوری محاسبه این مقدار، استفاده از نتایج مدل دینامیکی استخراج شده در آزمایش‌های قبلی است. با توجه به شکل اسکپ تغییرات خروجی سنسور سرعت، جدول زیر را کامل نمائید.

جدول ۲-۳ اثر تغییر ضریب تناسبی بر فرآیند کنترل سرعت در شرایط بکارگیری کنترلر تناسبی

ضریب کنترل کننده تناسبی	۱	۵	۱۰	۲۰	۴۰
زمان صعود ولتاژ اندازه گیری شده سنسور سرعت (ms)					
میزان فراجش ولتاژ خروجی سنسور سرعت (درصد)					

۲-۲-۳ کنترل کننده تناسبی-انتگرالی

این کنترل کننده در عمل قابلیت تصحیح خطای حالت دایم را به دلیل وجود بخش انتگرالی دارد. نقطه کار ۳,۵ ولت را برای آن تنظیم کنید. سپس مقادیر $K_p=20$ و $Gain=0.2$ (برای تناسبی) و $T_i=20$ و $Gain=0.2$ (برای انتگرالی) را بر روی کنترل کننده تنظیم نمایید.

حال بدون تغییر ضرایب کنترل کننده تناسبی-انتگرالی، طبق جدول زیر برای مقادیر دیگری از نقطه کار، خروجی و خطا را مشاهده و یادداشت نمایید. (تذکر داده می شود که در این بخش باید مقادیر کنترل کننده مشتقی صفر باشد).

جدول ۳-۳ اثر تغییر نقطه کار بر فرآیند کنترل سرعت در شرایط بکارگیری کنترلر تناسبی-انتگرالی

نقطه کار	۳	۴	۵	۷	۸	۹
ولتاژ اندازه گیری شده (خروجی سنسور سرعت)						
مقدار خطا						

مشابه بخش قبلی پالس ۴ ولت با دوره‌ی تناوب ۲۰ ثانیه را به کمک سیگنال ژنراتور ایجاد کنید و به محل اعمال سیگنال مرجع متصل کنید. ضریب کنترل کننده تناسبی را ۰,۴ در نظر بگیرید و با تغییر ضریب انتگرالی، جدول زیر را تکمیل کنید.

جدول ۴-۳ اثر تغییر ضریب انتگرالی بر رفتار حالت گذرای فرآیند کنترل سرعت موتور

ضریب کنترل کننده انتگرالی	۰,۱	۱	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
خطای حالت دائمی										
زمان صعود ولتاژ اندازه گیری شده سنسور سرعت										
میزان فراجهش ولتاژ خروجی سنسور سرعت										

۳-۲-۳ کنترل کننده تناسبی-مشتقی

این کنترل کننده در عمل قابلیت تصحیح بهتر خطای حالت گذار را به دلیل وجود بخش مشتقی دارد. نقطه کار ۴,۵ ولت را برای آن مشخص کنید. سپس مقادیر $K_p=10$ و $Gain=0.2$ (برای تناسبی) و $T_d=2$ و $Gain=0.2$ (برای مشتقی) را بر روی کنترل کننده تنظیم نمایید. حال بدون تغییر ضرایب کنترل کننده تناسبی-مشتقی، طبق جدول زیر برای تغییر نقطه کار، خروجی و خطا را مشاهده و یادداشت نمایید (تذکر داده می شود که در این بخش باید مقادیر کنترل کننده انتگرالی صفر باشد). حال جدول زیر را براساس مشاهدات پر کنید.

جدول ۵-۳ اثر تغییر نقطه کار بر فرآیند کنترل سرعت موتور در شرایط بکارگیری کنترلر تناسبی-مشتقی

مقدار نقطه کار	۱	۲	۴	۵	۶	۷	۸
ولتاژ اندازه گیری شده (خروجی سنسور)							
مقدار خطا							

۴-۲-۳ کنترل کننده تناسبی، مشتقی، انتگرالی PID

با وجود طراحی کنترل کننده های متعدد، ولی هنوز کنترل کننده PID بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. برای بهره گیری از خواص کنترل PI و PD از کنترل کننده PID که متداول ترین کنترل کننده در صنعت به شمار می آید، استفاده می شود.

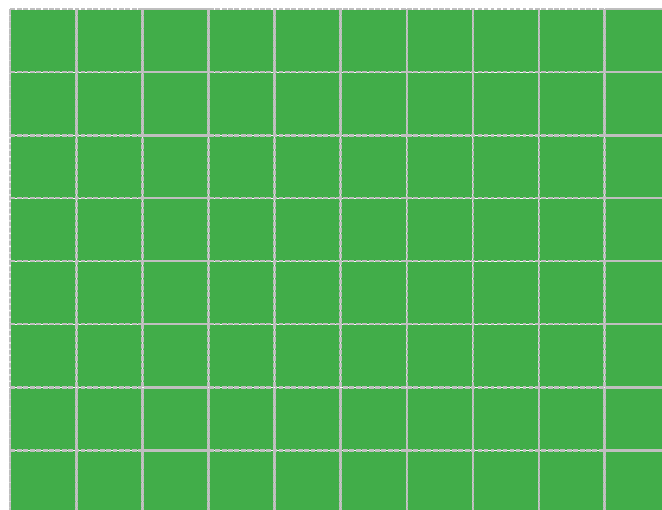
مقادیر $K_p=4$ و $Gain=0.2$ (برای تناسبی)، $T_i=0.1$ و $Gain=2$ (برای انتگرالی) و $T_d=0.05$ و $Gain=0.2$ (برای مشتقی) را بر روی کنترل کننده تنظیم نمایید.

حال بدون تغییر ضرایب کنترل کننده، طبق جدول زیر برای مقادیر دیگری از نقطه کار، خروجی فرآیند و مقدار خطا را مشاهده و یادداشت نمایید.

جدول ۳-۶ اثر تغییر نقطه کار بر فرآیند کنترل سرعت موتور در شرایط بکارگیری کنترل کننده PID

ولتاژ اعمالی	۱	۲	۳	۴	۵	۶
ولتاژ اندازه گیری شده سنسور سرعت						
مقدار خطا						

مشابه بخش قبلی پالس ۵،۵ ولت با دوره‌ی تناوب ۲۰ ثانیه را به کمک سیگنال ژنراتور ایجاد کنید و به عنوان سیگنال مرجع در نظر بگیرید. ضرایب کنترلی را آنقدر تغییر دهید تا به کمترین مقدار خطا دست پیدا کنید و به کمک اسیلوسکوپ، پاسخ پله فرآیند را رسم کنید.



شکل ۳-۱ پاسخ پله فرآیند بر حسب زمان

۳-۳ سؤالات آزمایش

- ۱- با اضافه شدن ضریب انتگرال گیر پارامتر حالت دائمی خطا به چه صورت تغییر نمود.
- ۲- با اضافه شدن ضریب انتگرال گیر پارامترهای حالت گذرا چگونه تغییر نمودند.
- ۳- چگونه می توان عرض باند سیستم مورد بررسی در این آزمایش را برای مقادیر ثابت بهره های تناسبی و انتگرالی محاسبه نمود.
- ۴- تفاوت کنترل حلقه باز و حلقه بسته را توضیح دهید.
- ۵- در کدام نوع کنترل کننده ها کمترین خطا و بیشترین خطا مشاهده شد. دلیل آنرا شرح دهید.

۴ طراحی کنترل کننده PID سرعت موتور القایی

هدف: طراحی کنترل کننده برای حلقه کنترل سرعت به دو روش آزمایشگاهی و تئوری

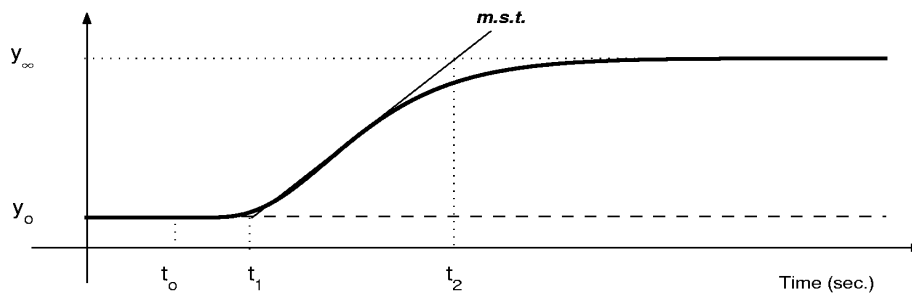
۱-۴ مقدمه

برای طراحی کنترل کننده سرعت دو رویکرد استفاده از نتایج آزمایشگاهی و جداول طراحی ضرایب زیگلر-نیکلز و همچنین رویکرد طراحی کنترل کننده براساس مدل فرآیند و روش های طراحی کلاسیک و تئوری مورد بررسی قرار می گیرد. به منظور استفاده از رویکرد کلاسیک و تئوری از مدل دینامیکی به دست آمده در آزمایش مدلسازی استفاده شده است.

فرم استاندارد مورد استفاده در روش های طراحی زیگلر نیکولز برای کنترل کننده به صورت زیر می باشد:

$$K(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s)$$

برای تنظیم ضرایب به روش زیگلر نیکولز حوزه زمان، به سیستم ورودی پله اعمال می نمائیم و بر اساس تغییرات پاسخ پله و روابط جدول زیر، طراحی کنترل کننده صورت می گیرد.



$$K_o = \frac{y_{\infty} - y_o}{u_{\infty} - u_o}; \quad \tau_o = t_1 - t_o; \quad \nu_o = t_2 - t_1$$

	K_p	T_r	T_d
P	$\frac{\nu_o}{K_o \tau_o}$		
PI	$\frac{0.9 \nu_o}{K_o \tau_o}$	$3\tau_o$	
PID	$\frac{1.2 \nu_o}{K_o \tau_o}$	$2\tau_o$	$0.5\tau_o$

شکل ۱-۴ نحوه تنظیم ضرایب کنترلی به روش زیگلر نیکولز حوزه زمان

در روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس، سیستم را به ازای ورودی ثابت با استفاده از کنترل کننده تناسبی به صورت حلقه بسته ببندید. با تغییر ضریب کنترل کننده تناسبی، به ازای کوچکترین مقداری که سیستم نوسانی می گردد، ضریب بهره K_u و دوره تناوب نوسانات T_u را به دست آورید. جدول زیر مشخص کننده ضرایب کنترل کننده می باشد.

جدول ۴-۱: تنظیم ضرایب کنترلی در روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس

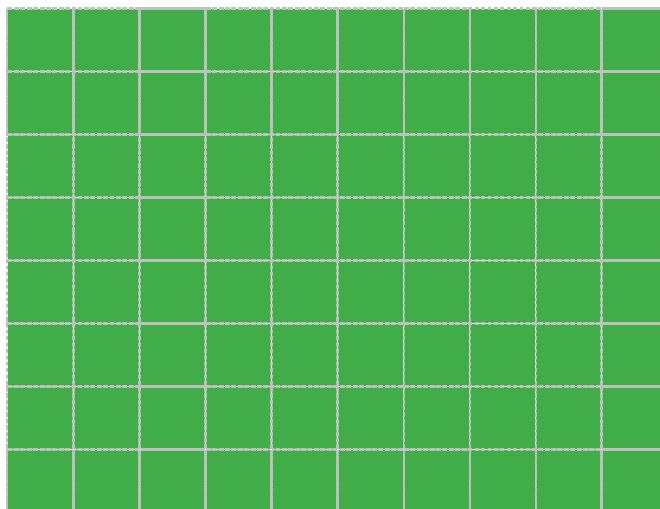
Controller	K	T_i	T_d
P	$0.5K_u$		
PI	$0.4K_u$	$0.8T_u$	
PID	$0.6K_u$	$0.5T_u$	$0.125T_u$

۲-۴ آزمایش و تحلیل

در این آزمایش قصد داریم ضرایب کنترلی را به روش زیگلر نیکولز در دو حوزه زمان و فرکانس تنظیم نماییم.

۲-۴-۱ طراحی به کمک روش زیگلر-نیکولز حوزه زمان

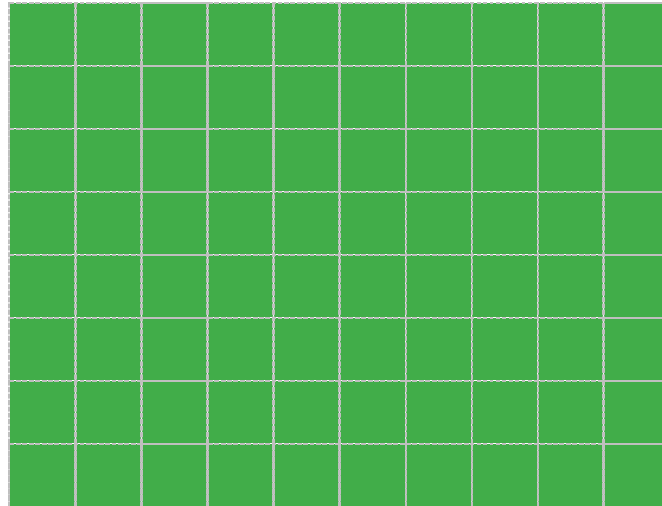
ابتدا روش حوزه زمان را بر سیستم حلقه باز اعمال نمائید و نمودار پاسخ خروجی را در شکل زیر رسم نمائید. برای این کار ورودی مرجع را مشابه آزمایش قبلی با سیگنال ژنراتور اعمال نمائید. مطابق روش زیگلر نیکولز حوزه زمان، ضرایب کنترلر را در هر حالت طراحی و با تنظیم ضرایب طراحی شده، شکل پاسخ پله را به ازای ورودی ۵ ولت رسم نمائید.



