PrismaTech® Electromagnetic Flowmeter

INSTRUCTION MANUAL

راهنمای کاربری فلومتر الکترومغناطیسی پریسماتک

ELECTROMAGNETIC FLOWMETERS

PrismaTech® Instruments
www.ControlSystemco.com
April, 2022

⚠هشدار:

مایعات موجود در خط ممکن است داغ یا خطرناک باشند. در زمان نصب یا تماس با مایع از محافظ و لباس‌های محافظتی استفاده کنید. تنها به تماس پیدا نکردن با محلول‌ها اکتفا نکنید.

اقدامات احتیاطی هنگام جدا کردن سنسور از روی خط تولید:

- ⚠ کاملاً مطمئن شوید که مسیر جریان محلول تحت فشار نیست.
- ☚ شیر تخلیه را باز کنید.
- ☚ با احتیاط کامل پیچ مربوط به کلمپ‌های سنسور را کمی شل کنید و آماده باشید که در صورت نیاز باز هم آن را سفت کنید.
- ⚠ از مسیر هرگونه نشتی یا خروج مایع فاصله بگیرید.

این دفترچهٔ راهنما همراه با فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک**، به خریدار تحویل داده می‌شود.

در صورت هرگونه تغییر در محتویات این دفترچه، نسخهٔ جدید آن در سایت اینترنتی شرکت کنترل سیستم خاورمیانه به نشانی www.controlsystemco.com قابل دریافت است.

گارانتی:

شرکت کنترل سیستم خاورمیانه تضمین می‌کند که فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک** از نظر قطعات به‌کاررفته و همچنین عملکرد آنها عاری از هرگونه نقص باشند. این شرکت متقبل می‌شود که در صورت نیاز، بدون هیچ‌گونه هزینه‌ای اقدام به تعمیر یا تعویض سیستم نماید.

- ☚ هرگونه نقصی باید حداکثر یک سال پس از خریداری دستگاه به شرکت اطلاع داده شود.
- ☚ ***در صورتی که سنسور باز شده باشد و یا هرکدام از بخش‌ها دستکاری شده باشند گارانتی لغو می‌گردد.***

لطفاً قبل از ارسال موارد دارای نقص برای سرویس یا تعویض جهت آگاهی از نحوهٔ بسته‌بندی و ارسال محصول، با شرکت تماس حاصل فرمایید. (http://www.controlsystemco.com/)

فهرست مطالب

۱ علائم و هشدارها ۱

۱.۱ علائم کلی هشدار ۱

۱.۲ علائم الکتریکی ۱

۱.۳ علائم استفاده شده جهت راهنمایی ۲

۲ معرفی ۳

۲.۱ اصول کارکرد فلومترهای الکترومغناطیسی ۳

۲.۲ بخش‌های مختلف ۴

۲.۲.۱ سنسور ۴

۲.۲.۲ ترنسمیتر و نمایشگر ۴

۲.۳ ابعاد ۵

۲.۴ مشخصات مکانیکی ۷

۲.۵ مشخصات ترنسمیتر ۷

۲.۵.۱ تغذیه ۷

۲.۵.۲ واحدهای اندازه‌گیری ۷

۲.۵.۳ Totalizer ها ۸

۲.۶ حداکثر خطای اندازه‌گیری ۸

۲.۷ مدل‌های مختلف ۹

۲.۸ لیبل مشخصات سنسور ۹

۲.۹ پلاک مشخصات ترنسمیتر ۹

۲.۱۰ بورد ترمینال ۱۰

۳ نصب و راه‌اندازی ۱۱

۳.۱ تنظیم نمایشگر متناسب با نحوهٔ نصب سنسور ۱۱

۳.۲ تنظیم Terminals Body متناسب با نحوهٔ نصب سنسور ۱۲

۳.۳ جهت ورودی و خروجی سیال ۱۳

۳.۴ انتخاب سایز فلومتر ۱۴

۳.۴.۱ محدودهٔ دبی قابل اندازه‌گیری ۱۴

۳.۵ شرایط محل نصب ۱۵

۳.۶ شرایط و محل مناسب برای نصب سنسور (مطابق با استاندارد DIN/EN 29104) ۱۶

۳.۶.۱ فاصله از محل‌های پر تلاطم ۱۷

۳.۶.۲ نصب سنسور قبل از شیر ۱۷

۳.۶.۳ خروجی پمپ ۱۸
۳.۶.۴ لوله‌های نیمه پر ۱۸
۳.۶.۵ لوله های به سمت پایین ۱۹
۳.۶.۶ جهت‌گیری‌های مختلف نصب سنسور ۲۰
۳.۶.۷ نکات تکمیلی در نصب سنسور ۲۱
۴ راهنمای استفاده و کاربری ۲۳
۴.۱ کلیدها و چراغ‌های نشانگر ۲۳
۴.۲ شمای کلی تنظیمات دستگاه ۲۴
۴.۳ سربرگ Main یا صفحهٔ اصلی نمایش ۲۴
۴.۴ سربرگ Setting ۲۵
۴.۵ سربرگ Diagnostics ۲۵
۴.۶ سربرگ Menu ۲۶
۴.۶.۱ تنظیمات نمایشگر Display Setting ۲۶
۴.۶.۲ تنظیمات خروجی آنالوگ Analog Output Setting ۲۷
۴.۶.۳ تنظیمات خروجی‌های دیجیتال Digital Outputs Setting ۲۸
۴.۶.۴ تنظیمات ورودی‌های دیجیتال Digital Inputs Setting ۲۹
۴.۶.۵ تنظیمات خروجی سریال Modbus Setting ۳۰
۴.۶.۶ تنظیمات توتالایزرها Totalizers Setting ۳۰
۴.۶.۷ تنظیمات کنترلر **PID** ۳۱
۴.۶.۸ تنظیمات حالت پرکن **Batch Filling Setting** ۳۱
۴.۶.۹ منوی کالیبراسیون Calibration & EPD Setting ۳۲
4.6.10 منوی تنظیمات جدول چگالی Density Table Setting ۳۲
۴.۶.۱۱ منوی تنظیمات کارخانه Factory Setting ۳۳
۵ سرویس و نگهداری ۳۵
۶ پیوست A: آدرس پارامترهای ارتباط سریال RS485 Modbus RTU ۳۷
7 پیوست B: تنظیم کنترلرهای PID ۵۱
۷.۱ تئوری **PID** ۵۱
۷.۲ اثر عملیات کنترلی انتگرالی و مشتقی بر عملکرد سیستم ۵۱
۷.۲.۱ عمل کنترل انتگرالی ۵۱
۷.۲.۲ عمل کنترل مشتقی ۵۱
۷.۲.۳ عمل کنترل تناسبی- انتگرالی – مشتقی ۵۲

۷.۳ روشهای تنظیم کنترلر PID ۵۲
۷.۳.۱ روش آزمایش-خطا ۵۲
۷.۳.۲ روش اول زیگلر-نیکولز ۵۳
۷.۳.۳ روش دوم زیگلر-نیکولز ۵۴

۱ علائم و هشدارها

۱،۱ علائم کلی هشدار

علائم	شرح
	خطر: این هشدار نشان‌دهندهٔ خطر فوری ایجاد سوختگی با برق می‌باشد.
	خطر: این هشدار نشان‌دهندهٔ خطر فوری ایجاد سوختگی با گرما یا سطوح داغ می‌باشد.
	خطر: این خطر می‌بایست با دقت مورد توجه قرار گیرد، به طوری که حتی عدم توجه به صورت جزئی نسبت به این خطر ممکن است باعث ایجاد مشکلات سلامت و یا مرگ شود. همچنین احتمال بروز خسارت جدی در تاسیسات و خط تولید استفاده کننده نیز وجود دارد.

۱،۲ علائم الکتریکی

علائم	شرح
	جریان مستقیم ترمینالی که می‌بایست جریان مستقیم به آن متصل شود و یا از آن جریان مستقیم گرفته می‌شود.
	جریان متناوب ترمینالی که می‌بایست جریان متناوب به آن متصل شود و یا از آن جریان متناوب گرفته می‌شود.
	جریان مستقیم و جریان متناوب ترمینالی که می‌بایست جریان مستقیم یا متناوب به آن متصل شود. ترمینالی که از آن جریان مستقیم یا جریان متناوب گرفته می‌شود.
	کانکشن اتصال به زمین یک ترمینال Ground شده که می‌بایست به یک سیستم Grounding
	کانکشن حفاظتی Ground یک ترمینال که می‌بایست قبل از اتصال هر کانکشن دیگری به Ground متصل شود.
	کانکشن تجهیزاتی یک کانکشن که می‌بایست به سیستم Grounding کارخانه متصل شود به صورتی که با توجه به استانداردهای ملی و محلی کارخانه مورد نظر می‌تواند یک potential equalization line و یا یک star grounding system باشد.

۱,۳ علائم استفاده شده جهت راهنمایی

علائم	شرح
	مجاز نشان دهندهٔ روشها و عملیاتی که کاربر در هنگام استفاده و یا نصب دستگاه مجاز به انجام آن است.
	توصیه شده نشان دهندهٔ روشها و عملیاتی هنگام استفاده و یا نصب دستگاه بر روشهای دیگر ترجیح داده می‌شود.
	ممنوع بیانگر روشها و عملیاتی است که هنگام استفاده و یا نصب دستگاه ممنوع است.
	نصب در محل لرزش‌های مکانیکی ممنوع وجود لرزش‌های مکانیکی در محل نصب منجر به بروز خطا در عملکرد و اندازه‌گیری دستگاه می‌شود.
	نصب در مجاورت میدان مغناطیسی ممنوع وجود میدان مغناطیسی در محل نصب منجر به بروز خطا در عملکرد و اندازه‌گیری دستگاه می‌شود.
	اطلاعات تکمیلی
	بررسی چشمی
	آدرس منوها

۲ معرفی

فلومترهای الکترومغناطیسی را می‌توان تقریباً جهت اندازه‌گیری میزان فلوی تمام مایعات، پوره ها و دوغاب‌ها دارای هدایت الکتریکی به کار برد. سیال مورد نظر می‌بایست حداقل کانداکتیویتی برابر با 5µS/cm و ماده خشک حداکثر 40% را داشته باشد. مقادیر دما، فشار، ویسکوزیته و چگالی تاثیری بر نتایج اندازه‌گیری شده ندارد. کاربردهای اصلی فلومتر الکترومغناطیسی را می‌توان به صورت زیر بیان کرد.