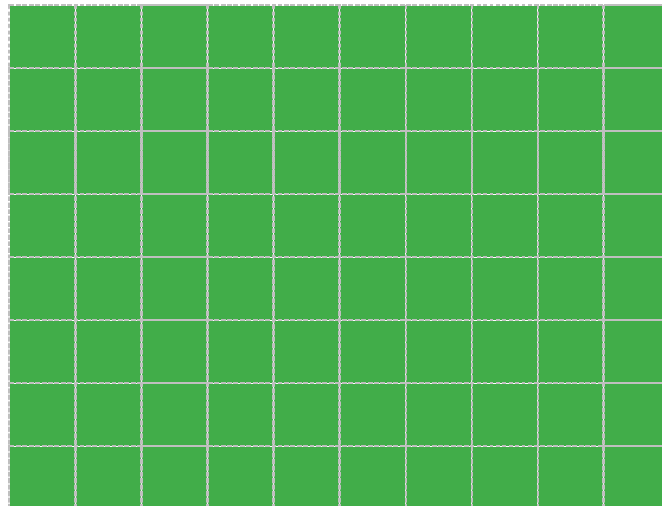
شکل ۲-۴ پاسخ فرآیند کنترل سرعت به ازای ورودی پله

جدول ۴-۲: تنظیم ضرایب کنترلی در روش زیگلر نیکولز حوزه زمان

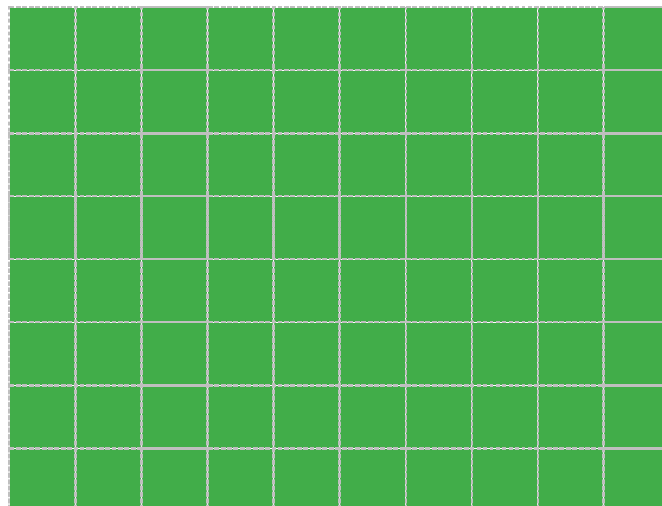
T_d	T_r	K_p	
-	-		P
-			PI
			PID



شکل ۳-۴ پاسخ فرآیند کنترل سرعت به ازای ورودی پله با دامنه ۵ ولت و کنترل کننده تناسبی



شکل ۴-۴ پاسخ فرآیند کنترل سرعت به ازای ورودی پله با دامنه ۵ ولت و کنترل کننده تناسبی - انتگرالی



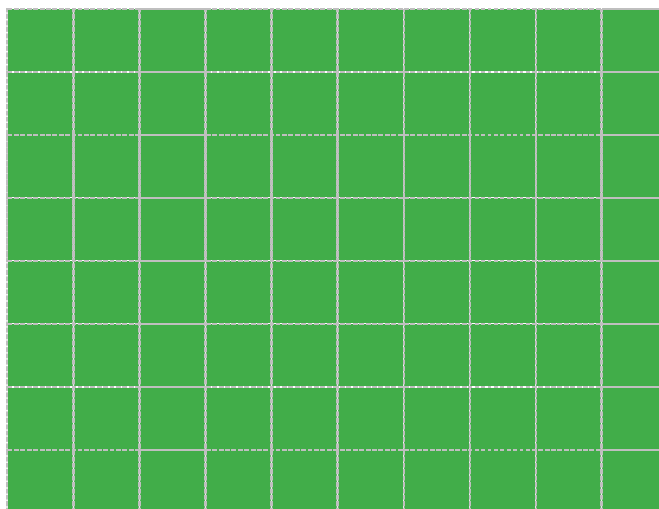
شکل ۵-۴ پاسخ فرآیند کنترل سرعت به ازای ورودی پله با دامنه ۵ ولت و کنترل کننده PID

با توجه به شکل‌های حاصل از آزمایش، جدول زیر را تکمیل نمایید.

جدول ۴-۳: مقایسه کنترل‌های مورد طراحی از دیدگاه ویژگی‌های حالت گذرا

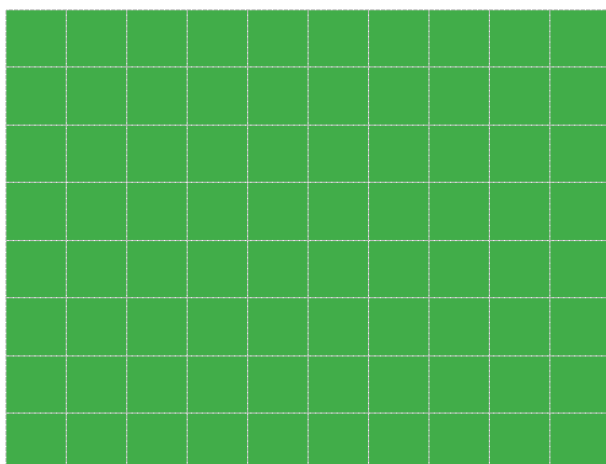
درصد فراجهش	زمان صعود	خطای حالت دائمی	روش/ویژگی
			کنترل‌کننده تناسبی
			کنترل‌کننده تناسبی - انتگرالی
			کنترل‌کننده PID

از آنجایی که روش زیگلر نیکلز تجربی می باشد و در عمل مقادیر تا حدی به صورت میدانی نیز تنظیم می‌شوند با تنظیم میدانی ضرایب کنترل‌کننده PID، عملکرد پاسخ را بهبود ببخشید و نمودار پاسخ پله بهبود یافته را رسم نمایید.

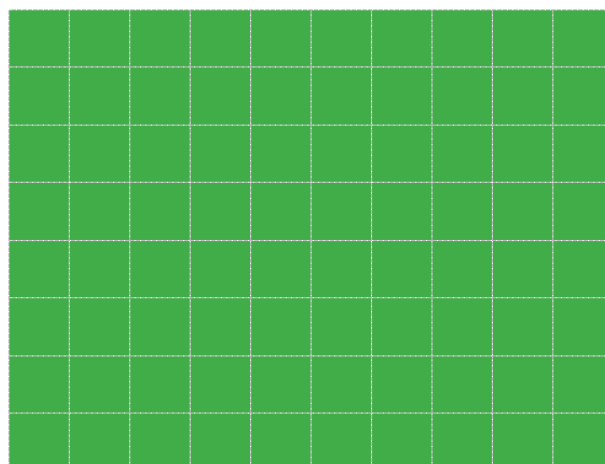


شکل ۴-۶ پاسخ فرآیند کنترل سرعت به ازای ورودی پله با دامنه ۵ ولت و کنترل‌کننده PID با ضرایب بهبود یافته

به منظور بررسی عملکرد کنترل‌کننده حاصل، به ازای دو نقطه کار جدید ۳,۵ و ۶,۵ ولت، نمودار پاسخ پله را مشاهده و رسم نمایید. این عملیات را به ازای ضرایب بهبود یافته نهایی صورت دهید و نتایج حاصل از مشاهده را در جدول زیر یادداشت کنید.



ب



الف

شکل ۴-۷ نمودار پاسخ پله به ازای الف) ورودی با دامنه ۳,۵ ولت؛ ب) ورودی با دامنه ۶,۵ ولت

جدول ۴-۴: بررسی عملکرد کنترل کننده مورد طراحی با تغییر نقطه کار

نقطه کار/ویژگی	خطای حالت دائمی	زمان صعود	درصد فراجهش
۳,۵			
۶,۵			

همچنین به منظور بررسی عملکرد کنترل کننده در مقابل اغتشاش با تغییر میزان ترمز در سه حالت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ولت ترمز، جدول زیر را تکمیل نمایید

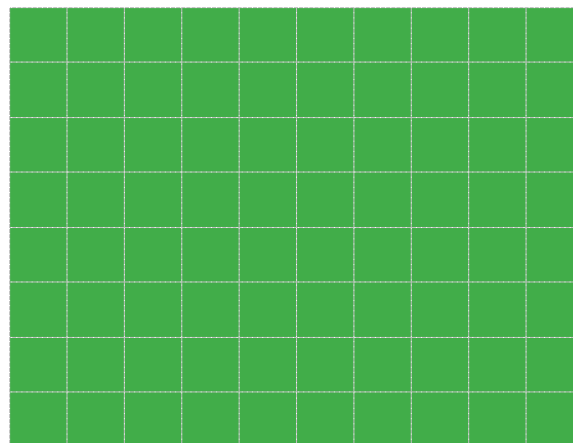
جدول ۴-۵: بررسی عملکرد کنترل کننده مورد طراحی با تغییر میزان اغتشاش

میزان اغتشاش/ویژگی	خطای حالت دائمی	زمان صعود	درصد فراجهش
۱۰ ولت			
۲۰ ولت			
۳۰ ولت			

۴-۲-۲ طراحی به کمک زیگلر نیکولز حوزه فرکانس

در روش طراحی کنترل کننده به روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس، سیستم حلقه بسته با کنترل کننده تناسبی را راه اندازی کنید و ضریب تناسبی را چنان تنظیم نمایید که سیستم در حالت نوسان قرار گیرد. در این شرایط ضرایب حاصل و مراحل کار را مشابه بخش قبلی تکرار نمایید. پاسخ فرآیند را به ازای ورودی پله در شکل ۴-۸ رسم کنید و به کمک آن ضرایب کنترل کننده را بدست آورید و در جدول ۴-۶ یادداشت کنید.

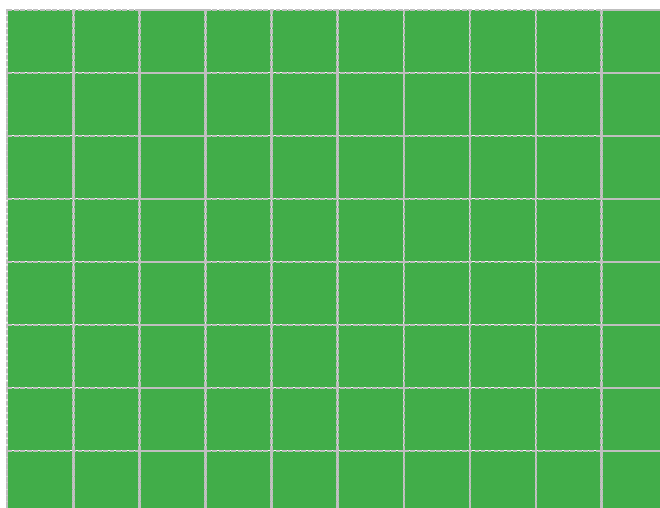
با پیاده سازی کنترلرهای P، PI و PID با ضرایب طراحی شده و سیگنال ورودی با دامنه ۵ ولت؛ شکل پاسخ فرآیند را مشاهده و در شکل ۴-۹ تا شکل ۴-۱۱ رسم نمایید.



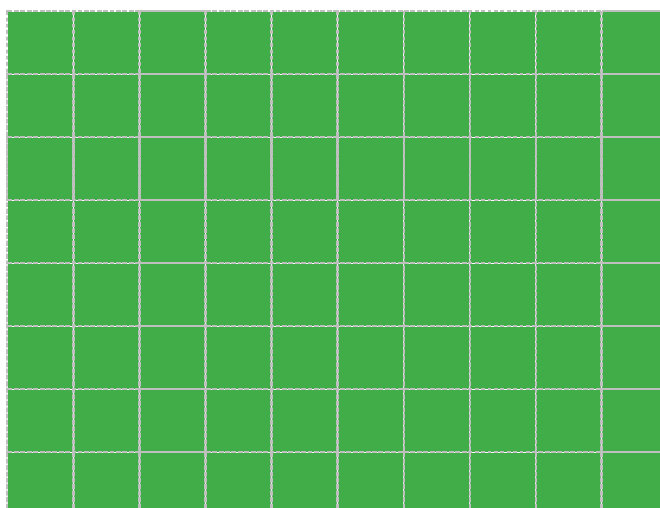
شکل ۴-۸ پاسخ فرآیند کنترل سرعت به ازای ورودی پله

جدول ۴-۶: تنظیم ضرایب کنترلی در روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس

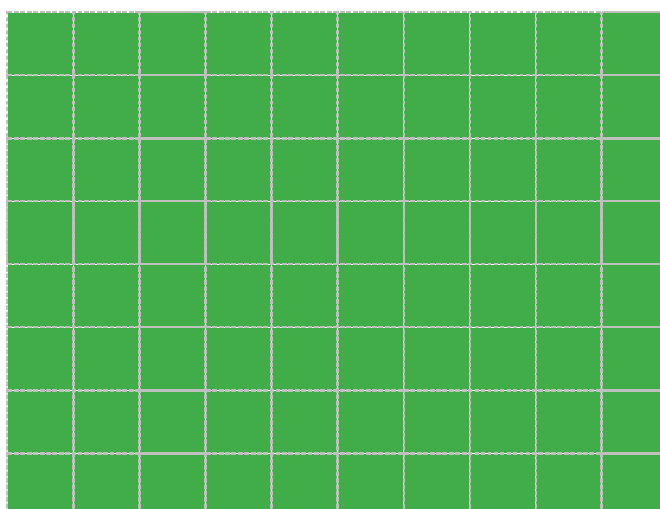
Td	Tr	Kp	
			P
			PI
			PID



شکل ۹-۴ پاسخ پله فرآیند با پیاده‌سازی کنترل کننده تناسبی به روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس



شکل ۱۰-۴ پاسخ پله فرآیند با پیاده‌سازی کنترل کننده تناسبی – انتگرالی به روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس



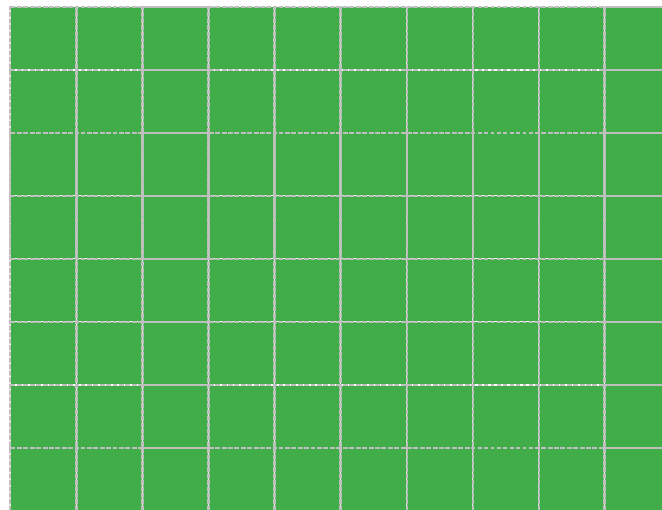
شکل ۱۱-۴ پاسخ پله فرآیند با پیاده‌سازی کنترل کننده PID به روش زیگلر نیکولز حوزه فرکانس

با توجه به شکل‌های حاصل از آزمایش، جدول زیر را تکمیل نمایید.

جدول ۴-۷: بررسی ویژگی‌های حالت گذرا در کنترل‌کننده‌های PI، P و PID طراحی شده

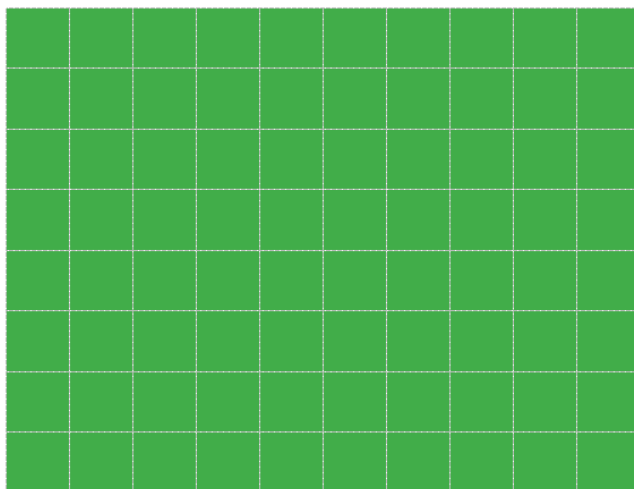
درصد فراجهش	زمان صعود	خطای حالت دائمی	روش/ویژگی
			کنترل‌کننده تناسبی
			کنترل‌کننده تناسبی - انتگرالی
			کنترل‌کننده PID

از آنجایی که روش زیگلر نیکلز تجربی می باشد و در عمل مقادیر تا حدی به صورت میدانی نیز تنظیم می‌شوند با تنظیم میدانی ضرایب کنترل‌کننده PID، عملکرد پاسخ را بهبود ببخشید و نمودار پاسخ پله بهبود یافته را رسم نمایید.

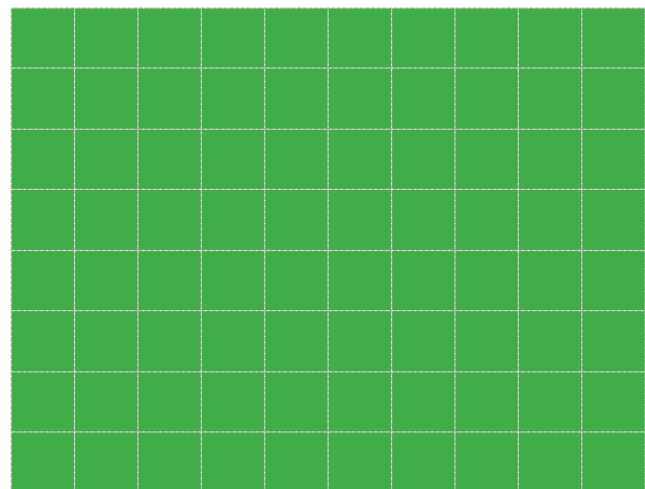


شکل ۴-۱۲ پاسخ پله بهبود یافته در کنترل‌کننده PID طراحی شده به روش نیکولز حوزه فرکانس

به منظور بررسی عملکرد کنترل‌کننده حاصل به ازای دو نقطه کار جدید ۷٫۵ و ۴٫۵ ولت، نمودار پاسخ پله را مشاهده و رسم نمایید. این عملیات را به ازای ضرایب بهبود یافته نهایی صورت دهید و نتایج حاصل از مشاهده را در جدول زیر یادداشت کنید.



ب



الف

شکل ۴-۱۳ نمودار پاسخ پله به ازای الف) ورودی با دامنه ۴٫۵ ولت؛ ب) ورودی با دامنه ۷٫۵ ولت

جدول ۴-۸: بررسی عملکرد کنترل کننده مورد طراحی با تغییر نقطه کار

نقطه کار/ویژگی	خطای حالت دائمی	زمان صعود	درصد فراجهش
۴,۵			
۷,۵			

همچنین به منظور بررسی عملکرد کنترل کننده در مقابل اغتشاش با تغییر میزان ولتاژ ترمز در سه حالت ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ولت ترمز، جدول زیر را تکمیل نمایید

جدول ۴-۹: بررسی عملکرد کنترل کننده مورد طراحی با تغییر میزان اغتشاش

میزان اغتشاش/ویژگی	خطای حالت دائمی	زمان صعود	درصد فراجهش
۱۰ ولت			
۲۰ ولت			
۳۰ ولت			

۳-۲-۴ طراحی به کمک روش های تئوری کلاسیک

روش های متعددی جهت طراحی کنترل کننده کلاسیک ارائه شده اند. جهت طراحی از مدل دینامیکی شناسایی شده در آزمایش های قبلی استفاده نمائید. یک روش پیشنهادی سریع برای طراحی کنترل کننده، استفاده از جعبه ابزار Control System نرم افزار MATLAB می باشد. ابزار SISO SYSTEM DESIGN جهت این امر پیشنهاد می گردد. در هر حال، کنترل کننده کلاسیک طراحی شده را مانند مراحل قبل پیاده سازی و تحلیل نمائید.

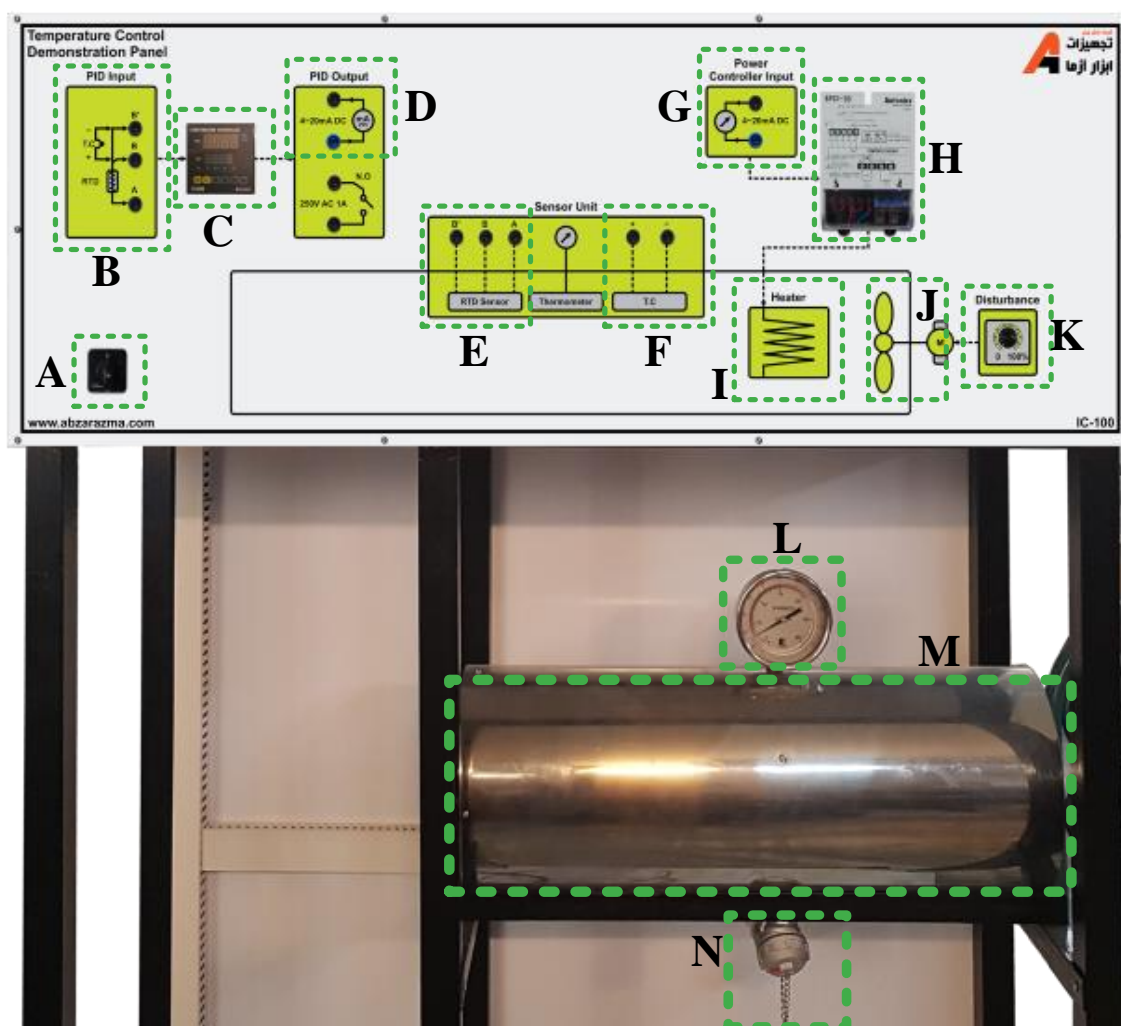
۳-۴ سوالات

- ۱- عملکرد کنترل کننده زیگلر-نیکلز حوزه زمان را با فرکانس مقایسه نمائید.
- ۲- کنترل کننده تئوری طراحی شده عملکرد مقاوم تری از خود نشان داد یا کنترل کننده زیگلر-نیکلز؟
- ۳- روشی جهت یافتن حد فاز و حد بهره کنترل کننده های پیشنهادی ارائه نمائید.

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.



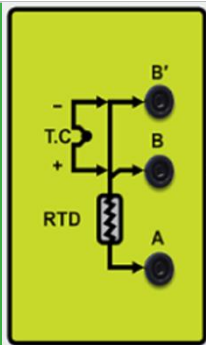
عنوان بخش	معرفی	عنوان بخش	معرفی
A	کلید روشن و خاموش آموزنده	H	عملگر Power Controller
B	ورودی سنسور در کنترل کننده PID	I	شمای فنی هیتر تولیدکننده گرما
C	کنترل کننده PID ، مدل TZN4M	J	شمای فنی فن برای اعمال اغتشاش
D	خروجی جریانی ۴-۲۰mA کنترل کننده	K	ولوم تنظیم میزان اغتشاش
E	سنسور RTD، PT100 سه سیمه	L	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 کنترل کننده PID



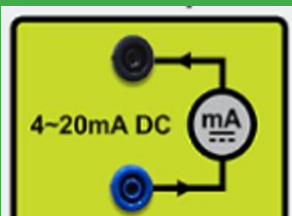
این بخش محل اتصال سنسور به ورودی PID کنترلر است. امکان اتصال دو نوع سنسور RTD (PT100) و ترموکوپل از این طریق فراهم شده است. اتصال PT100 سه سیمه به ترمینال های A، B و B' صورت می‌پذیرد و برای اتصال ترموکوپل، پایانه مثبت سنسور به ترمینال B و پایانه منفی سنسور به ترمینال B' وصل خواهند شد.

C: کنترل کننده دما مدل TZN4M



این کنترل کننده 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 $4-20\text{ mA}$ و یا ولتاژ $0-10\text{ V}$ 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.

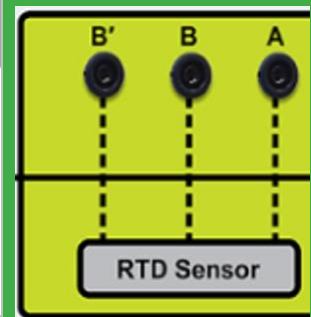
D: خروجی جریانی کنترل کننده



کنترلر TZN4M با قرائت مقدار فعلی فرآیند از طریق سنسور یا ترنسدمیتر و بر اساس ضرایب کنترلی تنظیم شده در آن، یک سیگنال کنترلی جریانی بین $4-20\text{ mA}$ در خروجی خود تولید می‌کند که بایستی به عملگر متصل شود تا در جهت کاهش خطا و کنترل فرآیند گام برداشته شود.

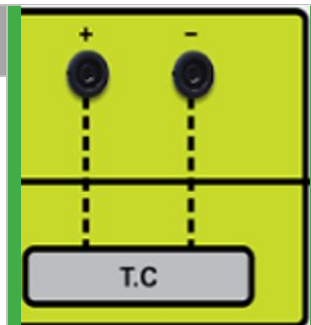
E: خروجی‌های سنسور RTD مدل PT100 سه سیمه

RTD یک مقاومت متغیر با دما است که با افزایش دما، مقدار مقاومت نیز افزایش می‌یابد. این سنسور در یک پل و استون قرار خواهد گرفت و تغییر مقاومت آن در اثر تغییر دما به صورت اختلاف پتانسیل قابل تشخیص است. در بخش بعدی اطلاعات تکمیلی از این سنسور ارائه خواهد شد.



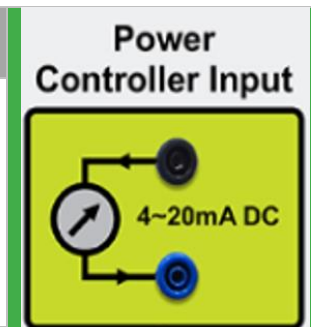
F: ترموکوپل

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 ۴-۲۰ mA

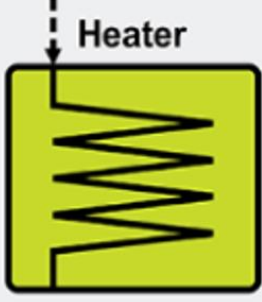
یکی از ورودی‌های پاور کنترلر سیگنال جریانی ۴-۲۰ mA است که از کنترل‌کننده می‌آید و بر اساس این سیگنال ولتاژ بین ۰-۲۲۰ V به هیتر اعمال می‌شود.

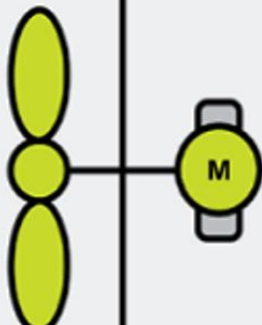



H: پاور کنترلر


این بخش شامل یک پاور کنترلر می‌باشد که دارای ورودی‌های مختلفی می‌باشد و خروجی آن دارای ولتاژ ۰-۲۲۰ ولت است که برای تغذیه بار مقاومتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این دستگاه، خروجی ۴-۲۰ 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.





	<p>I: شمای فنی هیتر</p> <p>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.</p>	
---	---	--

	<p>L: شمای فنی فن</p> <p>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</p>	
---	--	--

	<p>K: ولوم تنظیم میزان اغتشاش</p> <p>به کمک این پتانسیومتر می‌توان سرعت چرخش فن را تنظیم نمود و بنابراین امکان تغییر میزان اغتشاش فراهم شده است.</p> <p>با تغییر این ولوم موثر ولتاژ فن تغییر می‌کند لذا امکان کنترل دور فن وجود دارد</p>	
---	--	--

	<p>L: ترمومتر یا گیج دما</p> <p>یک عدد ترمومتر یا گیج دما برای نمایش دما بر حسب درجه سلسیوس و فارنهایت بر روی آموزنده قرار داده شده است.</p>	
---	---	--

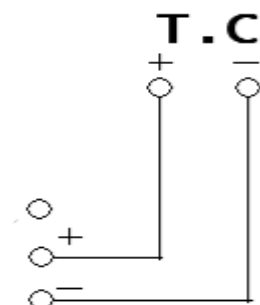
	M: تونل مدل فرآیند	
	هدف کنترلی در آموزنده IC100 کنترل دمای تونل می‌باشد. بر روی این تونل دو نوع سنسور PT100 و ترموکوپل قرار گرفته است و یک گیج دما برای نمایش دما به کار گرفته شده است.	

	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 آن اختلاف پتانسیل بوجود می‌آید (بعلمت 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. ترموکوپل‌ها دارای انواع متفاوتی از جمله T, S, R, K, J, E, B و می‌باشد که تفاوت آنها در رنج مورد اندازه گیری میباشد.



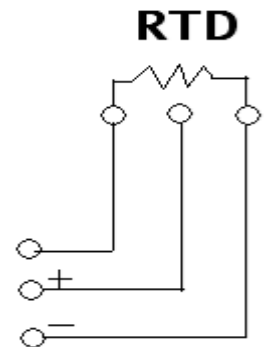
سنسور دمای RTD نوع PT100 :

PT100 از خانواده RTD ها میباشد. RTD یک ابزار حسگر دما از جنس فلزات میباشد 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 ساخت RTD ها بوده و دلیل عمده آن مقاومت مخصوص 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 از آنها بهتر از 0.001°C است.