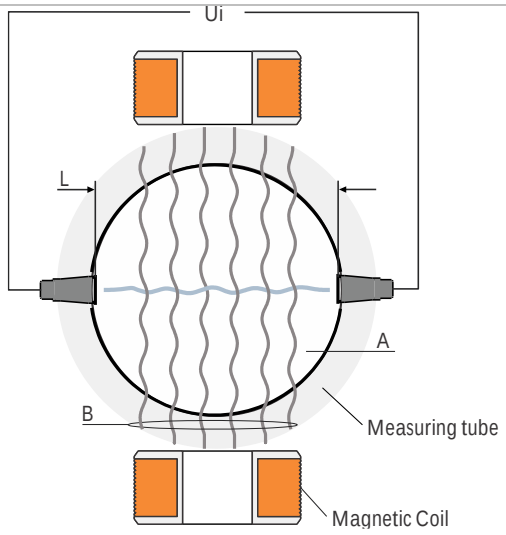
• آب و فاضلاب	• صنایع کاغذ سازی
• صنایع دارویی و شیمیایی	• صنایع فولاد
• صنایع غذایی و نوشیدنی	• صنایع نیرو و معادن

فلومترهای الکترومغناطیسی **پیسماتک** جهت اندازه‌گیری فلو در کاربردهای ذکر شده و با ویژگی‌های زیر طراحی و ساخته شده‌اند:

- نصب آسان
- کاربری آسان
- نگهداری آسان

۲،۱ اصول کارکرد فلومترهای الکترومغناطیسی

در این روش اندازه‌گیری فلو بر اساس قانون القای الکترومغناطیسی فارادی انجام می‌شود.



شکل ۱-۲ قانون القای الکترومغناطیسی فارادی

بر این اساس زمانی که یک رسانای الکتریکی به طول L با سرعت V عمود بر خطوط شار یک میدان مغناطیسی به شدت B حرکت کند، یک ولتاژ برابر با U_i در دو سر آن ایجاد می‌شود:

$U_i=L\times B\times V$ سرعت جریان سیال =V

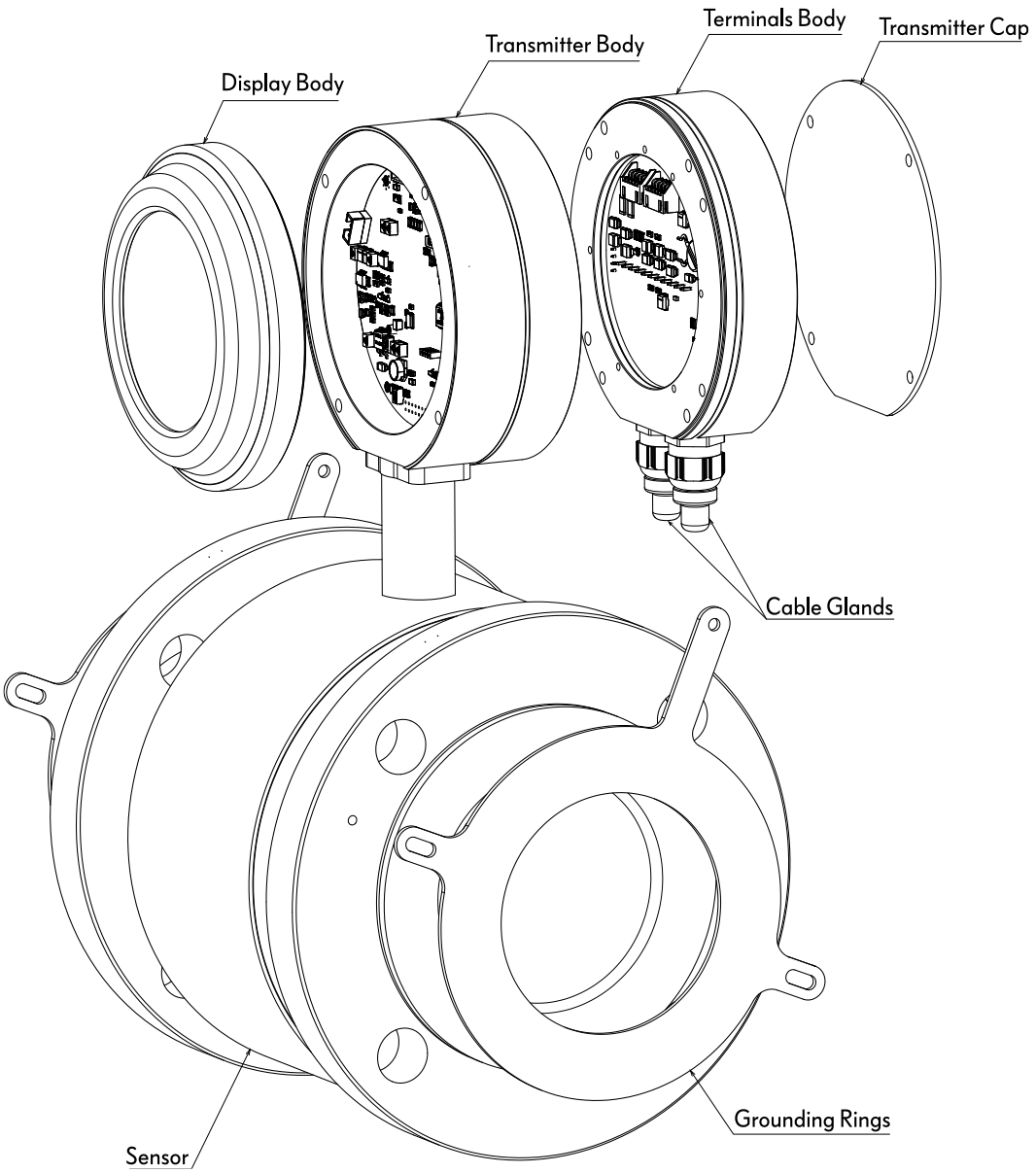
ولتاژ القا شده=U_i $K=k_1\times k_2$

L=طول هادی الکتریکی = قطر داخلی لوله = k_1 سیگنال دریافتی توسط الکترود مستقیما با $U_i=K\times V$, فلوی سیال متناسب است

B=شدت میدان مغناطیسی = K_2

۲,۲ بخش‌های مختلف

فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک** شامل یک واحد سنسور و یک واحد ترنسمیتر می‌باشد:



شکل ۲-۲ بخش‌های مختلف فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک** با کانکشن نصب فلنجی

۲,۲,۱ سنسور

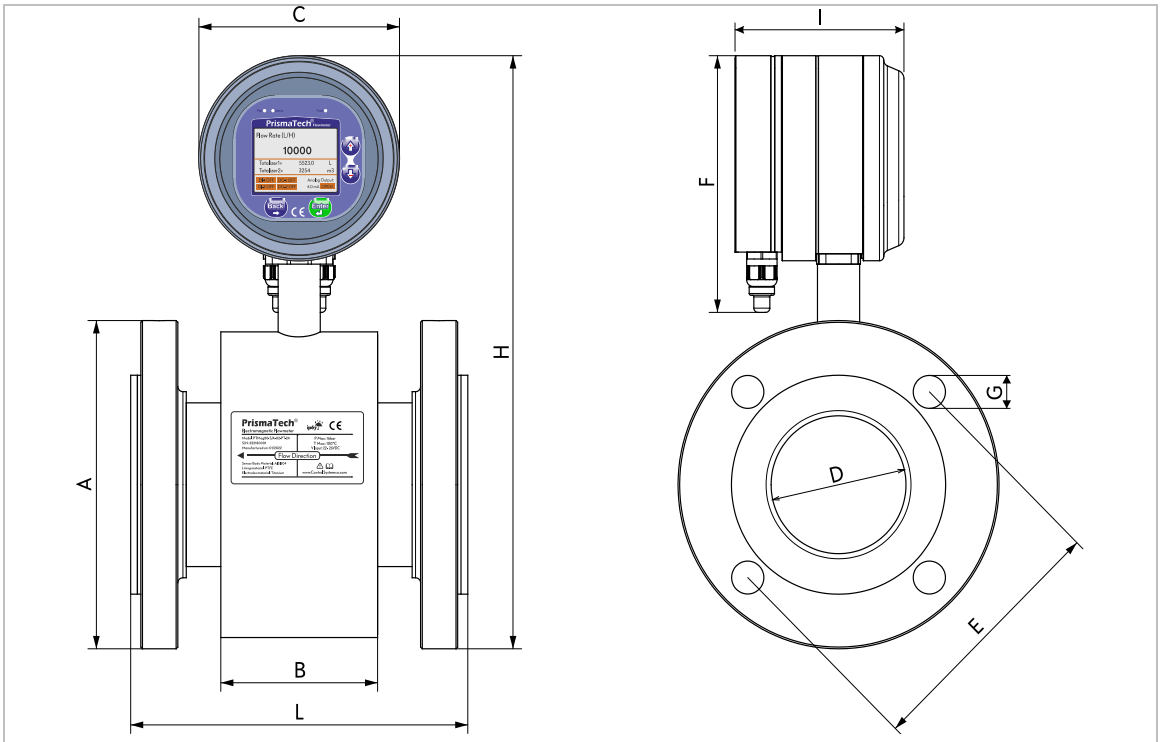
این بخش فلوی سیال را به یک ولتاژ الکتریکی (U_i) تبدیل می‌کند. سنسور از یک لوله از جنس استیل، ۲ عدد سیم پیچ، الکترودها، یک لاینینگ عایق داخلی، بدنهٔ اصلی و کانکشن‌های اتصال تشکیل شده است.

۲,۲,۲ ترنسمیتر و نمایشگر

این بخش با انجام محاسبات مختلف ولتاژ دریافتی از سنسور را به شدت جریال فلوی سیال تبدیل می‌کند. همچنین علاوه بر نمایش مقادیر اندازه‌گیری شده خروجی‌های لازم را جهت ارسال به تجهیزات دیگر در اختیار کاربر قرار می‌دهد.

۲,۳ ابعاد

ابعاد و مشخصات فیزیکی فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک** با کانکشن نصب فلنج در شکل ۳-۲ آورده شده است.

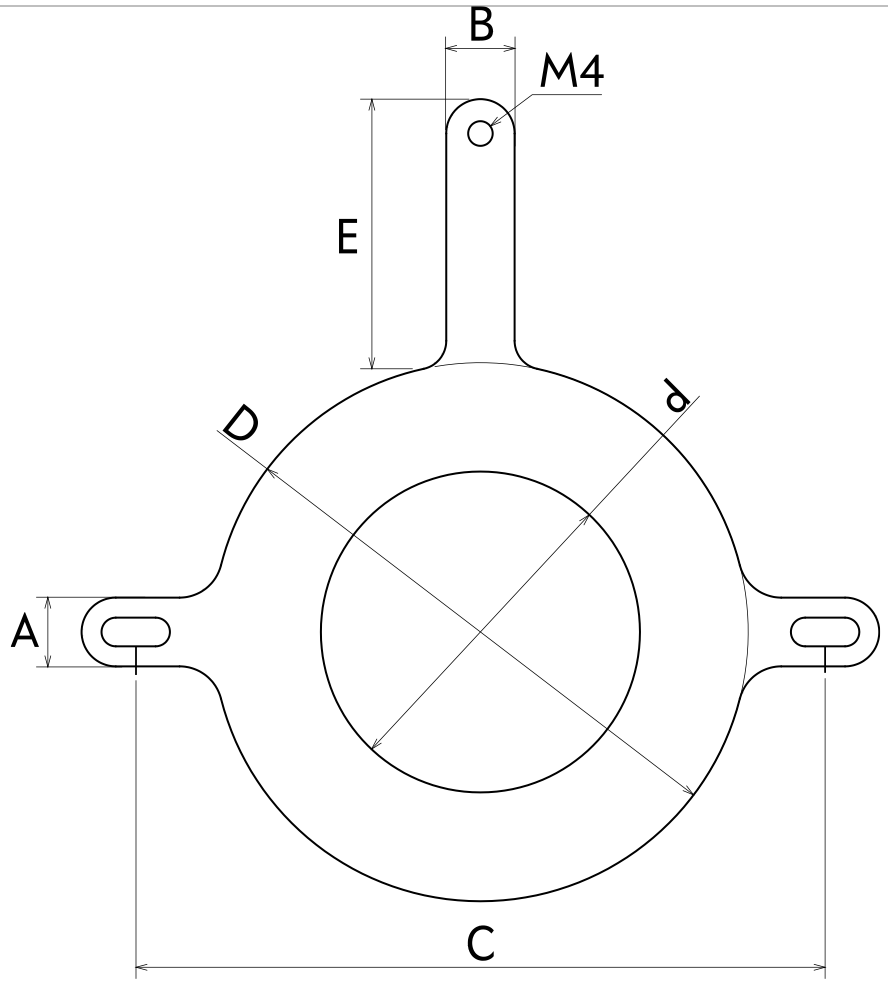


شکل ۳-۲ ابعاد سایزهای مختلف فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک**

Nominal Pipe Size		A	B	C	D		E	F	G	H	I	L	Flange Holes
DN (mm)	Inch				PTFE	NBR							
25	1	108	60	119	26	-	79.2	149	15.7	272	100	150	4
32	1.1/4	117	64	119	35	-	89	149	15.7	281	100	150	4
40	1.1/2	130	68	119	41	-	196	149	15.7	294	100	150	4
50	2	152	88	119	52	47	120	149	19.1	316	100	200	4
65	2.1/2	178	88	119	67	-	140	149	19.1	342	100	200	**4**
80	3	190	93	119	80	72.6	152.4	149	19.1	354	100	200	4(8)
100	4	228	108	119	100	98	190	149	19.1	392	100	250	8
125	5	250	138	119	126	124.5	210	149	22.4	414	100	250	8
150	6	285	148	119	152	149.5	240	149	22.4	449	100	300	8
200	8	343	158	119	202	202	298	149	22.4	507	100	350	**8**

- طول کلی فلومتر(L) بر اساس استاندارد DIN طراحی شده است.
- استاندارد فلنج‌های مورد استفاده در تمامی مدلها مطابق با استاندارد ASME/ANSI_B 16.5 کلاس 150 می‌باشد.

ابعاد و مشخصات فیزیکی کانکشن گراندینگ فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک** در شکل **۴-۲** آورده شده است.



شکل ۴-۲ ابعاد و مشخصات فیزیکی کانکشن گراندینگ

Nominal Pipe Size		A	B	C	D	d	E
DN (mm)	Inch						
25	1	12	12	79	51	27	43
32	1.1/4	12	12	90.6	64	38	47
40	1.1/2	12	12	99	72	45	47
50	2	12	12	121	94	56	47
65	2.1/2	12	12	138	106	73	**52**
80	3	12	12	157	159	84	47
100	4	14	15	159	156	104	53
125	5	14	15	221	188	127	58
150	6	14	15	245	212	150	58
200	8	14	15	138	269	205	**58**

۲,٤ مشخصات مکانیکی

Specification		PTFE	NBR
Maximum Fluid Temperature		100°C	70°C
Ambient Temperature		-20°C~ 50°C	-20°C~ 50°C
Maximum Fluid Pressure		8 Bar	
Mounting Connection		Flange	
Protection		IP68	
Material	Lining	PTFE	NBR
	Electrodes	Titanium	AISI 316L Stainless Steel
	Sensor Body	Carbon Steel	AISI 304 Stainless Steel
	Transmitter Body	Anodized Aluminum	

۲,٥ مشخصات ترنسمیتر

Power	**22~26 V**dc / 100-240 Vac**, 500mA**
Display	128*64 pixel LCD STN Display
Measurement Units	m^3/h, m^3/s, L/h, L/min, L/s, mL/min, mL/s with changeable dot points.
Cable Glands	Two PG11 Glands
Measurement Range	1cm/s ~ 10m/s
Accuracy	0.4% Full Scale
Analog Outputs	One unit 0/4~20mA (max 1Kohm)
Digital Outputs	Two selectable units (Pulse/ Frequency/ Alarm)
Digital Inputs	Two units (Hold/Totalizer Reset/MRS)
Totalizer	2 independent totalizers with selectable units
Alarms	Empty Pipe, AQ Open Loop, Low Conductivity, etc.

۲,٥,۱ تغذیه

از یک منبع تغذیهٔ سوئیچینگ جریان مستقیم با ولتاژ 22~26 Vdc / 100-240 Vac برای تغذیهٔ دستگاه استفاده می‌شود و حداقل جریان مورد نیاز برای کار دستگاه معادل 500mA می‌باشد.

۲,٥,۲ واحدهای اندازه‌گیری

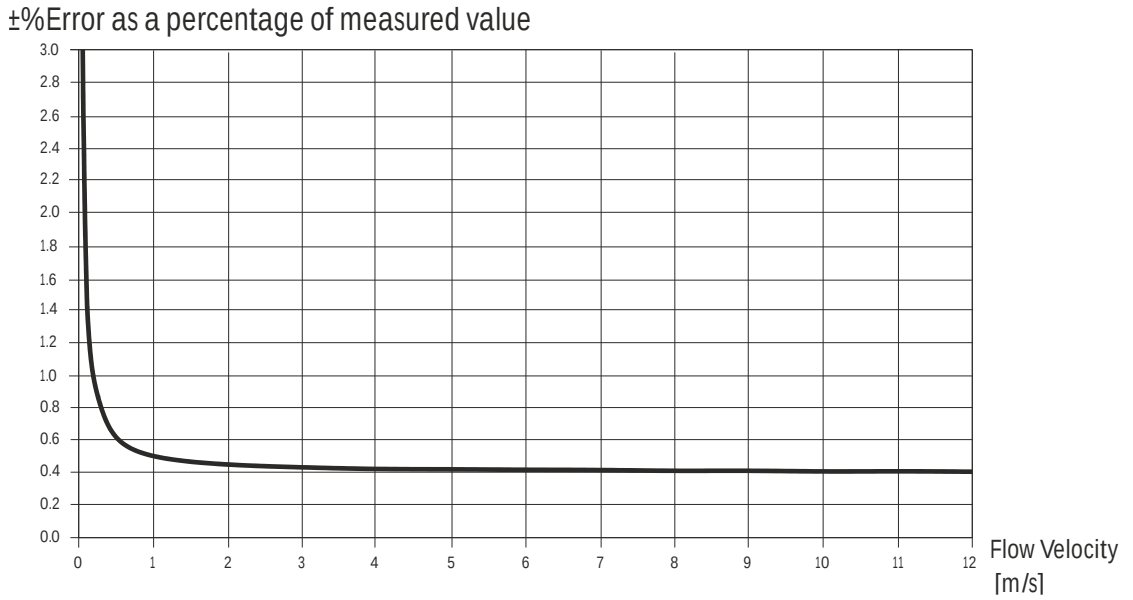
فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک** قادر است مقدار فلوی اندازه‌گیری شده را در واحدهای m^3/h, m^3/s, L/h, L/min, L/s, mL/min, mL/s نمایش دهد. کاربر می‌تواند مطابق با چارت مربوطه در بخش "راهنمای استفاده و کاربری" همین دفترچهٔ راهنما با استفاده از زیر منوی Display Setting واحد و همچنین تعداد رقم اعشار مورد نظر خود را انتخاب نماید. (زیر منوی Display Setting در بخش ۴.۶.۱ توضیح داده شده است).

۲,۵,۳ Totalizerها

فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک** دارای دو واحد Totalizer داخلی می‌باشد که از آنها جهت اندازه‌گیری مجموع حجم عبوری از خط لوله استفاده می‌شود. با استفاده از ورودی‌های دیجیتال و یا تنظیمات موجود در نمایشگر دستگاه می‌توان مقدار هر Totalizer را صفر(Reset) کرد. (بخش ۴.۶.۶)

۲,۶ حداکثر خطای اندازه‌گیری

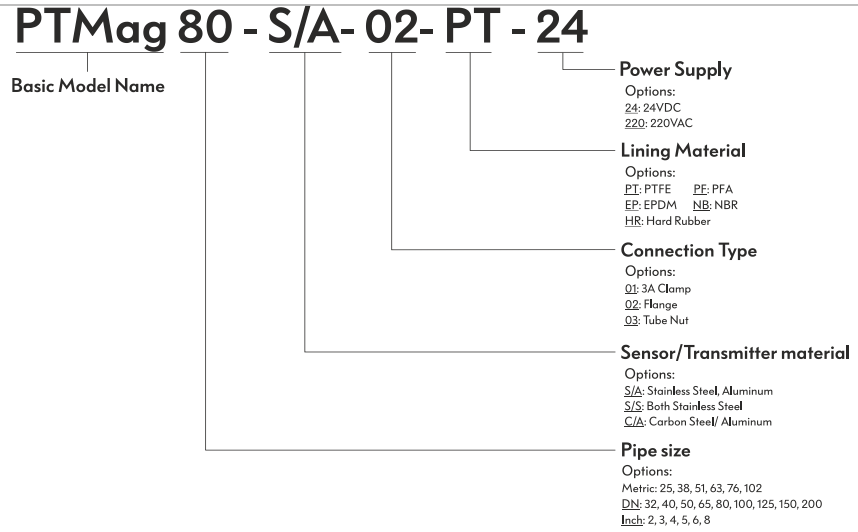
با توجه به سرعت جریان سیال در لوله، خطای اندازه‌گیری توسط فلومترهای الکترومغناطیسی تغییر می‌کند. در شکل ۵-۲ نحوهٔ تغییر دقت اندازه‌گیری نسبت به سرعت جریال سیال نمایش داده شده است.