برای قرائت RTD ها میتوان از یک پل تستون استفاده کرد. RTD ها در یک بازوی پل قرار می گیرند که به روش سه سیمه و چهار سیمه موسوم هستند.

RTD هایی که از جنس پلاتین ساخته می شوند به صورت PTxxx نام گذاری می شوند مانند PT100 که PT به منزله پلاتینی بودن RTD و عدد جلوی آن میزان مقاومت در صفر درجه را نمایش میدهد.



نمایشگر دمای بیمتالی :

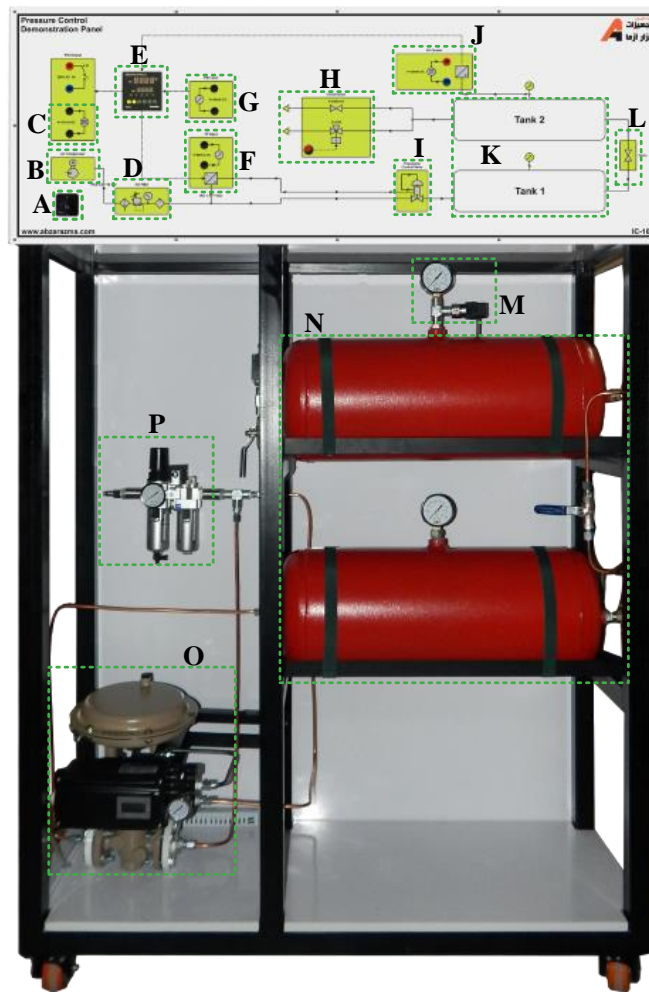
در این سیستم از یک نمایشگر دمای بیمتالی در قسمت فوقانی پروسه استفاده شده است که به منظور نمایش دمای انتقال یافته پروسه میباشد. ساختار این نمایشگر بر اساس تغییر شکل اجسام در اثر انبساط و انقباض است. در این ساختار دو فلز مختلف را به یکدیگر متصل میکنیم، هرگاه دما را افزایش دهیم دو فلز افزایش طول میدهند 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 مستقیماً به عنوان دمای اندازه گیری شده مقیاس نمود و یا آن را به سیگنالهای الکتریکی و غیره تبدیل کرد.



پیوست شماره دو


مشخصات آموزنده IC101- آموزنده کنترل فشار

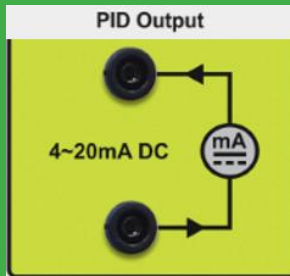
در مجموعه آموزشی کنترل فشار، هدف کنترل فشار درون مخزن میباشد. در این پروسه ابتدا بوسیله کمپرسور، فشار مورد نظر را برای سیستم تامین می کنیم، سپس بوسیله تجهیزات کنترلی که در ادامه به معرفی آنها خواهیم پرداخت، پروسه را کنترل می نماییم در شکل زیر بخش‌های مختلف آموزنده با حروف انگلیسی نامگذاری شده است. هدف 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 کنترل کننده	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	کنترل کننده PID، مدل TZN4M	M	گیج فشار به همراه مبدل فشار ۴-۲۰mA

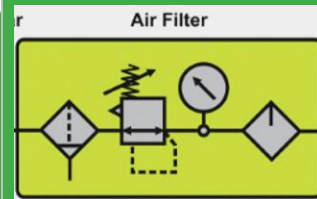
F	سیگنال جریان ورودی مبدل جریان به فشار	N	مخازن موجود جهت پیاده‌سازی فرآیند
G	ورودی مبدل فشار (I/P) در کنترل کننده PID	O (P)	شیر پیوسته و مبدل جریان به فشار (I to P)
H	شمای فنی اغتشاش پیوسته و دو وضعیتی	P	رگولاتور فشار یا واحد مراقبت
A: کلید روشن و خاموش آموزنده			
		برای حفاظت تجهیزات الکتریکی روی ست 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 می‌کند. 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 ۴-۲۰ mA خروجی کنترل کننده			
		کنترلر TZN4M با قرائت مقدار فعلی فرآیند از طریق سنسور یا ترنسدمیتر و بر اساس ضرایب کنترلی تنظیم شده در آن، یک سیگنال کنترلی جریان 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 مراقبت 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.

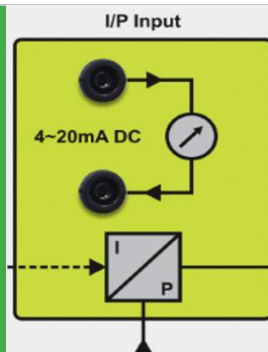


E: کنترل کننده PID مدل TZN4M



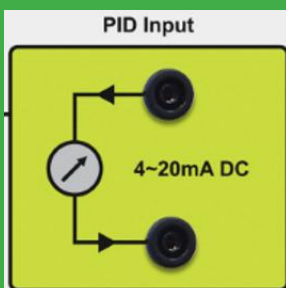
این کنترل کننده ساخت شرکت Autonics است. امکان تعیین نوع سیگنال فیدبک از جمله سیگنال جریانی $4-20\text{ mA}$ و یا ولتاژ $1-10\text{ V}$ وجود دارد. در این کنترلر با تعیین مقدار مرجع و اتصال حلقه فیدبک، امکان تغییر ضرایب کنترلی برای اصلاح خطا و کنترل حلقه بسته فرآیند وجود دارد. برای اطلاع از سایر قابلیت‌های این تجهیز راهنمای کاربری آن در پیوست شماره ۴ ارائه شده است که بایستی مطالعه گردد.

F: سیگنال جریانی ورودی مبدل I to P



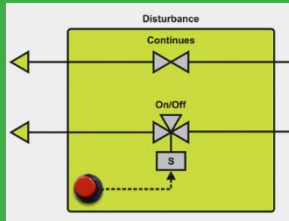
سیگنال کنترلی که در خروجی کنترلر PID ایجاد می‌شود از نوع جریانی در محدوده $4-20\text{ mA}$ است. برای آنکه متناسب با این سیگنال جریانی دهانه شیر پیوسته باز شود و ورود هوا به درون مخزن صورت پذیرد، لازم است از یک مبدل جریان به فشار استفاده شود. این مبدل متناسب با سیگنال جریان خروجی کنترل کننده، فشار مورد نیاز را برای اعمال به دیافراگم شیر تدریجی و باز شدن دهانه آن تامین می‌کند.

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



همانگونه که در بخش E بیان گردید، سیگنال فیدبک کنترل کننده می‌تواند از نوع ولتاژ و یا جریان در محدوده $4-20\text{ mA}$ باشد. با توجه به استفاده از یک مبدل فشار با خروجی $4-20\text{ mA}$ در مسیر فیدبک فرآیند، باید نوع سیگنال فیدبک کنترل کننده بر روی این حالت تنظیم شود و ترمینال‌های این بخش برای اعمال سیگنال فیدبک به کنترل کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

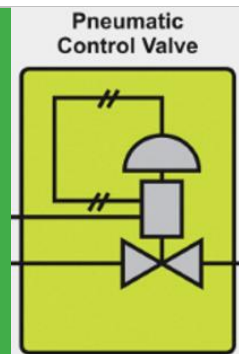
H: شمای فنی اغتشاش پیوسته و دو وضعیتی



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.

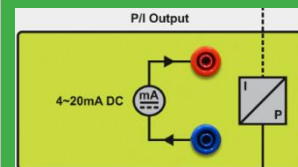
I: شمای فنی شیر تدریجی و مبدل جریان به فشار

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.



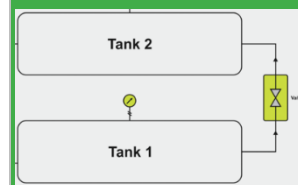
J: سیگنال جریان خروجی مبدل فشار به جریان

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. ترمینال‌های 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 کنترل کننده استفاده نمود

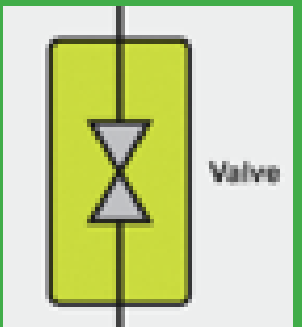



K: شمای فنی مخازن آموزنده


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

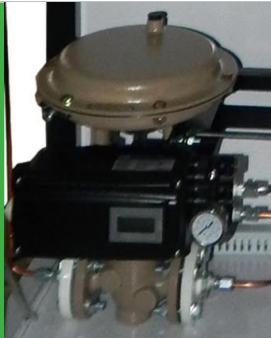



L: شمای فنی شیر دستی بین مخزن

	<p>یک شیر دستی میان دو مخزن قرار گرفته است که بایستی در حالت عادی به طور کامل باز باشد اما جهت اعمال اغتشاش به فرآیند می‌توان با تغییر وضعیت آن، تاثیر وارد آمدن اغتشاش را بر روی فرآیند مورد مطالعه بررسی نمود.</p>	
--	--	---

		<p>M: گیج فشار و مبدل فشار</p> <p>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.</p> <p>مبدل فشار که در قسمت بالایی مخزن کنترل فشار قرار دارد، یک سنسور ۳ سیمه دارای خروجی ۲۰-۴ میلی آمپر و رنج ۰ الی ۱۰ بار است. وظیفه‌ی این قسمت تبدیل فشار مخزن به جریان الکتریکی استاندارد می‌باشد.</p>
--	---	---

		<p>N: مخازن شبیه‌ساز فرآیند</p> <p>به دلیل ساختار دو مخزنی فرآیند، دستگاه رفتار یک سیستم مرتبه دو را از خود نشان می‌دهد. هدف اصلی این آموزنده، کنترل فشار مخزن ۲ یا همان مخزن بالایی می‌باشد.</p> <p>این مخزن دارای یک عدد شیر تخلیه هوا به عنوان مصرف کننده می‌باشد. کمپرسور به یک واحد مراقبت و شیر کنترلی پنوماتیکی متصل می‌باشد و شیر پنوماتیکی به مخزن ۱ متصل است. با تنظیم دهانه شیر تدریجی فشار درون مخزن یک تغییر می‌کند</p>
--	---	---

		<p>O: شیر پیوسته و مبدل جریان به فشار</p> <p>جهت کنترل فشار ورودی به مخزن شماره یک از یک شیر پیوسته استفاده شده است. سیگنال خروجی کنترل کننده 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>
--	---	--

		I/P: واحد مراقبت یا رگولاتور فشار	
		<p>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 می‌دهد و مستقیماً به شیر کنترلی و مبدل I/P وارد می‌شود، لذا به منظور جلوگیری از آسیب رسیدن به مبدل، این فشار را بیشتر از ۷ بار تنظیم نکنید.</p>	

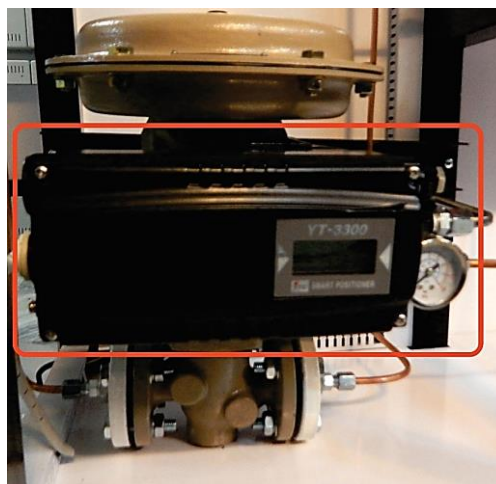
محرك و عملگر فرآیند

در این سیستم از یک شیر کنترل (control Valve)، که یک شیر تناسبی می‌باشد به عنوان عملگر و محرك استفاده شده است. شیر Glob، به عنوان عملگر در قسمت پایین و یک محرك دیافراگمی به عنوان محرك 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 می‌شود) را به شیر کنترلی (قسمت دیافراگمی شیر)، ارسال می‌کند. ساختار این شیر به صورت Normally Close می‌باشد. شیر کنترلی با باز کردن راه ورودی (که از کمپرسور می‌آید) به داخل مخزن ۱، مقدار هوای وارد شده به پروسه را تغییر می‌دهد تا به مقدار مشخص شده توسط کنترلر برسد. در این ست آموزشی شیر کنترل پنوماتیکی و مبدل I/P به یکدیگر کوپل شده‌اند.

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 پروسه قرار گرفته است و یک مبدل پیوسته است. این مبدل تغذیه ۲۰ PSI را از رگولاتور دریافت می‌کند. فشار قابل اعمال به I/P، ۱/۴ تا ۷ بار می‌باشد. کنترلر PID یک سیگنال جریانی برای کنترل فشار پروسه، به I/P ارسال می‌کند و جریان توسط این مبدل به فشار تبدیل می‌شود.



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.

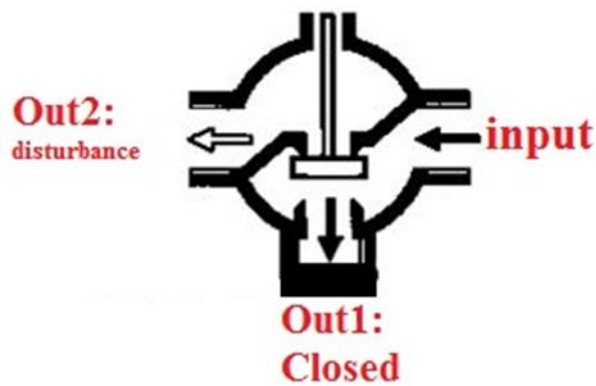
نامگذاری شیرهای نصب شده بر روی آموزنده

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 ۴-۱۴ 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:

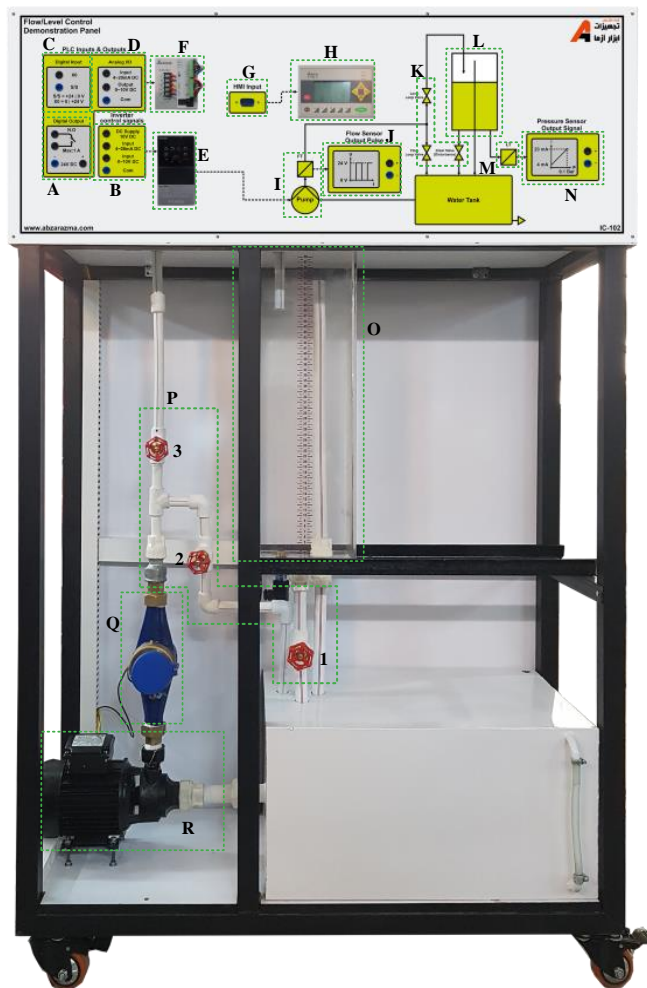
این شیر هم، مانند شیر شماره یک می باشد که می توان از آن به عنوان اغتشاش به صورت دستی در سیستم استفاده کرد. در شکل زیر محل قرار گرفتن آن مشخص شده است.




پیوست شماره سه


مشخصات آموزنده IC102- آموزنده کنترل سطح و دبی سیال

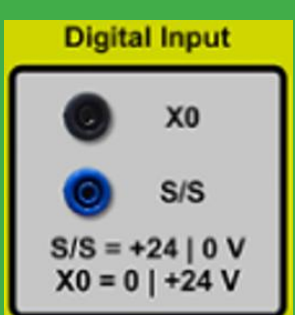
در مجموعه آموزشی کنترل فشار، هدف کنترل فشار درون مخزن میباشد. در این پروسه ابتدا بوسیله کمپرسور، فشار مورد نظر را برای سیستم تامین می کنیم، سپس بوسیله تجهیزات کنترلی که در ادامه به معرفی آنها خواهیم پرداخت، پروسه را کنترل می نماییم در شکل زیر بخش‌های مختلف آموزنده با حروف انگلیسی نامگذاری شده است. هدف 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	<p>یک درگاه خروجی دیجیتال جهت کنترل دو وضعیتی بر روی آموزنده قرار داده شده است. می‌توانید با توجه به برنامه نویسی صورت گرفته برای کنترل دو وضعیتی از این درگاه جهت اعمال فرمان قطع و وصل به عملگر استفاده نمایید.</p>
---	-------------------------------	---

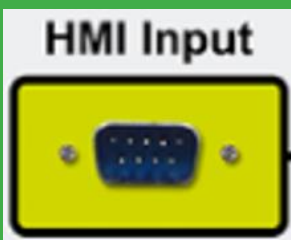
	B: پایانه‌های کنترلی اینورتر	<p>اینورتر مورد استفاده قادر است سرعت الکترومپ را متناسب با سیگنال جریانی استاندارد و یا سیگنال ولتاژی بین ۰-۱۰V تنظیم کند. سیگنال کنترلی خروجی پردازنده به اینورتر اعمال می‌شود تا در جهت کاهش خطا گام برداشته شود.</p>
---	-------------------------------------	--


	C: درگاه ورودی دیجیتال	<p>برای شمارش پالس خروجی سنسور دبی از این درگاه PLC استفاده می‌گردد. حداکثر دامنه ولتاژ ورودی دیجیتال می‌تواند ۲۴ ولت باشد.</p>
---	-------------------------------	---

	D: درگاه‌های ورودی / خروجی آنالوگ	<p>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.</p>
---	--	--

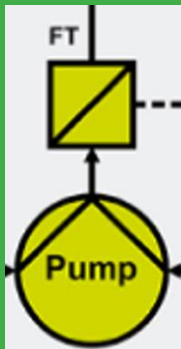
	E: اینورتر سه فاز مدل N700E	
	<p>از یک اینورتر سه فاز به عنوان محرک الکتروپمپ استفاده شده است. اینورتر سه فاز قابلیت کنترل سرعت به وسیله پتانسیومتر روی دستگاه و یا سیگنال‌های کنترلی ولتاژ و جریان استاندارد را دارا می‌باشد. ترمینال‌های مورد نیاز برای اعمال سیگنال کنترلی به اینورتر بر روی پانل دستگاه فراهم شده است. سیگنال آنالوگ خروجی PLC به اینورتر اعمال خواهد شد. بخش‌هایی از راهنمای کاربری این تجهیز در پیوست ۵ آورده شده است</p>	

	F: PLC دلتا	
	<p>عمده کارهای کنترلی در فرآیندهای صنعتی به کمک یک PLC انجام می‌پذیرد. برای برنامه نویسی PLC 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 ۱۲۴۷ 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.</p>	

	G: درگاه اتصال کابل HMI	
	<p>درگاه ورودی HMI جهت برنامه‌نویسی و بارگذاری برنامه در HMI بر روی پانل دستگاه فراهم شده است. سوکت این درگاه از نوع DB9 است.</p>	

	H: رابط کاربری با PLC	
	<p>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</p>	

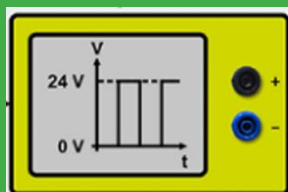
I: شمای فنی الکتروپمپ و سنسور دبی



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

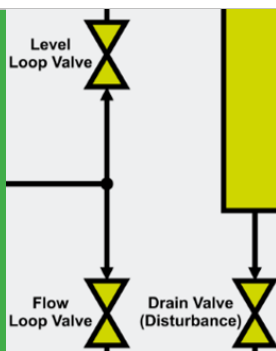
شمای فنی سنسور و الکتروپمپ نصب شده بر روی آموزنده، روی پانل دستگاه نشان داده شده است.

L: ترمینال خروجی سنسور دبی



کنترل آب خانگی پالسداری 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.

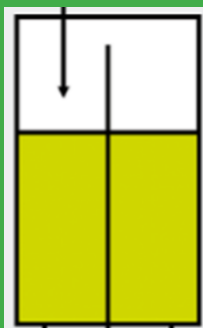
K: شمای فنی شیرهای دستی



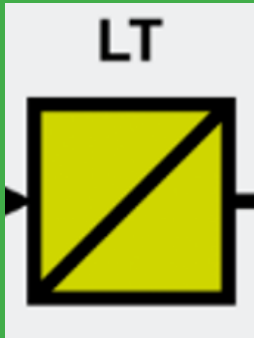
یک شیر دستی در زیر مخزن نصب شده است تا بتوان به کمک آن اثر اغتشاش را بر فرآیند کنترل سطح بررسی نمود.

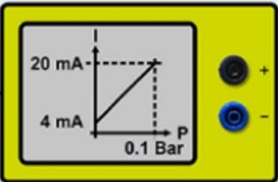
یک شیر که تحت عنوان Level Loop Valve نامگذاری شده است در حلقه کنترل سطح بایستی به طور کامل باز باشد و شیر دیگر که تحت عنوان Flow Loop Valve نامگذاری شده است در حلقه کنترل دبی باید به طور کامل باز باشد


L: شمای فنی مخزن فرآیند





مخزن فرآیند بر روی پانل دستگاه شمای فنی شده است.


	M: شمای فنی سنسور فشار	
	<p>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.</p>	

	N: پایانه‌های خروجی سنسور فشار	
	<p>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 $4-20\text{ mA}$ تبدیل می‌کند. فشار سیال درون مخزن با ارتفاع سیال متناسب است. مشخصات این سنسور در ادامه ذکر می‌گردد.</p>	

	O: مخزن مدرج	
	<p>مخزن فرآیند که جهت کنترل سطح سیال در یک ارتفاع مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد.</p> <p>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>	

	P: شیرهای دستی آموزنده	
	<p>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.</p>	

		Q: سنسور دبی	
		<p>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</p>	

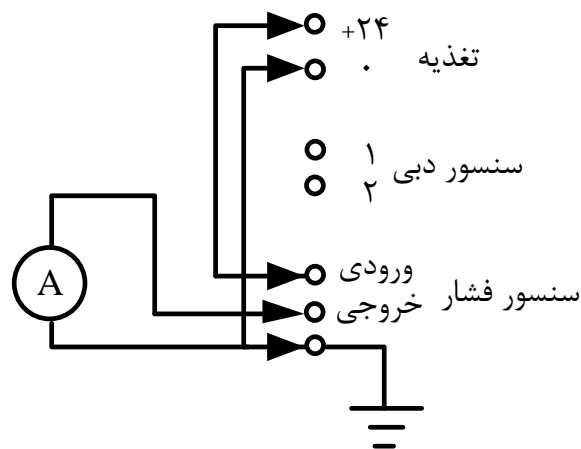
		R: الکتروپمپ سه فاز	
		<p>در این آموزنده از یک الکتروپمپ سه فاز به عنوان عملگر استفاده شده است که از یک اینورتر سه فاز برای کنترل الکتروپمپ استفاده شده است. مشخصات این الکتروپمپ در ادامه ذکر می‌شود.</p>	

مشخصات فنی و اتصالات داخلی سنسور فشار



سنسور فشار مدل PSCH00.1BCIA

0 - 1 Bar	Range
Piezoresistive silicon cell	Type
$\pm 0.25\% \text{ FS(RSS)}$	Accuracy
11-28 VDC	Excitation
4-20 mA (2 Wire)	Output



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.

NAVID MOTOR PUMPIRAN GROUP DOMESTIC PUMP NM - PMT80			  tuv CERT EN ISO 9001
Q(l/min)= 10-50	H(m) = 56-18	1 HP	
Hmin (m) = 18	Hmax (m) = 65	0.74 Kw	
RPM 2800 CW	3.4-2 A	IP 54	Ins.CI F
S1	0.90 KWabs	Cosφ: 0.81	
VΔ 230- VY 400 - 50 Hz		Tmax Liquid 90 C	
SER No:95M 111 A		MADE IN IRAN	
Electropump 3 Phase			

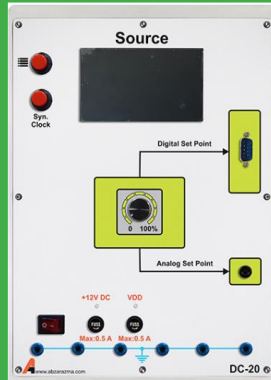
پیوست شماره چهار

مشخصات آموزنده IC103- آموزنده کنترل سرعت موتور القایی

در این آموزنده فرایند کنترل سرعت موتور القایی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. عملکرد این فرایند در شرایط بکارگیری کنترل کننده PID آنالوگ مورد بررسی قرار می گیرد. به کمک این آموزنده امکان کنترل پیوسته سرعت نیز وجود خواهد داشت و از یک اینورتر به عنوان عملگر برای فرایند کنترل سرعت استفاده شده است. این آموزنده در شکل زیر نشان داده شده است. در ادامه ماژول‌های این آموزنده شرح داده خواهند شد



ماژول منبع

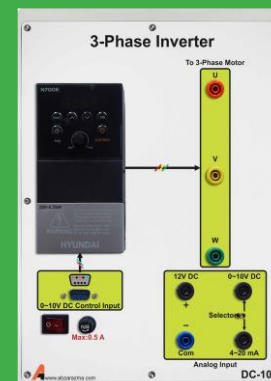


این ماژول جهت ساختن فرمان مرجع آنالوگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین سیگنال فرمان معادل را به منظور کنترل سرعت موتور القایی نمایش می‌دهد. این ماژول دارای یک خروجی آنالوگ بین 0 تا +10 ولت است. در این ماژول از یک LCD گرافیکی ۴،۳ اینچی برای نمایش مقدار مرجع سیگنال آنالوگ و سرعت مطلوب استفاده شده است.

IC-20

Source

اینورتر سه فاز مدل N700E

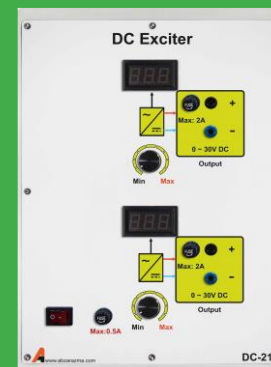


از یک اینورتر سه فاز به عنوان عملگر برای فرآیند کنترل سرعت موتور القایی استفاده شده است. اینورتر سه فاز قابلیت کنترل سرعت به وسیله پتانسیومتر روی دستگاه و یا سیگنال‌های کنترلی ولتاژ و جریان استاندارد را دارا می‌باشد. ترمینال‌های مورد نیاز برای اعمال سیگنال کنترلی به اینورتر بر روی پانل ماژول فراهم شده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

IC-10

3-phase Inverter

منبع تغذیه DC

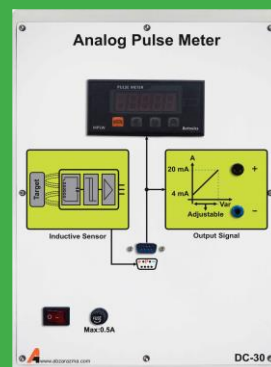


این ماژول دارای دو منبع تغذیه DC متغیر در محدوده ۰-۳۰V است که امکان سری کردن آنها برای دستیابی به ولتاژهای بالاتر از ۳۰ ولت نیز فراهم شده است. یک ولوم جهت تنظیم ولتاژ خروجی وجود دارد و حداکثر جریان خروجی هر منبع تغذیه می‌تواند ۲ آمپر باشد. از این ماژول جهت اعمال ولتاژ ترمز به موتور القایی استفاده می‌گردد.