شکل ۵-۲ خطای اندازه‌گیری فلومتر الکترومغناطیسی

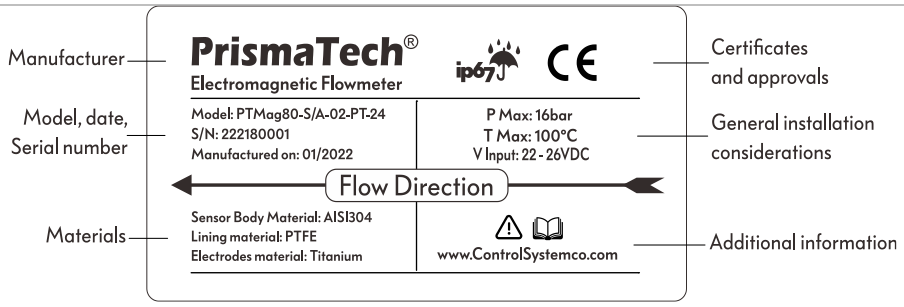
۲,۷ مدل‌های مختلف

شکل ۶-۲ مدل‌های مختلف فلومترهای الکترومغناطیسی را مطابق با لیبل مشخصات درج شده بر روی سنسور دستگاه نمایش می‌دهد.



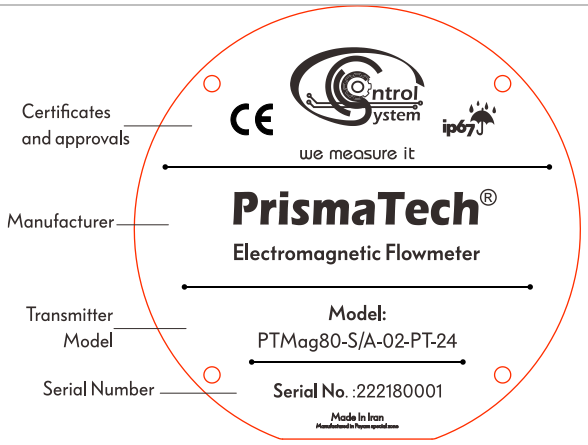
شکل ۶-۲ کدبندی مدل‌های مختلف

۲,۸ لیبل مشخصات سنسور



شکل ۷-۲ لیبل مشخصات سنسور

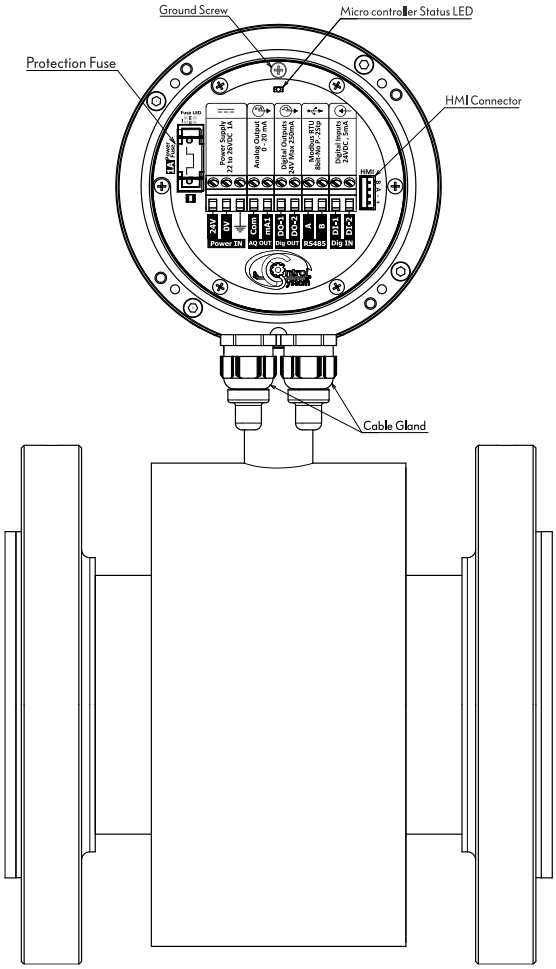
۲,۹ پلاک مشخصات ترنسمیتر



شکل ۸-۲ پلاک مشخصات ترنسمیتر

۲,۱۰ بورد ترمینال

در شکل ۹-۲ محل ترمینال‌های ورودی و خروجی بر روی بورد واحد ترنسمیتر نمایش داده شده است. همانطور که دیده می‌شود نام هر کدام از ترمینال‌ها در کنار آن چاپ شده است که می‌بایست در زمان اتصال سیم به آنها توجه نمایید.



شکل ۹-۲ ترمینال‌های ورودی/خروجی فلومتر الکترومغناطیسی

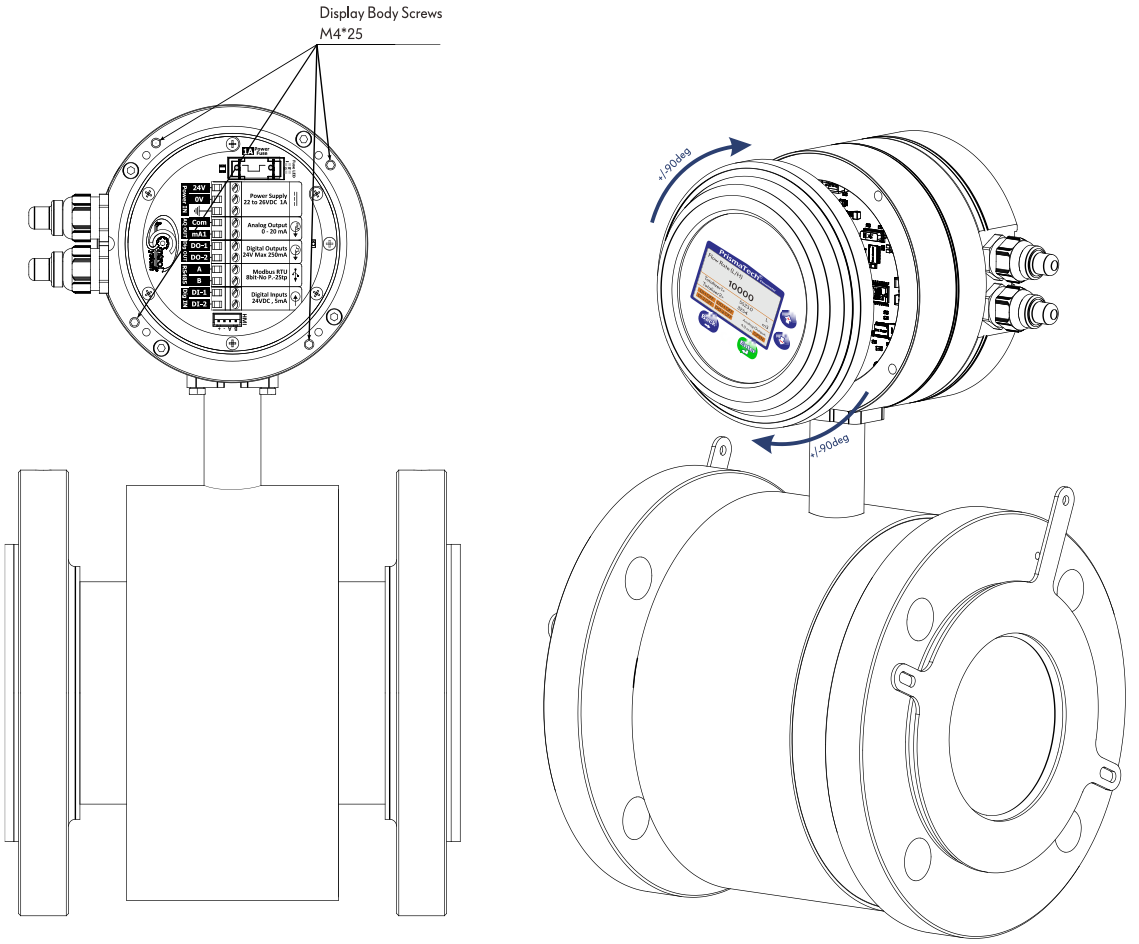
پیچ اتصال بورد ترمینال به بدنهٔ دستگاه		Ground Screw	محل اتصال سیم ارت	⏚	Power IN
ترمینال‌های خروجی آنالوگ اکتیو	mA1	AQ Out	ولتاژ 0 V-DC تغذیه	0V	
	Com		ولتاژ 24V-DC تغذیه	24V	
ترمینال‌های ارتباط سریال RS485	A	RS 485	خروجی دیجیتال اول	DO-1	Dig. Out
	B		خروجی دیجیتال دوم	DO-2	
فیوز محافظتی تغذیهٔ دستگاه (1A)		Power Fuse	ورودی دیجیتال اول	DI-1	Dig. IN
کانکتور اتصال سریع به HMI		HMI Connector	ورودی دیجیتال دوم	DI-2	
نشان‌دهندهٔ عملکرد منظم میکرو کنترلر دستگاه				Status LED*Microcontroller	

*خاموش بودن یا چشمک زدن نامنظم چراغ Micorcontroller Status LED نشان‌دهندهٔ وجود اشکال در عملکرد میکروکنترلر می‌باشد. در این صورت با واحد پشتیبانی و خدمات پس از فروش **پریسماتک** تماس حاصل فرمایید.

۳ نصب و راه‌اندازی

۳،۱ تنظیم نمایشگر متناسب با نحوهٔ نصب سنسور

با توجه به نحوهٔ نصب فلومتر و عمودی یا افقی بودن لوله‌ای که روی آن نصب می‌شود نمایشگر دستگاه قابلیت چرخش دارد. برای انجام این کار ابتدا می‌بایست با استفاده از یک آچار آلن سایز ۳ چهار عدد پیچ نشان داده شده در شکل **۱-۳** را باز نموده و پس از چرخاندن نمایشگر به اندازهٔ ۹۰ درجه در جهت مثبت یا منفی، مجدد پیچ‌های نمایشگر را محکم نمایید.

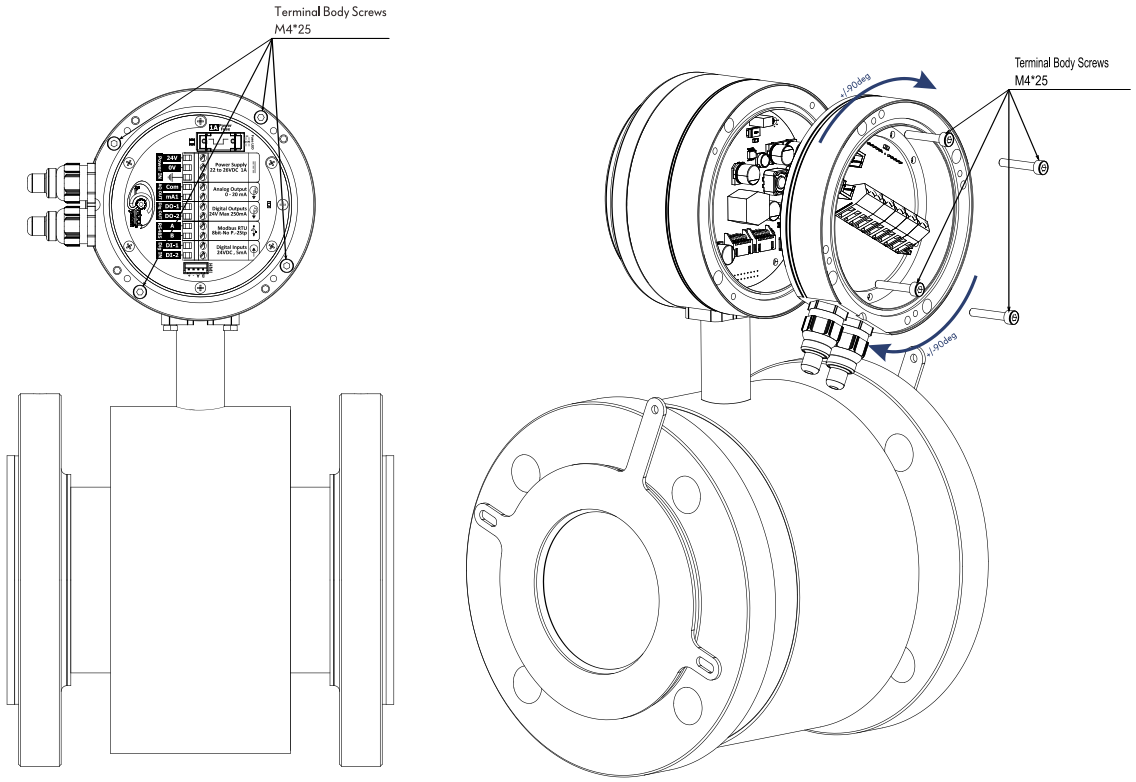


شکل ۱-۳ تنظیم جهت مناسب برای صفحهٔ نمایشگر دستگاه

پس از تغییر جهت نمایشگر دقت نمایید پیچ‌ها را به درستی محکم نمایید در غیر این صورت ممکن است رطوبت به داخل ترنسمیتر دستگاه نفوذ کرده و باعث آسیب رساندن به مدارات الکترونیکی دستگاه شود.

۳،۲ تنظیم Terminals Body متناسب با نحوهٔ نصب سنسور

همواره می‌بایست جهت بدنهٔ ترمینال‌های دستگاه طوری باشد که کابل‌های خروجی از آن به سمت پایین باشد. با این کار در صورت شل بسته شدن گلندها از نشت احتمالی مایعات به داخل ترنسمیتر جلوگیری می‌شود. برای تنظیم مناسب جهت گلندها می‌بایست مطابق شکل **۲-۳** چهار عدد پیچ مربوطه را باز نموده و بدنهٔ گلند را به میزان ۹۰ درجه در جهت مثبت یا منفی چرخانده و سپس مجدداً پیچ‌ها را محکم ببندید.

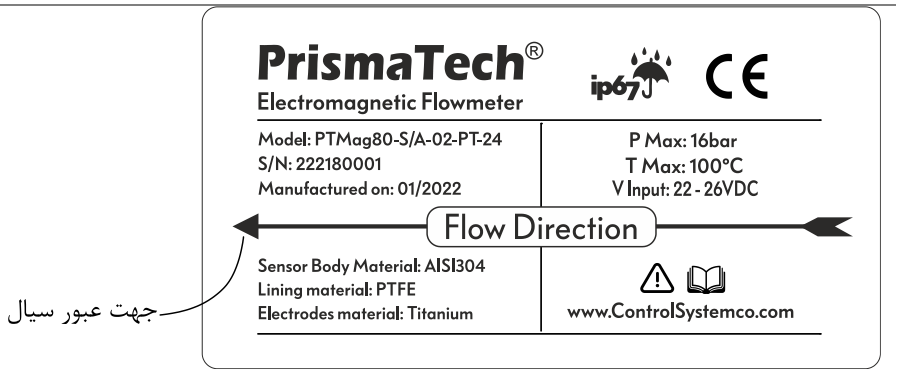


شکل ۲-۳ تنظیم جهت مناسب برای بدنهٔ ترمینال متناسب با نحوهٔ نصب سنسور

پس از تغییر جهت بدنهٔ گلند دقت نمایید پیچ‌ها را به درستی و به صورت ضربدری محکم نمایید در غیر این صورت ممکن است رطوبت به داخل ترنسمیتر دستگاه نفوذ کرده و باعث آسیب رساندن به مدارات الکترونیکی دستگاه شود.

۳,۳ جهت ورودی و خروجی سیال

هنگاه نصب دستگاه به جهت نمایش داده شده بر روی لیبل دستگاه توجه نمایید.



شکل ۳-۳ جهت عبور سیال

۳,٤ انتخاب سایز فلومتر

به طور کلی قطر لوله به همراه محدودهٔ سرعت جریان سیال سایز اسمی سنسور را مشخص می‌نماید با این وجود می‌توان گفت که در خیلی از مواقع سایز فلومتر برابر با قطر لوله انتخاب می‌شود در عین حال گاهی اوقات نیز جهت افزایش سرعت سیال و جلوگیری از تشکیل رسوب قطر سنسور کمتر انتخاب می‌شود.

سرعت بهینه برای اندازه‌گیری فلو بین 2m/s تا 3m/s می‌باشد علاوه بر این سرعت جریان سیال می‌بایست با خصوصیات فیزیکی سیال نیز هماهنگ باشد:

- سرعت کمتر از ۲ متر بر ثانیه (V<2m/s) در مایعات ساینده مثل دوغاب خاک رس، دوغاب آهک، دوغاب سنگ ریزه معادن و... مناسب است.
- سرعت بیش از ۲ متر بر ثانیه (V>2m/s) در مایعاتی که باعث رسوب گذاری در لوله می‌گردند مانند مایعات چسبنده، فاضلاب، آب‌های گل آلود و... مناسب می‌باشد.

☚ سرعت جریان را می‌توان با کاهش قطر لوله افزایش داد.

۳,٤,۱ محدودهٔ دبی قابل اندازه‌گیری

در انتخاب سایز فلومتر می‌بایست محدودهٔ قابل اندازه‌گیری دبی توسط دستگاه نیز در نظر گرفته شود. جدول زیر محدودهٔ دبی قابل اندازه‌گیری توسط فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک** را نمایش می‌دهد:

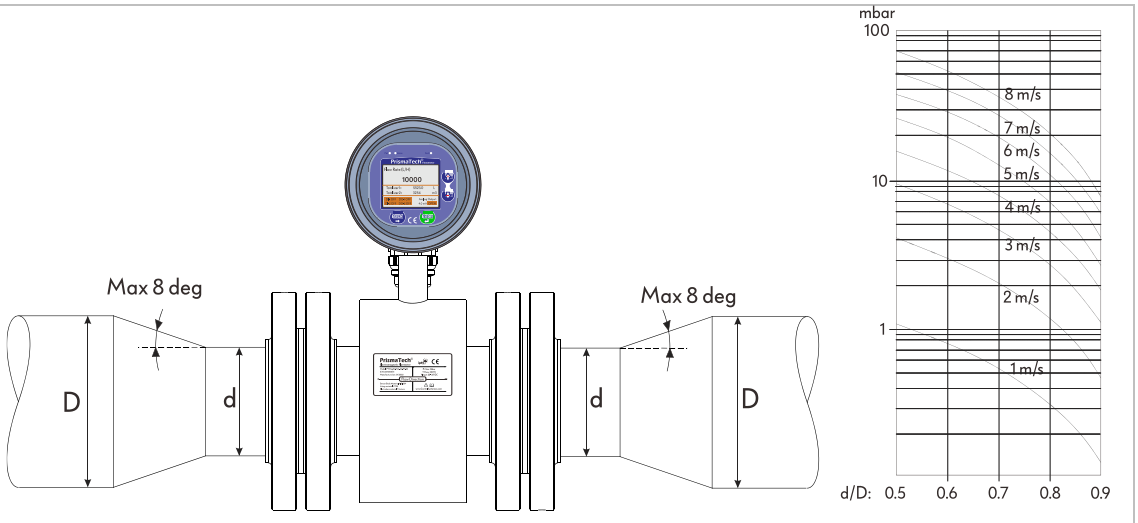
Nominal Pipe Size		Minimum Flow Rate	Maximum Flow Rate	Unit
DN (mm)	Inch			
25	1	441	14000	L/h
32	-	700	35000	L/h
40	1.1/2	1.1	45	m3/h
50	2	1.7	70	m3/h
65	2 1/2	2.9	120	m3/h
80	3	4.5	170	m3/h
100	4	8.7	282	m3/h
125	5	10.5	360	m3/h
150	6	20	600	m3/h
200	8	35	1100	m3/h

ⓘ در هنگام نصب انتخاب مدل حتماً به این نکته توجه نمایید که مکانیزم اندازه‌گیری فلومترهای الکترومغناطیسی به گونه‌ای است که بیشترین دقت را در نزدیکی حداکثر دبی اسمی خود دارند لذا حتی‌الامکان فلومترهای با سایز کوچکتر را انتخاب نمایید. (شکل ۵-۲)

۳,۵ شرایط محل نصب

می‌توان فلومتر را بر روی لوله با اقطار کوچکتر و یا بزرگتر نصب نمود ولی می‌بایست به نکات زیر توجه کرد:

- برآورد تغییر سرعت و افت فشار
- انتخاب محل مناسب برای نصب سنسور به طوری که حداقل به اندازهٔ ۵ برابر قطر لوله محل نصب سنسور از شیرآلات و انشعابات فاصله داشته باشد.
- در صورت استفاده از قطعات کاهش دهندهٔ قطر سرعت سیال در محل سنسور افزایش یافته و این امر موجب جلوگیری از ایجاد رسوب درجدارهٔ لوله و در نتیجه دقت بیشتر در اندازه‌گیری می‌گردد. در صورت کاهش قطر لوله، می‌توان با استفاده از منحنی شکل **۴-۳** میزان افت فشار را محاسبه نمود. توجه کنید از این منحنی تنها برای سیالاتی با ویسکوزیتهٔ شبیه به آب می‌توان استفاده نمود.