IC-21

DC Exciter

پالس متر آنالوگ

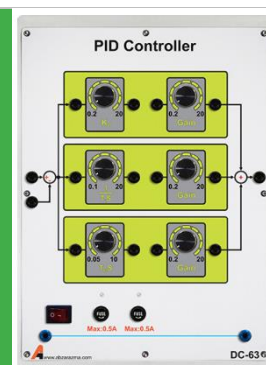


یک سنسور القایی به ازای هر یک دور چرخش محور موتور یک پالس در خروجی خود تولید می‌کند. پالس متر Autonics می‌تواند علاوه بر نمایش سرعت موتور، سیگنال آنالوگی متناسب با سرعت در خروجی خود تولید کند. خروجی آنالوگ پالس متر از نوع جریانی است. در داخل این ماژول از یک مبدل جهت تبدیل سیگنال جریان خروجی پالس متر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

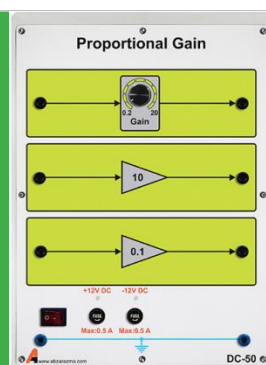
IC-30

Analog Pulse Meter

	کنترل کننده 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 $+10V$ تا $-10V$ است و قابلیت تنظیم بهره تناسبی، مشتقی و انتگرالی وجود دارد.	
	PID Controller	IC-63



	بهره تناسبی	
	این ماژول جهت ایجاد بهره تناسبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. محدوده مجاز ورودی‌ها می‌تواند بین -10 تا $+10$ تغییر کند. به کمک این ماژول می‌توان بهره ثابت 0.1 و 10 یا بهره متغیر بین 0.2 تا 20 ایجاد نمود.	
	Proportional Gain	IC-50



پیوست شماره پنج

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: $\pm 0.3\%$ (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, 7 kinds 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.





■ Ordering information

TZ	4	M	1	4	R		
					Control output		
					Power supply ^{※1}		
					Auxiliary output		
					Size		
					Digit		
					Item		
					R	Relay output	
					S	SSR drive voltage output	
					C	Current output(DC4-20mA)	
					2	24VAC/24-48VDC	
					4	100-240VAC 50/60Hz	
					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
					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
						4	9999(4 digit)
					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°C, select the higher one					
Setting method		Front push buttons					
Hysteresis		1~100°C(0.1 to 100.0°C) variable(ON/OFF control)					
ALARM output		Adjustable ON/OFF 1 to 100 (0.1 to 100.0)°C 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°C, storage: -20 to 60°C					
	Ambient humidity	35 to 85%RH, storage: 35 to 85%RH					
Approval		CE  					
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.

(A)	Photo electric sensor
(B)	Fiber optic sensor
(C)	Door/Area sensor
(D)	Proximity sensor
(E)	Pressure sensor
(F)	Rotary encoder
(G)	Connector/Socket
(H)	Temp. controller
(I)	SSR/Power controller
(J)	Counter
(K)	Timer
(L)	Panel meter
(M)	Tachol/Speed/ Pulse meter
(N)	Display unit
(O)	Sensor controller
(P)	Switching mode power supply
(Q)	Stepper motor& Driver&Controller
(R)	Graphic/ Logic panel
(S)	Field network device
(T)	Software
(U)	Other

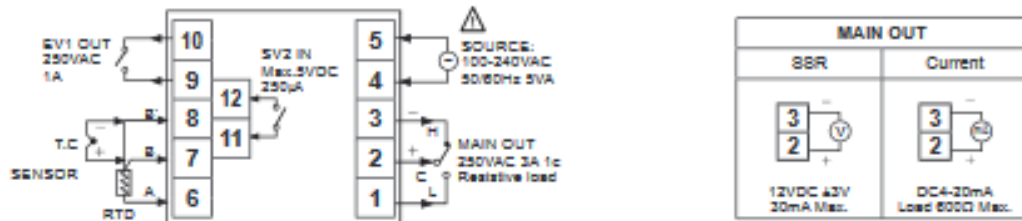
TZN/TZ Series

Connections

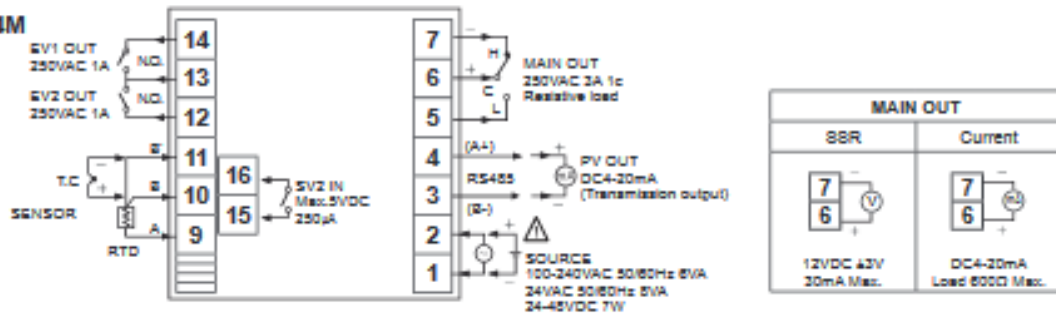
※RTD: DPt100Ω(3-wire type), JPt100Ω(3-wire type) ※T.C(Thermocouple): K, J, R, E, T, S, W, N

※In case of Analog input, please use T.C(Thermocouple) terminal and be careful about polarity.

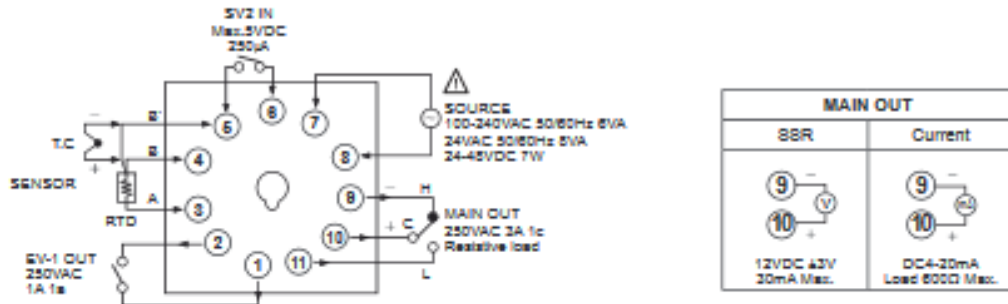
● TZN4S



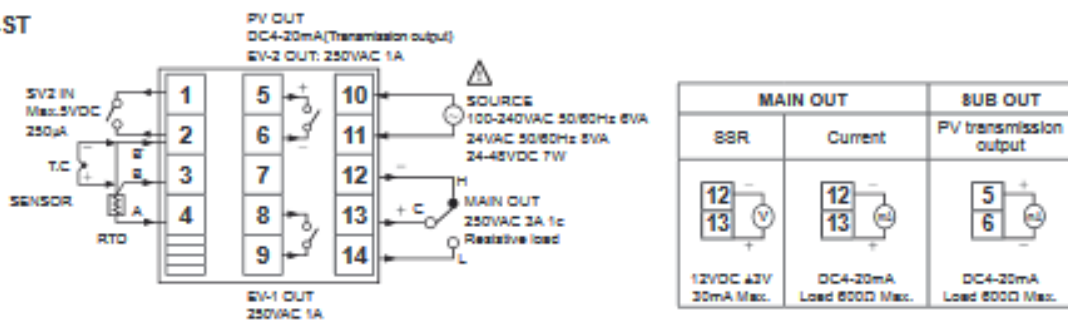
● TZN4M



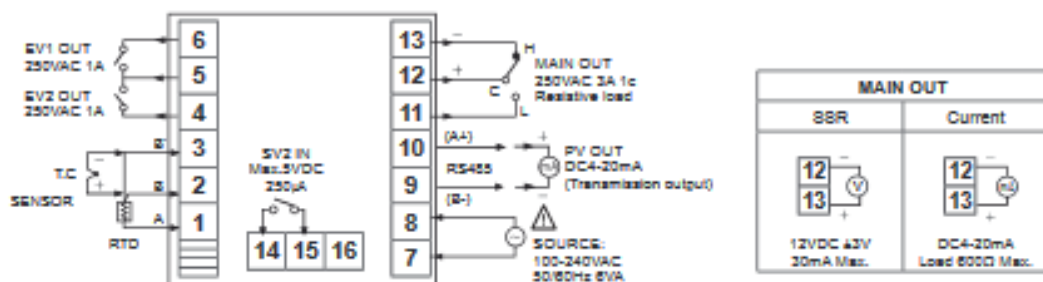
● TZ4SP



● TZ4ST

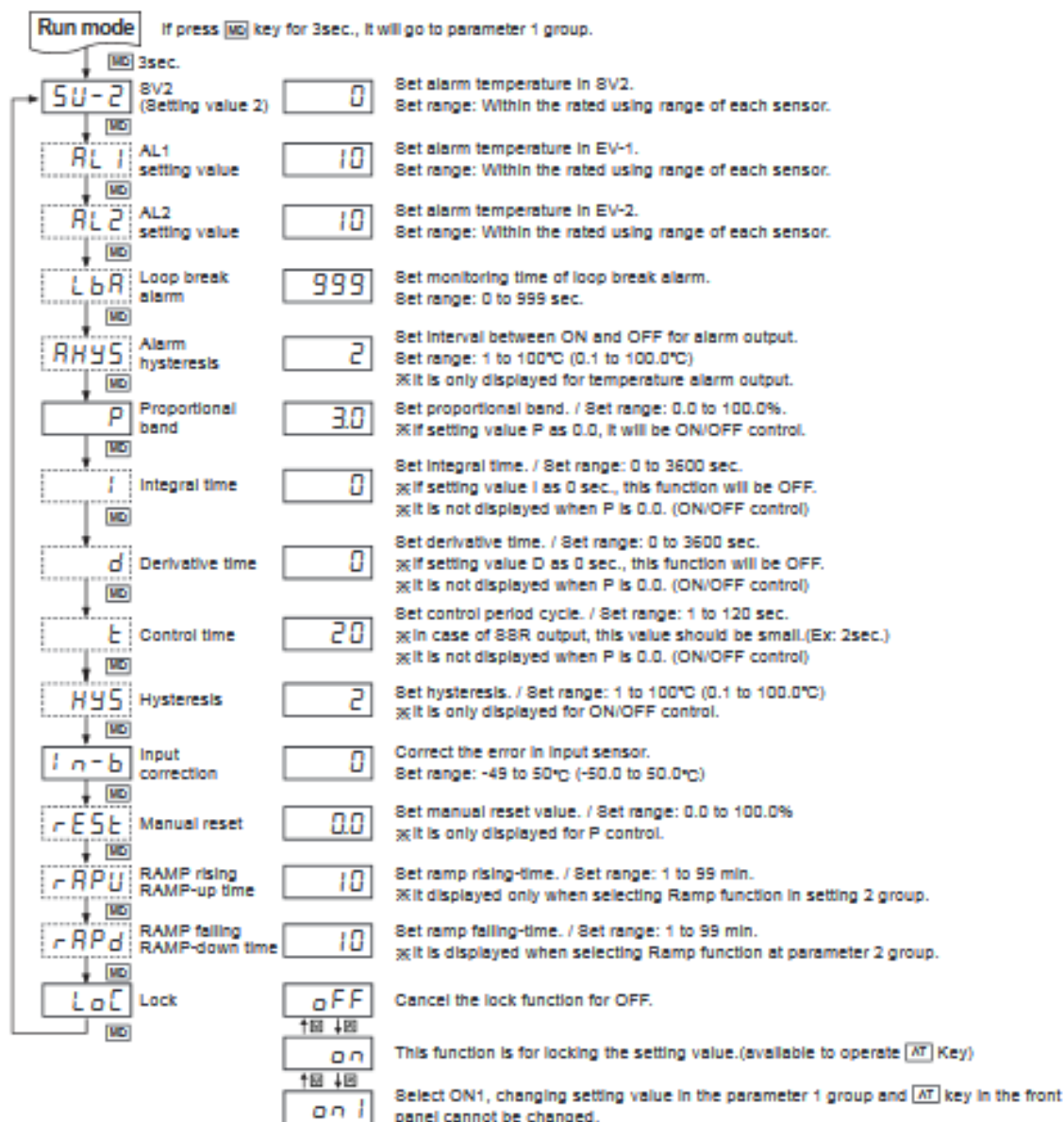


● TZ4M



TZN/TZ Series

Flow chart for parameter 1 group



※ Press **[←]** (**⏮**) key and the right digit of 8V display part flashes. Press **[←]** (**⏮**) or **[→]** (**⏭**) key and move to the desired digit.

Press **[↑]** (**⏶**), **[↓]** (**⏷**) keys to change 8V 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, rESet, 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
SU-2	0	RHYS	2	t	20	rAPU	10
AL1	10	P	3.0	HYS	2	rAPd	10
AL2	10	I	0	I n-b	0	LoC	oFF
LbA	600	d	0	rESet	0.0		

Dual PID Auto Tuning Control

Parameter 2 group

Run mode If pressing **[MD]** + **[X]** key for 3sec. at once in RUN state, it will go to parameter 2 group.

3sec.

Input type: **In-t** (ECRH, ECAL, JICH, JICL, rPr, ECRH, ECR, bCCH, bCCL, SPr, 0.00, Ubb, JPBH, JPBL, dPBH, dPBL, A--1, A--2, A--3)

Event 1 mode: **EU-1** (LbA, SbA, AL-0, AL-1, AL-2, AL-3, AL-4, AL-5, AL-6)

Event 2 mode: **EU-2** (LbA, SbA, AL-0, AL-1, AL-2, AL-3, AL-4, AL-5, AL-6)

Alarm type: **AL-t** (AL-A, AL-b, AL-C, AL-d)

Auto-tuning type: **At-t** (tun1, tun2)

PID type: **PI dt** (PI d5, PI dF)

Control operating type: **a-Ft** (HEAt, Cool)

Temperature unit: **Uni t** (°C, °F)

Scaling high limit: **H-SC** (1300)

Scaling low limit: **L-SC** (-100)

Decimal point: **dot** (0, 0.0, 0.00, 0.000)

Input type: **In-t**

Lock: **LoC** (oFF, oN)

Communication address: **Ad-rs** (01, 2400, 4800, 9600)

Communication speed: **bPS** (2400, 4800, 9600)

Ramp function: **rAP** (oFF, oN)

Transmission output low limit: **F5-L** (-100)

Transmission output high limit: **F5-H** (1300)

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	F5-H	Set the high-limit when retransmission output is applied. (20mA)
AL-t	Alarm type: Select from 4 type	F5-L	Set the low-limit when retransmission output is applied. (4mA)
At-t	Auto-tuning: Selectable tun1 or tun2.	rAP	Able to set ON and OFF of Ramp function.
PI dt	PID: Selectable PI dF or PI d5.	bPS	Set communication speed
a-Ft	Selectable heat-function or cool-function	Ad-rs	Set communication address(01 to 99)
Uni t	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)		

※Press **[4]** (**[C]**) key and the right digit of 8V display part flashes. Press **[4]** (**[C]**) or **[P]** (**[X]**) key and move to the desired digit.