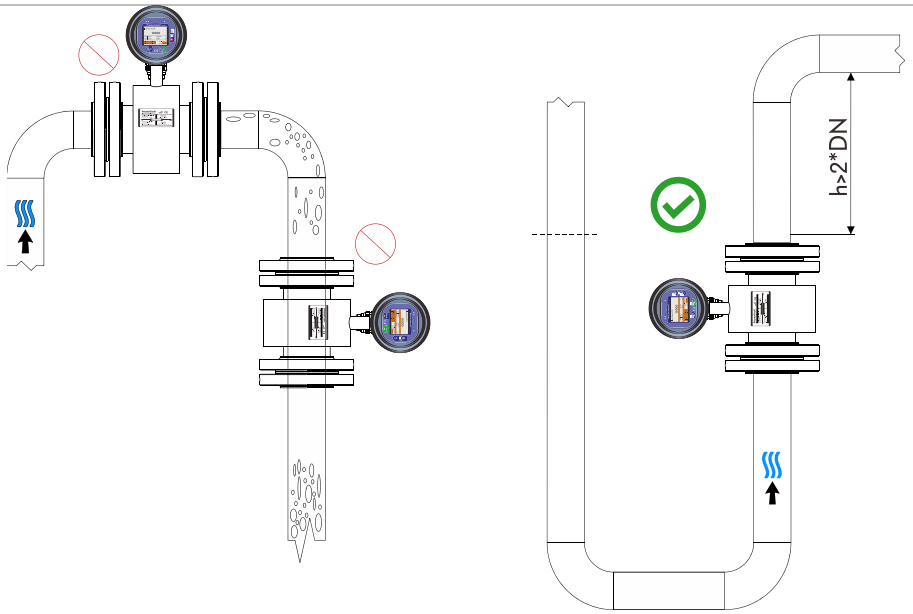


شکل ۴-۳- افت فشار ایجاد شده در لوله‌های حاوی سیال بر اساس تغییر در قطر لوله و سرعت سیال

۳،٦ شرایط و محل مناسب برای نصب سنسور (مطابق با استاندارد DIN/EN 29104)

در محل نصب سنسور لوله همواره باید پر باشد و حباب درون لوله تشکیل نشده باشد. تشکیل حباب‌های گاز یا هوا درون لوله موجب کاهش دقت اندازه‌گیری می‌گردد.

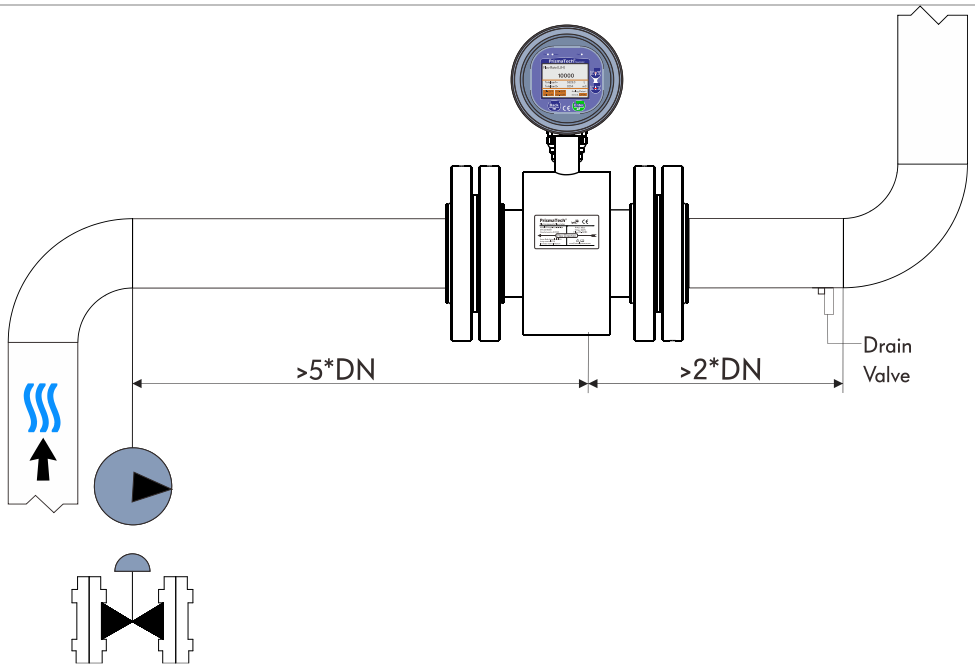
- حباب‌ها در بالای لوله قرار می‌گیرند بنابراین از نصب فلومتر در بالای لوله و یا در محلی که عبور سیال به صورت ریزشی به سمت پایین است خودداری نمایید.
- بالاترین نقطه در یک خط لوله ریسک تجمع حباب هوا را افزایش می‌دهد لذا از نصب سنسور در این مناطق خودداری نمایید.
- بهترین محل نصب سنسور دستگاه بر روی لوله‌های عمودی با جهت جریان سیال رو به بالا می‌باشد.



شکل ۵-۳- حالت‌های مختلف نصب سنسور بر روی خط

۳,۶,۱ فاصله از محل‌های پر تلاطم

تا حد امکان سعی کنید فلومتر را با فاصله از محل ایجاد تلاطم و اغتشاش مانند پمپ، اوریفیس، زانوها، اتصالات شیرها، سه راهی و... نصب نمایید.

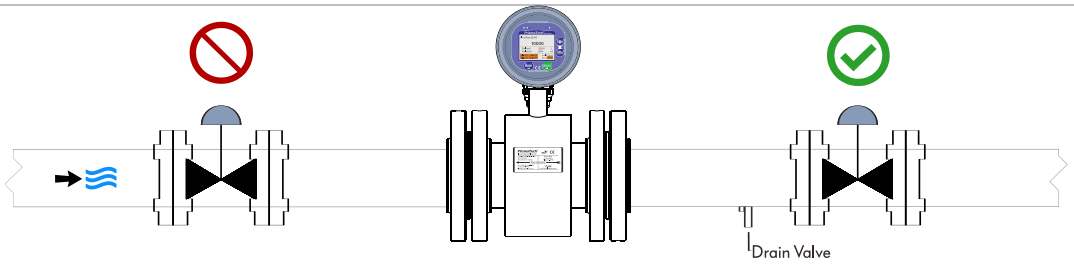


شکل ۶-۳- فاصله مناسب سنسور از زانویی ها و اتصالات

همانطور که در شکل دیده می‌شود فاصلهٔ زانو، سه راهی و... حداقل می‌بایست از سنسور ۲ برابر قطر لوله و در صورتی که سنسور بعد از این مکانها نصب می‌شود می‌بایست ۵ برابر قطر لوله از آن فاصله داشته باشد. در صورت امکان سنسور را در فاصلهٔ بیشتری از این محل‌ها نصب نمایید تا دقت و ثبات اندازه‌گیری افزایش یابد.

۳,۶,۲ نصب سنسور قبل از شیر

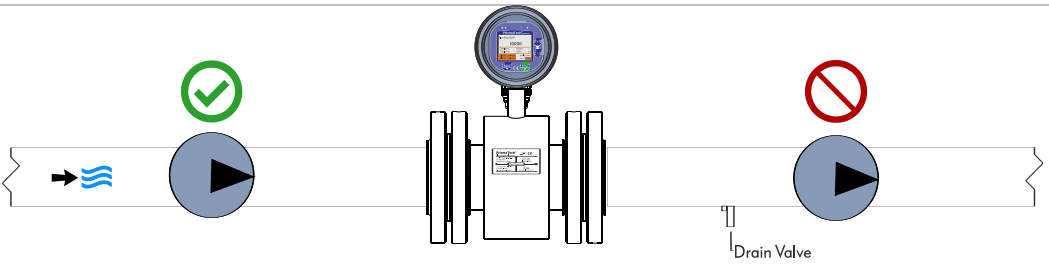
در صورت وجود شیر سنسور دستگاه می‌بایست قبل از شیر و در فاصلهٔ ایدآل (حداقل ۵ برابر قطر لوله) نصب گردد.



شکل ۷-۳- نصب سنسور در حضور شیر

۳,۶,۳ خروجی پمپ

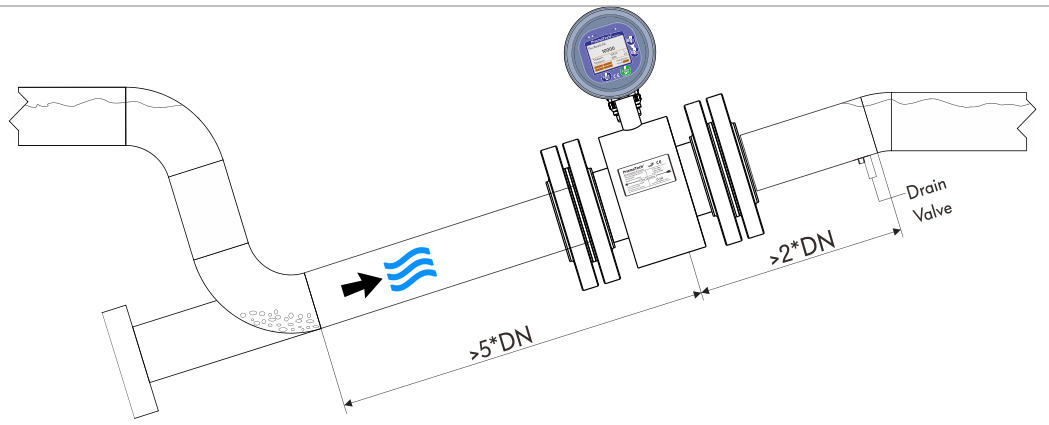
از نصب سنسور در ورودی پمپ خودداری نمایید این مسئله به خاطر جلوگیری از نصب سنسور در مناطق کم فشار و در نتیجه از بین رفتن ریسک آسیب‌دیدگی لاینینگ داخلی سنسور به دلیل افت فشار می‌باشد.



شکل ۸-۳- محل مناسب برای نصب سنسور در حضور پمپ

۳,۶,۴ لوله‌های نیمه پر

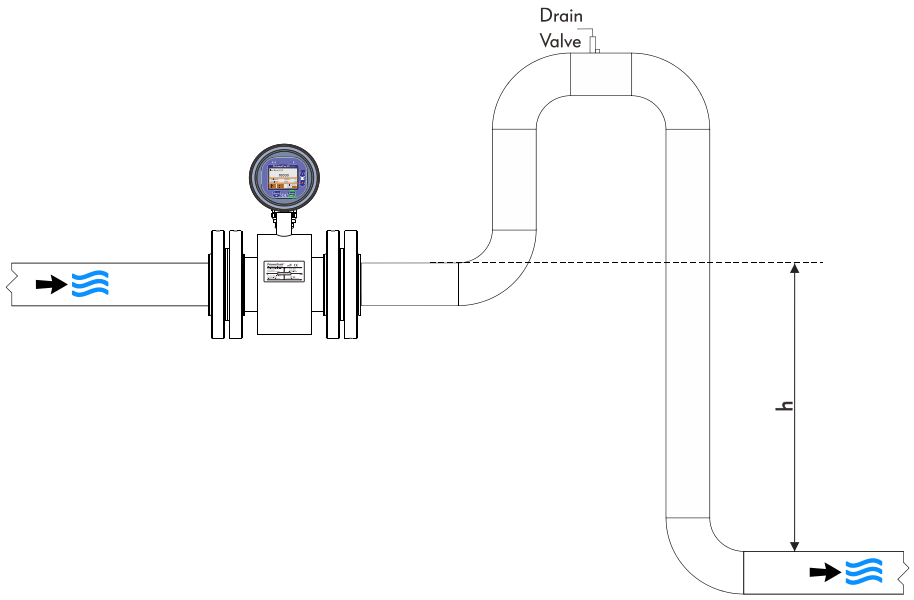
از نصب سنسور در قسمت‌هایی از لوله که ممکن است کاملا پر نباشد خودداری نمایید. همچنین سنسور را در پایین‌ترین نقطه از یک مسیر تخلیه نصب نکنید زیرا در این نقاط احتمال تجمع ذرات جامد بیشتر است.



شکل ۹-۳- نصب سنسور در لوله‌های نیمه پر

۳,۶,۵ لوله های به سمت پایین

در صورتی که سنسور را در محلی نصب می‌کنید که در پایین دست آن جریان به سمت پایین در حرکت خواهد بود(h>5m) یک سیفون و با شیر تخلیه هوا قبل از لولهٔ عمودی ایجاد نمایید. این کار به این دلیل انجام می‌شود که ریسک فشار پایید و آسیب‌دیدگی لاینینگ داخلی سنسور از بین برود. این کار همچنین از ایجاد حفره‌های هوا در محل نصب سنسور جلوگیری می‌نماید.

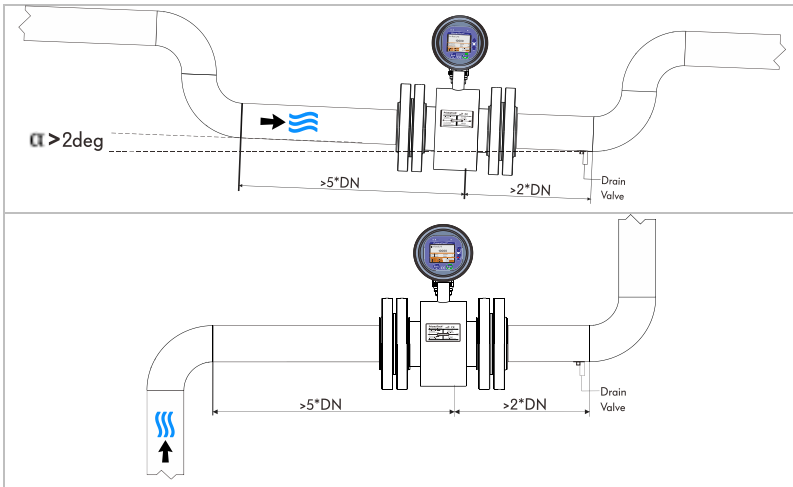


شکل ۱۰-۳ نصب سنسور قبل از محلی که در آن سیال در لوله به سمت پایین حرکت می‌کند

۳,۶,۶ جهت‌گیری‌های مختلف نصب سنسور

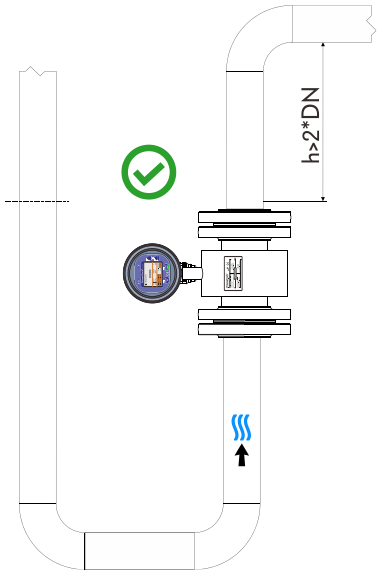
یک روش بهینه برای نصب سنسور فلومتر باعث جلوگیری از تجمع گاز، حباب‌های هوا و ذرات دیگر در محل نصب سنسور می‌شود. به طور کلی می‌توان به دو روش برای نصب فلومترهای الکترومغناطیسی اشاره نمود: روش افقی و روش عمودی.

نصب افقی: در این روش سنسور طوری بر روی خط لوله نصب می‌شود که محور مشترک الکترودها کاملا به صورت افقی قرار گیرد.



شکل ۱۱-۳- نصب افقی سنسور

نصب عمودی: بهترین روش نصب فلومتر حالتی است که جریان از درون سنسور از سمت پایین به بالا حرکت کند. در این حالت احتمال وجود حباب کمتر است و مواد جامد در قیمت پایینی لوله باقی می‌مانند.



شکل ۱۲-۳- نصب عمودی سنسور

۳,۶,۷ نکات تکمیلی در نصب سنسور

۱- محل نصب سنسور طوری باید انتخاب شود که لرزش نداشته باشد. لذا در صورتی که در خط لوله لرزش شدیدی وجود دارد حتماً می‌بایست این لرزش مهار شود.

۲- سنسور را در مناطق دور از میدان مغناطیسی مانند کابل‌های برق فشار قوی و متوسط نصب نمایید.

شکل ۱۳-۳- عدم نصب سنسور در محل‌های پر ارتعاش

۳- در خطوط لوله‌ای که بیش از ۵ متر اختلاف سطح وجود دارد می‌بایست یک شیر تخلیه هوا پس از فلومتر و در بالاترین نقطه نصب شود.

٤ راهنمای استفاده و کاربری

مطابق شکل ۱-۴ در صفحهٔ اصلی دستگاه شدت دبی سیال همراه با مقادیر Totalizerها نمایش داده می‌شود همچنین کاربر می‌تواند با استفاده از کلیدهای لمسی و منوهای دستگاه تنظیمات مورد نظر خود را انجام دهد.

شکل ۱-۴- کلیدها و صفحه نمایشگر دستگاه

٤,١ کلیدها و چراغ‌های نشانگر

در کنار و پایین صفحهٔ نمایشگر چهار کلید قرار دارد که از آنها برای اعمال تغییر و کار با منوهای دستگاه استفاده می‌شود همچنین چراغ‌های بالای صفحه نمایش دستگاه جهت مشخص کردن وضعیت عملکرد دستگاه و خطایابی آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در زیر شرح مختصری از عملکرد هر کدام از این کلیدها و چراغ‌های نشانگر آورده شده است.

Enter	تایید، ورود به منوی مورد نظر	Pwr	نشانگر وصل بودن تغذیه و روشن بودن دستگاه
Back	برگشت به قبل	Fault	خطا در هریک از بخش‌های دستگاه
	افزایش مقادیر، رفتن به منوی بالایی	Status	ارتباط از طریق Wifi
	کاهش مقادیر، رفتن به منوی پایینی		

در صفحهٔ اصلی با لمس کلید Enter وارد تنظیمات دستگاه می‌شوید. سپس با استفاده از کلیدهای جهت‌دار و می‌توانید بین سربرگ‌های مختلف حرکت کنید. توجه داشته باشید زمانی که یک سربرگ فعال می‌شود در کنار شماره نام آن نیز نمایش داده می‌شود. در هر سربرگ با استفاده از کلید Enter می‌توانید به منوهای آن دسترسی پیدا کنید و با

استفاده از کلید Back به منوی اصلی برگردید و با کلیدهای جهت‌دار بین منوها حرکت کنید و در صورت نیاز مقادیر پارامترها را تغییر دهید.

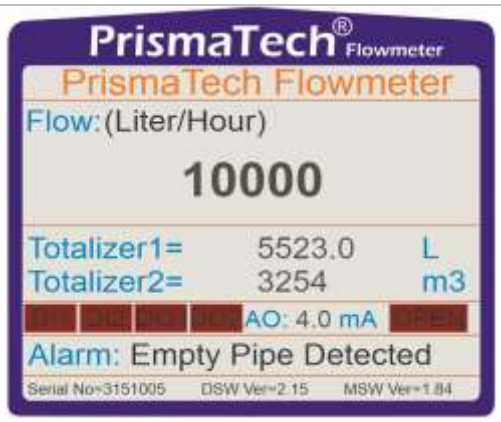
۴,۲ شمای کلی تنظیمات دستگاه

در جدول زیر نحوهٔ دسترسی به تنظیمات مختلف دستگاه از طریق زیر منوهای مختلف قابل مشاهده است.