Press **[▲]** (**[P]**), **[▼]** (**[X]**) keys to change 8V 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	ECRH	AL-t	AL-A	PI dt	PI d5	H-SC	1300
EU-1	AL-1	At-t	tun1	a-Ft	HEAt	L-SC	-100
EU-2	AL-2	rAP	oFF	Uni t	°C	LoC	oFF

- (A) Photo electric sensor
- (B) Fiber optic sensor
- (C) Door/Window sensor
- (D) Proximity sensor
- (E) Pressure sensor
- (F) Rotary encoder
- (G) Connector Socket
- (H) Temp. controller
- (I) SSR/ Power controller
- (J) Counter
- (K) Timer
- (L) Panel meter
- (M) Tachol/ Speed/ Pulse meter
- (N) Display unit
- (O) Sensor controller
- (P) Switching mode power supply
- (Q) Stepper motor/ Driver/ Controller
- (R) Graphic/ Logic panel
- (S) Field network device
- (T) Software
- (U) Other

TZN/TZ Series

Input type and range

Input type		Display	Input range(°C)	Input range(°F)
Thermocouple	K(CA) H	ECRH	-100 to 1300°C	-148 to 2372°F
	K(CA) L	ECRL	-100.0 to 999.9°C	This mode cannot be used as °F
	J(IC) H	ECJH	0 to 800°C	32 to 1472°F
	J(IC) L	ECJL	0.0 to 800.0°C	This mode cannot be used as °F
	R(PR)	ECRH	0 to 1700°C	32 to 3092°F
	E(CR) H	ECRH	0 to 800°C	32 to 1472°F
	E(CR) L	ECRL	0.0~800.0°C	This mode cannot be used as °F
	T(CC) H	ECTH	-200 to 400°C	-328 to 752°F
	T(CC) L	ECTL	-199.9 to 400.0°C	This mode cannot be used as °F
	S(PR)	ECRH	0 to 1700°C	32 to 3092°F
	N(NN)	ECRH	0 to 1300°C	32 to 2372°F
	W(TT)	ECTH	0 to 2300°C	32 to 4172°F
RTD	JPt100Ω H	ECRH	0 to 500°C	32 to 932°F
	JPt100Ω L	ECRL	-199.9 to 199.9°C	-199.9 to 391.8°F
	DPt100Ω H	ECRH	0 to 500°C	32 to 932°F
	DPt100Ω L	ECRL	-199.9 to 199.9°C	-199.9 to 391.8°F
Analog Input	0-10VDC	RA-1	-1999 to 9999°C	-1999 to 9999°F
	1-5VDC	RA-2	-1999 to 9999°C	-1999 to 9999°F
	DC4-20mA	RA-3	-1999 to 9999°C	-1999 to 9999°F

Input type switch

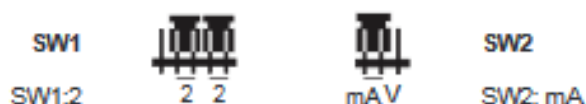
A) In case of sensor input : K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PR), N(NN), W(TT), DPt 100Ω, JPt 100Ω



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



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



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

Alarm operation

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

※ H: Alarm output hysteresis [RHYS]

Alarm option

Mode	Name	Description
RL-a	Standard alarm	If it is an alarm condition, alarm output is ON. If it is a clear alarm condition, alarm output is OFF.
RL-b	Alarm latch	If it is an alarm condition, alarm output is ON and maintains ON status.
RL-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.
RL-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.

(A)	Photo electric sensor
(B)	Fiber optic sensor
(C)	Distance sensor
(D)	Proximity sensor
(E)	Pressure sensor
(F)	Rotary encoder
(G)	Connector Socket
(H)	Temp. controller
(I)	Speed/Power controller
(J)	Counter
(K)	Timer
(L)	Panel meter
(M)	Tach/Speed/Pulse meter
(N)	Display unit
(O)	Sensor controller
(P)	Switching mode power supply
(Q)	Seal/motor/Driver/Controller
(R)	Graphic/Logic panel
(S)	Field network device
(T)	Software
(U)	Other

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

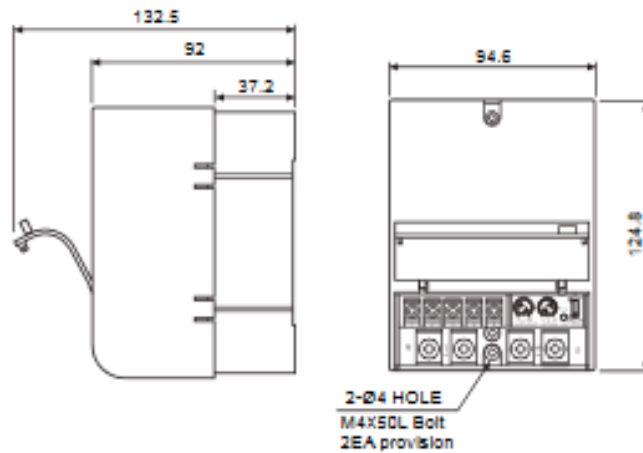
Model	SPC1-35	SPC1-50
Power supply	220VAC 50/60Hz	
Allowable voltage range	90 to 110% of rated voltage	
Maximum rated current	35A(single phase)	50A(single phase)
Control power	220VAC	
Control range	Phase control: 0 to 99%, Cycle control: 0 to 100%	
Application load	Resistance load(min. load : over 5% 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/s ² (approx. 30G) in each of X, Y, Z directions for 3 times
	Malfunction	100m/s ² (approx. 10G) in each of X, Y, Z directions for 3 times
Environ-ment	Ambient temperature	0 to 50°C, storage: -25 to 65°C
	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.

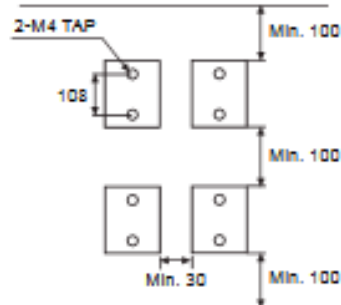
Power Controller

■ Dimensions



• Panel lay-out

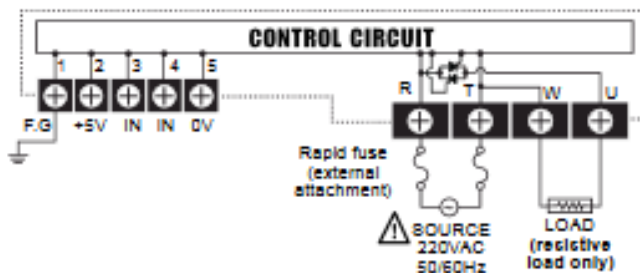
(unit: mm)



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

■ Connections

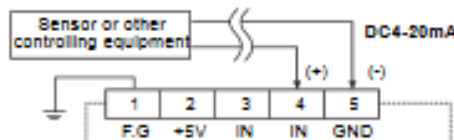
1. External connection



2. Connection of control input terminals

1) DC4-20mA control input

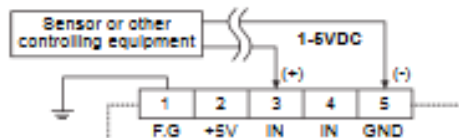
It controls 0 to 100% when you apply DC4-20mA on ③, ④ terminals when power is applied.



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

2) 1-5VDC control input

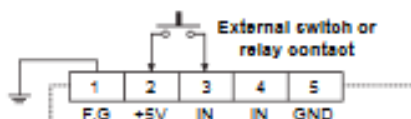
It controls 0 to 100% when you apply 1-5VDC on ③, ④ terminals when power is applied.



※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 ③, ④ 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.

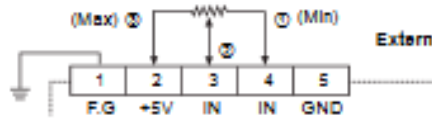
(A)	Photo electric sensor
(B)	Fiber optic sensor
(C)	Door/IR sensor
(D)	Proximity sensor
(E)	Pyro sensor
(F)	Rotary encoder
(G)	Connector/Socket
(H)	Temp. controller
(I)	Power controller
(J)	Counter
(K)	Timer
(L)	Panel meter
(M)	Tachol/Speed/ Pulse meter
(N)	Display unit
(O)	Sensor controller
(P)	Switching mode power supply
(Q)	Stepper motor/Driver/Controller
(R)	Graphic/ Logic panel
(S)	Field network device
(T)	Software
(U)	Cable

SPC1 Series

4) External adjuster control input

After power is applied, connecting the external adjuster $1k\Omega$ 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.

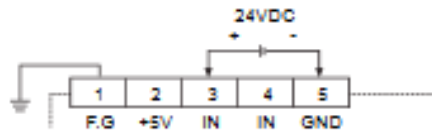


※It is not available in ON/OFF control mode.

5) External 24VDC control input

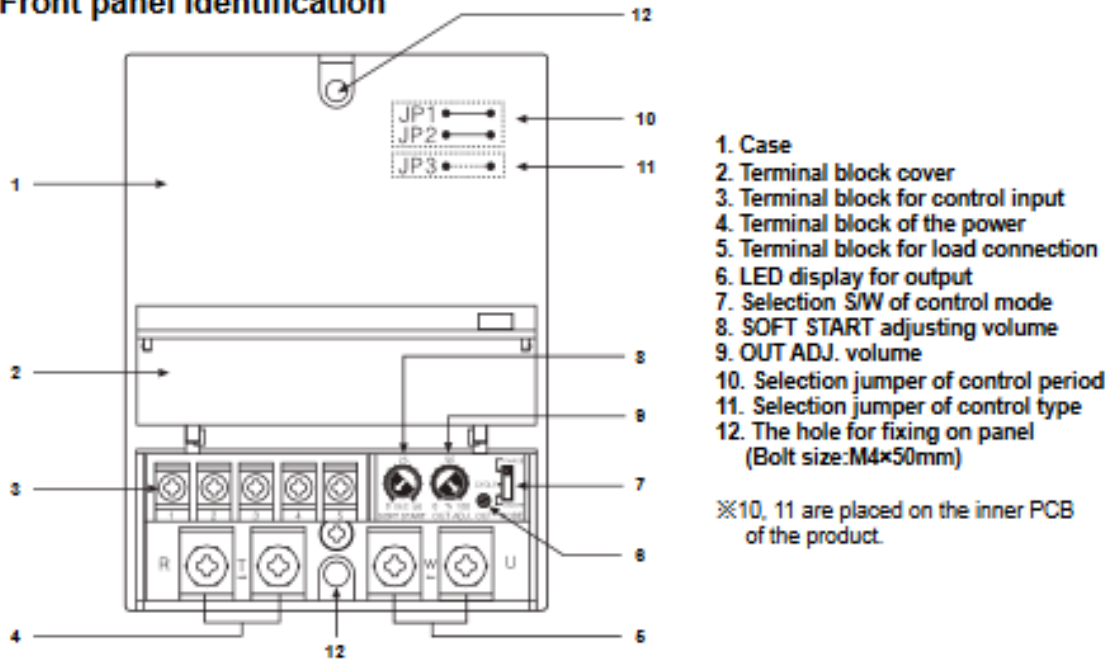
It can be used with external 24VDC voltage as below.

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



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

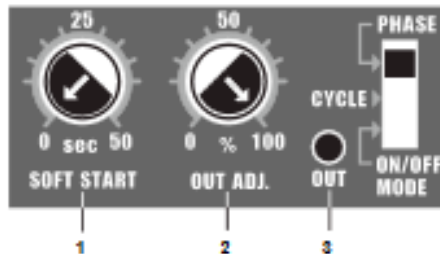
■ Factory default

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%

Power Controller

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			

※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

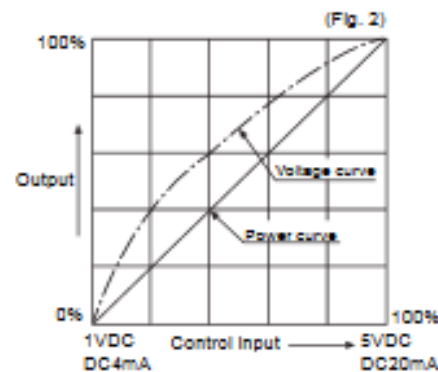
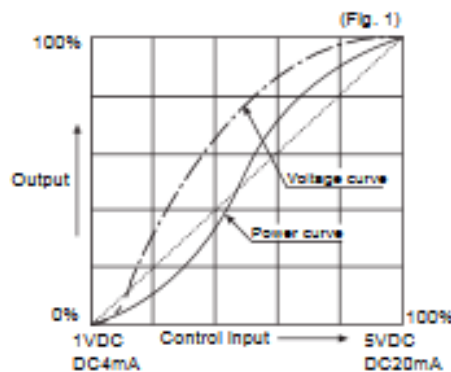
It is output type to control phase of an alternating signal according to control input signal.

• Equality division type of phase by control input

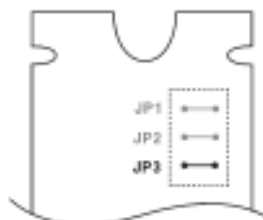
This is analog type to output control angle with dividing equally according as control input signal. It shows power characteristic as (Fig. 1) and it might occur over power and lack power at point middle of control input.

• 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. 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

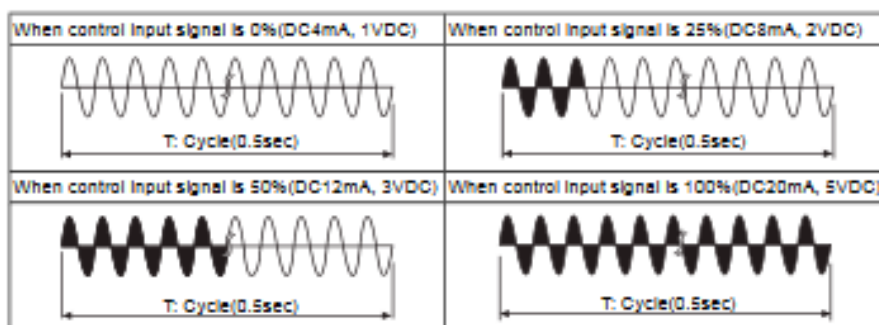
※ SHORT OPEN

2) Cycle control-Zero cross

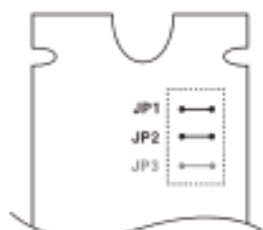
It controls the power, which is applied into the load to repeat ON/OFF cycle like below picture with constant proportion according to control input signal. It is easy to control the load and there is no ON/OFF noise because it turns ON and OFF at the zero point of AC.

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)

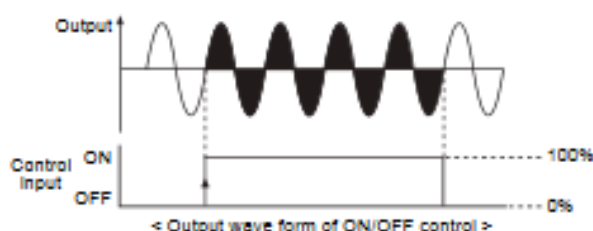
※ SHORT OPEN

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.)

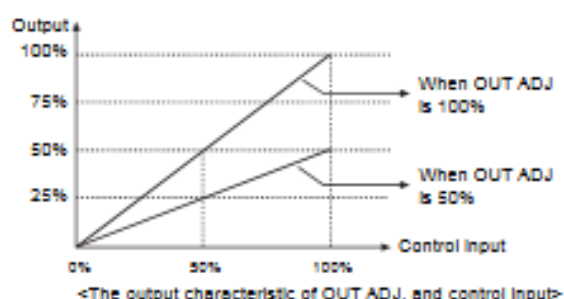
※OUT ADJ. and SOFT START function are not available in ON/OFF control.



○ 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.



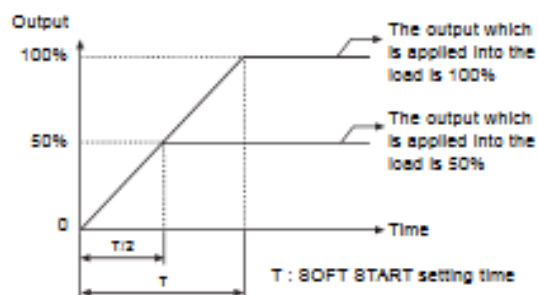
○ SOFT START (0 to 50sec.)

When the power is supplied, this function is able to protect the load when it controls load(molybdenum, 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)

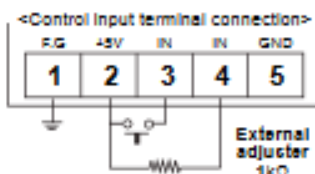
Power Controller

■ 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.

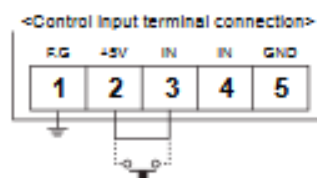
Firstly set OUT ADJ. as 80% and connect external adjuster and external relay contact switch as the figure then set external adjuster as 30%.

- When the External contact signal is ON
: $100\%(\text{External contact input}) \times 80\%(\text{Out ADJ.}) = 80\%$
- When the External contact signal is OFF
: $30\%(\text{Adjuster input}) \times 80\%(\text{Out ADJ.}) = 24\%$



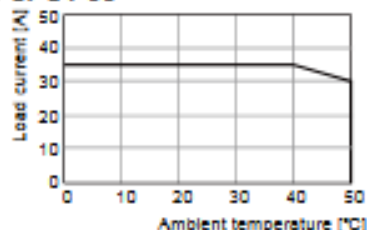
Ex2) This is how to control 0 to 100% without external adjuster in phase control mode and cycle control mode.

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

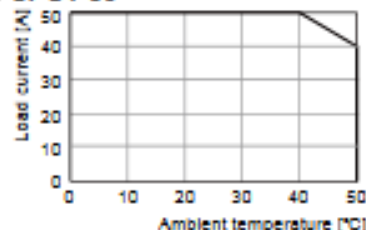


■ Temperature characteristic curve

○ 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

- 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.
- Be careful to attach prompt fuse between R phase terminal and power.
- If over the maximum rated current, it causes product damage.
(Do not over maximum rated current when using high rush current.)
- Since it is only for resistive load, the inductive load cannot be used.
- After supplying power to this unit, it has 1 to 3 sec preparation time.
- 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.
- Before using this unit, set the proper mode and function. Especially, if the setting of Out ADJ. is 0%, it does not operate.
- 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.
- Do not use this unit as following place.
 - Place where corrosive or inflammable gas occur.
 - Place where water and oil is occurred.
 - Place where there are a lot of dusts.
- Case detachment
Please turn off the power and detach the case.
- Widen lock device toward the outside with a driver.

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



- Put the case up and separate it.



(A)	Photo electric sensor
(B)	Fiber optic sensor
(C)	Door/area sensor
(D)	Proximity sensor
(E)	PIR motion sensor
(F)	Rotary encoder
(G)	Connector socket
(H)	Temp. controller
(I)	SPC1 Power controller
(J)	Counter
(K)	Timer
(L)	Panel meter
(M)	Tacho/ Speed/ Pulse meter
(N)	Display unit
(O)	Sensor controller
(P)	Switching mode power supply
(Q)	Stepper motor/ Drive/ Controller
(R)	Graphic/ Logic panel
(S)	Field device
(T)	Software
(U)	Other

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
Q4	20KHz/10KHz	1	20KHz	1	40KHz/20KHz

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

7. Built-in analog I/O function

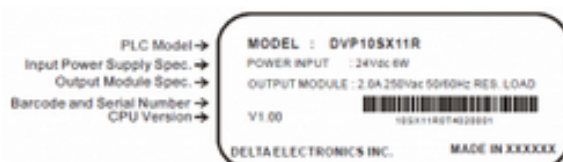
Analog Input		Analog Output	
Points	2	Points	2
Resolution	12-Bit (V/I: ±0.1%)	Resolution	12-Bit
Spec.	-20~20mA or -10~10V	Spec.	-20~20mA or -10~10V

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

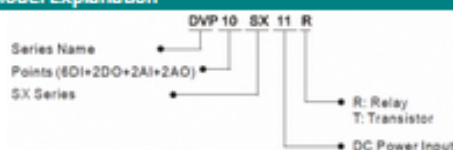
Applications

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				Electrical Specification of Output Point			
Input Type	DC (SINK or SOURCE)			Output Type	Relay-R Transistor-T		
Input Current	24VDC 5mA			Current Specification	1.5A/1 point (5A/COM)	0.3A/1 point @ 40°C; When the output of Y0 and Y1 is high-speed pulse, Y0 and Y1 = 30mA	
Active Level	Off-On, above 16VDC On-Off, below 14.4VDC			Voltage Specification	Below 250VAC, 30VDC	30VDC	
Responding Time	About 10ms (An adjustment range of 0~20 ms could be selected through D1020 and D1021)			Maximum Loading	75VA (Inductive) 90W (Resistive)	9W/1 point	When the output of Y0 and Y1 is high-speed pulse, Y0 and Y1 = 0.5W (Y0 = 32KHz, Y1 = 10KHz)
				Responding Time	About 10 ms	Off-On 20ms On-Off 30ms	Y0 and Y1 are specified points for high-speed pulse
Model	Power	Input				Output	
		Point		Type		Point	Type
		DI	AI	DI	AI	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
DVP10SX11T		4	2			2	2
						Relay	-20~20mA range(-2000~+2000) -10~+10V range(-2000~+2000)
						Resistor	-20~20mA range(-2000~+2000) -10~+10V range(-2000~+2000)

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

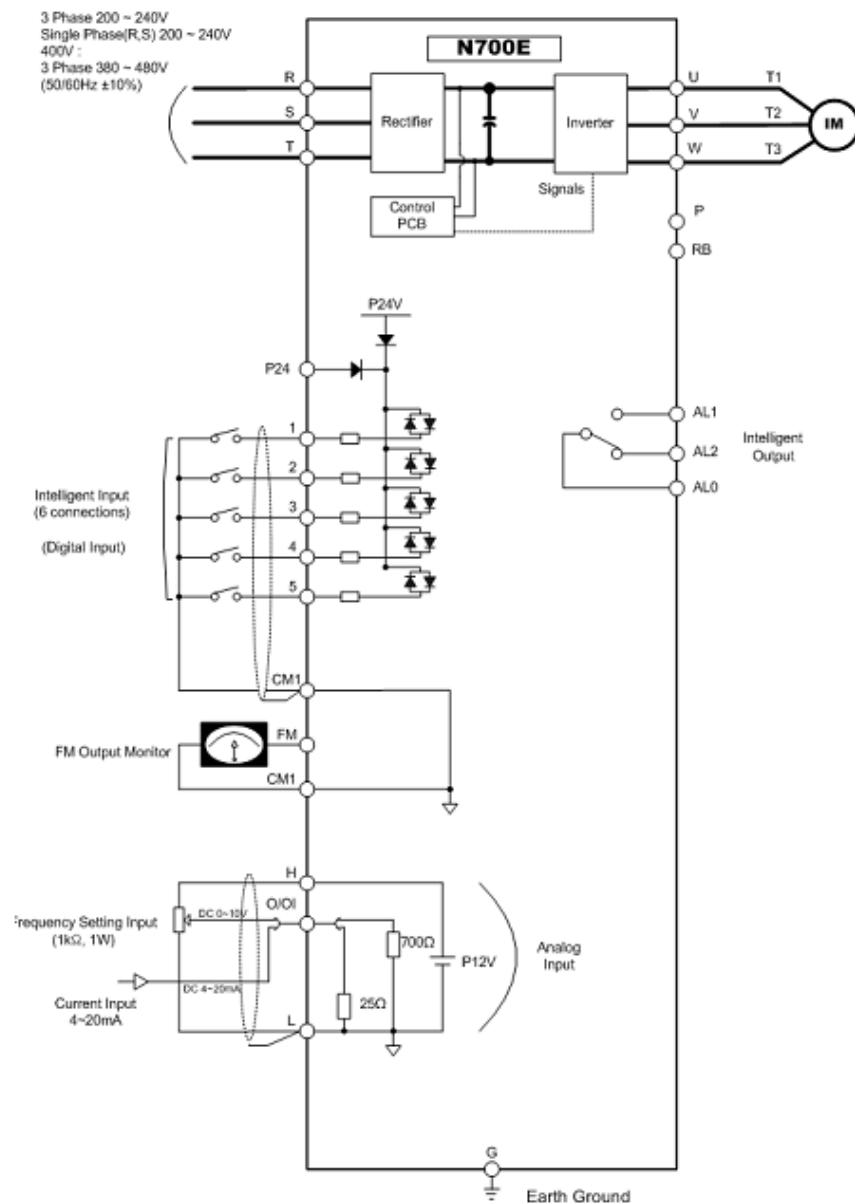
This built-in display corresponds to special D directly. User can use it to display error code or station when executing PLC LINK. It is great convenience for system maintenance. Refer following table for corresponding special D

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 استفاده کرد. با توجه به استفاده 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 اینورتر 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:

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.	
۳- کلید FUNC را فشار دهید تا A01 ظاهر شود.	
۴- کلید FUNC را فشار دهید و پس از ورود، A01 را بر روی عدد یک تنظیم کنید.	
۵- کلید Str را فشار دهید تا A01 ظاهر شود.	
۶- کلید FUNC را فشار دهید تا A-- ظاهر شود.	
۷- کلید Down را چهار بار فشار دهید تا F 01 ظاهر شود.	
۸- کلید FUNC را یک بار فشار دهید تا 00 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.	
۱۰- کلید Str را فشار دهید تا تنظیمات ذخیره شود.	
۱۱- کلید Up را ۹ بار فشار دهید تا d 01 ظاهر شود.	
۱۲- کلید FUNC را یک بار فشار دهید تا فرکانس سیستم نمایش داده شود.	
۱۳- با اعمال سیگنال ولتاژ در محدوده ۱۰V-۰ امکان تنظیم فرکانس وجود دارد.	
۱۴- با استفاده از سربگ F 04 امکان تنظیم جهت چرخش کنترل جهت چرخش	کنترل جهت چرخش
۱۵- با استفاده از تنظیم d03 ولتاژ خروجی را پایش نمایید.	پایش ولتاژ خروجی
۱۶- با استفاده از تنظیم d09 ولتاژ خروجی را پایش نمایید.	پایش توان خروجی

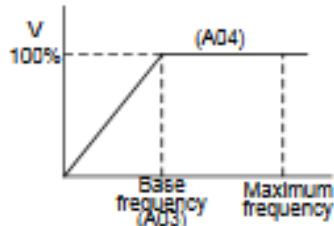
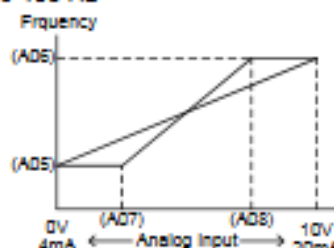
برخی از مهمترین بخش‌های راهنمای کاربری این تجهیز در ادامه نشان داده شده است.

4.2.3 Basic Function Mode

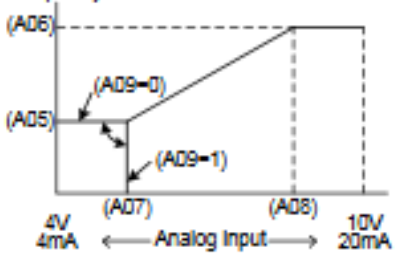
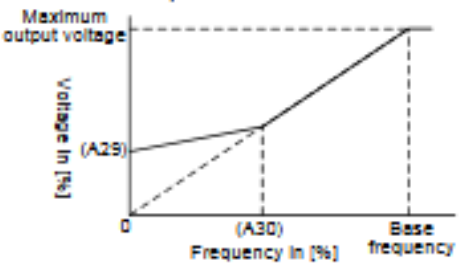
Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
F01	Output frequency setting	○	Standard default target frequency that determines constant motor that determines constant motor speed. Units of 0.01Hz setting range is 0.00 to 400.0Hz. (In the case of sensorless vector control, setting range is 0.00 to 300.0Hz.) frequency setting from UP/DOWN key of digital operator.	volume setting value
F02	Acceleration time1 setting	○	0.1 ~ 3000sec Minimum setting range 0.1 ~ 999.9 --- by 0.1sec 1000 ~ 3000 --- by 1sec	30.0sec
F03	Deceleration time 1 setting	○	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.

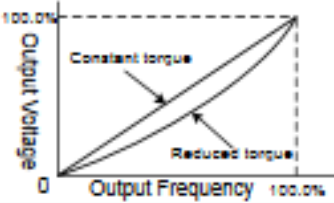
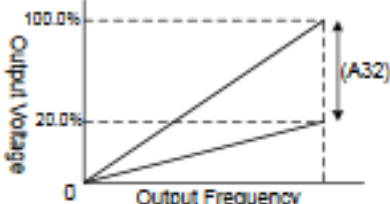
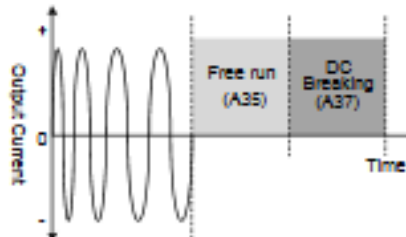
4.2.4 Expanded Function Mode of A Group

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, Ol)	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, Ol)	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, Ol)	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, Ol)	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%

N700E INSTRUCTION MANUAL

Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
A09	External frequency start pattern setting	X	Two options: select codes: Frequency  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 and 100% 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%

N700E INSTRUCTION MANUAL

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 of 0.1set. 	0.0sec
A36	DC braking force setting	X	Applied level of DC braking force setttable 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
	RV (1)	Reverse RUN/STOP terminal	SWR switch ON(closed) :Reverse run OFF(open) : stop
	CF1 (2)	Multi-speed frequency commanding terminal	
	CF2 (3)		
	CF3 (4)		
	CF4 (5)		
	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 software 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 [V] or current [I] 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

N700E INSTRUCTION MANUAL

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
	O/OI	Frequency commanding terminal(voltage commanding)
		Frequency commanding terminal(current command)
	L	Frequency command common terminal
Monitor terminal	FM	Frequency monitor
AL0	Intelligent Output terminals	At normal status, power off(initial setting value) : AL0 - AL1(closed) At abnormal status : AL0 - AL2(closed)
AL1		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)
AL2		