PrismaTech® PTMag flowmeters parameters diagram			
1- Main	2- Setting	3- Diagnostics	4- Menu
	1-Totalizer 1 Reset	1-Elect. Hi V(mV)	1- Display Setting
	2-Totalizer 2 Reset	2-EPD. Voltage(mV)	2- Analog Output Setting
	3-Totalizer 1 Limit	3- Elect. Volt(mV)	3- Digital Outputs1 Setting
	4-Totalizer 2 Limit	4-Raw Flow(L/h)	4- Digital Outputs2 Setting
	5-PID Setpoint	5-CPU Temp(°C)	5- Digital Inputs Setting
	6-Filling Setpoint	6- Coil Current(mA)	6- Modbus Setting
	7- Density Selection	7-Operat. Hour(h)	7- Totalizers Setting
			8- PID Controller Setting
			9- Batch Filling Setting
			10- Calibration & EPD Setting
			11- Density Table Setting
			12- Factory Setting

۴,۳ سربرگ Main یا صفحهٔ اصلی نمایش

در سربرگ Main مقدار فلوی اندازه‌گیری شده و همچنین وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌ها قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲-۴- صفحهٔ اصلی نمایش دستگاه

مقدار توتالایزر ۱	Totalizer1	دبی در حال عبور	Flow Rate	
مقدار توتالایزر ۲	Totalizer2	نشانگر روشن/ خاموش بودن ورودی‌ها و خروجی‌های دیجیتال	DO1	DI1
مقدار فعلی خروجی آنالوگ	Analog Output		DO2	DI2
شماره سریال دستگاه	Serial No	هشدارهای دستگاه	Alarm	
نسخهٔ نرم‌افزار میکروکنترلر سنسور	MSW Ver	نسخه سخت افزار بورد سنسور	DSW Ver	

٤,٤ سربرگ Setting

در سربرگ دوم می‌توان به تنظیمات اصلی دستگاه دسترسی پیدا کرد.

	1	2- Setting	3	4
Parameter	Range	Description		
1-Total1 Reset 2-Total2 Reset	Cancel Reset	صفر کردن Totalizer ها*		
3-Totalizer 1 Limit 4-Totalizer 2 Limit	0~99999999.9	حد Totalizerها بر حسب لیتر جهت فعال شدن خروجی های دیجیتال یا Reset شدن (بخشهای 0 یا ۴.۶.۶)		
5-PID Setpoint	0~999999.9	SetPoint کنترلر PID بر حسب لیتر بر ساعت		
6-Filling Setpoint	0~9999999.9	SetPoint جهت استفاده در سیستم پرکن بر حسب میلی لیتر		
7-Density Selection	Off-A~E	انتخاب چگالی محصول**		

* در صورتی می‌توان از این طریق Totalizerها را صفر کرد که پارامترهای 2-7 و 4-7 از سربرگ Menu در حالت Reset in Setting Page باشد. (بخش ۴.۶.۶).

** فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک** قادر است علاوه بر اندازه‌گیری دبی حجمی، دبی جرمی را نیز با توجه به چگالی مشخص شده در جدول بخش(۴.۶.۱۰) اندازه‌گیری نماید، از این رو کاربر می‌تواند چگالی مورد نظر را از این بخش انتخاب نماید و دستگاه آن را به صورت یک ضریب در اندازه‌گیری دبی جرمی در نظر می‌گیرد.

٤,٥ سربرگ Diagnostics

در سربرگ سوم پارامترهای عملکردی دستگاه جهت عیب‌یابی و بررسی عملکرد آن نمایش داده می‌شود.

	1	2	3- Diagnostics	4
Parameter	Nominal Range	Description		
1-Elect. Hi V(mV)	0 – ±1200mV	ولتاژ الکترودها در زمان اعمال پالس مثبت بر روی کویل		
2-EPD. Voltage(mV)	0 – 2000/100	ولتاژ Empty Pipe Detected		
3- Elect. Volt(mV)	0 – ±2400mV	اختلاف ولتاژ الکترودها El. V.Hi - El. V.Lo		
4-Raw Flow(L/h)	وابسته به سایز فلومتر	میزان فلوی خام مایع عبوری		
5-CPU Temp(°C)	دمای پردازندهٔ مرکزی			
6- Coil Current(mA)	جریان کویل			
7-Operat. Hour(h)	ساعت‌های کارکرد دستگاه			

٤,٦ سربرگ Menu

برای ورود به سربرگ چهارم می‌بایست پسورد ورود به آن را وارد نمایید که به صورت پیش فرض "4000" می‌باشد. در بخش ۴.۶.۱ پارامتر *1-9- Change Password* می‌توان پسورد پیشفرض را به دلخواه تغییر داد.

	1	2	3	4
	4- Menu			
1- Display Setting	تنظیمات نمایشگر		2- Analog Output Setting	تنظیمات خروجی آنالوگ
3- Digital Outputs1 Setting	تنظیمات خروجی دیجیتال یک		4- Digital Outputs2 Setting	تنظیمات خروجی دیجیتال دو
5- Digital Inputs Setting	تنظیمات ورودی های دیجیتال		6- Modbus Setting	تنظیمات ارتباط Modbus
7- Totalizers Setting	تنظیمات توتالایزرها		8- PID Controller Setting	تنظیمات کنترلر PID
9- Batch Filling Setting	تنظیمات حالت پرکن		10- Calibration & EPD Setting	کالیبراسیون دستگاه و تنظیمات تشخیص خالی بودن لوله
11-Density Table Setting	تنظیمات جدول چگالی محصول		12-Factory Setting	تنظیمات کارخانه

٤,٦,١ تنظیمات نمایشگر Display Setting

اولین زیر منو در سربرگ چهارم مربوط به تنظیمات نمایشگر دستگاه می‌باشد.

	1	2	3	4-Menu
	1- Display Setting			
Parameter	Range	Description		
1-1-Home Page Flow Unit	mL/Min, ml/sec, Liter/Hour, Liter/Min, Liter/ Sec, m3/Hour, m3/ Min	واحد نمایش دبی		
1-2-Flow Dot Points No.	0~3	تعداد ارقام پس از اعشار در نمایش دبی		
1-3-Flow Direction	Positive	در جهت مثبت	جهت اندازه‌گیری دبی	
	Negative	در جهت منفی		
	Bi-Directional	دو طرفه		
1-4-Flow Damping Time	0.1~20 sec	زمان میانگین‌گیری از دبی جهت کاهش نوسانات لحظه‌ای		
1-5-Flow Simulation	ON/OFF	شبیه سازی دبی به منظور عیب‌یابی		
1-6-Simmulated Flow Value	0.0~999999.9	میزان دبی برای شبیه سازی فلو		
1-7- LCD goto Standby time	0000~9999 Minute	مدت زمان رفتن LCD به حالت Standby		
1-8-LCD Brightness Percent	0~100 %	درصد روشنایی LCD		
1-9-Change Password	0000~9999	تغییر رمز عبور منو		
1-A-Power Key Enable	Power Key Disabled	غیر فعال سازی	تنظیمات روشن و خاموش کردن دستگاه با استفاده از کلیدها*	
	Power Key Enabled	فعال سازی		

*در صورت فعال‌سازی این گزینه می‌توان با لمس همزمان کلید Enter و Back به مدت ۲ ثانیه دستگاه را خاموش یا روشن کرد. در غیر این صورت (Disable بودن این گزینه) دستگاه به صورت دائم روشن خواهد بود.

۴,۶,۲ تنظیمات خروجی آنالوگ Analog Output Setting

	1	2	3	4-Menu
	2- Analog Output Setting			

Parameter	Range	Description
2-1-Analog Output Mode	Disable Flow 0~20mA Flow 4~20mA PID 0~20mA PID 4~20mA	حالت خروجی آنالوگ که می‌توان آنرا 0/4~20mA برای دبی یا خروجی PID تنظیم کرد. *در حالت Disable خروجی همیشه 0mA خواهد بود.
2-2- Analog Output Force	Not Force Force to 0,1,2,~,20mA	تحریک دستی خروجی آنالوگ از 1 تا 20mA با فواصل 1mA
2-3-Analog Out Min Flow	0.0~999999.0 Liter/Hour	حداقل دبی برای حد پایین جریان‌دهی خروجی (0/4mA)
2-4- Analog Out Max Flow	0.0~999999.0 Liter/Hour	حداکثر دبی برای حد بالای جریان‌دهی خروجی (20mA)
2-5- Analog Out Value	0/4~20mA	مقدار کنونی خروجی آنالوگ
2-6-Analog Out Offset	-20000~20000	Offset خروجی آنالوگ(به ازای هر 327 عدد Offset 0.1 mA تغییر در خروجی آنالوگ)
2-7-Analog Out D.E.C.	0~99999	AD5420 Data Eror
2-8-A.Out Open Loop Alarm	Alarm Disabled Alarm Enabled	هشدار باز بودن خروجی آنالوگ غیرفعالسازی هشدار فعالسازی هشدار
2-9-mA & Totalizer Damping	1~99	میانگین‌گیری مربوط به خروجی ها و Totalizer

۴,۶,۳ تنظیمات خروجی‌های دیجیتال Digital Outputs Setting

تنظیمات خروجی‌های دیجیتال مطابق جدول زیر قابل انجام است.

	1	2	3	4-Menu
	3-Digital Output 1 Setting			

Parameter	Range	Description	
3-1-Digital Out- Mode	Disable	در این حالت خروجی همیشه غیر فعال است.	حالت یا عملکرد خروجی دیجیتال در این قسمت تنظیم
	High Flow Alarm	در حالتی که فلو از مقدار پارامتر 3-3 بیشتر شود خروجی فعال می‌شود.	
	Low Flow Alarm	در حالتی که فلو از مقدار پارامتر 3-4 کمتر شود خروجی فعال می‌شود.	
	Flow Out of Range	زمانی که فلو از محدوده پارامتر 3-3 و 3-4 خارج شود خروجی فعال می‌شود.	
	System is OK	در حالتی که دستگاه هیچ خطایی نداشته باشد خروجی روشن است.	
	Volume Pulse	در این حالت به ازای عبور مقدار مشخصی از مایع (پارامتر 3-7) یک پالس به طول پارامتر 3-6 بر روی خروجی دیجیتال ارسال می‌شود.	
	Total 1 Limit	در صورتی که مقدار Totalizer مربوطه از مقدار تعیین شده برای Total Limit واقع در سربرگ Setting. بیشتر باشد خروجی روشن می‌شود.	
	Total 2 Limit		
	Batch Filling Valve	خروجی برای باز کردن شیر کنترلی سیستم پرکن اتوماتیک عمل می‌کند.	
3-2- Digital Out Force	Not Forced	عدم تحریک دستی (تحریک اتوماتیک)	تحریک دستی خروجی دیجیتال
	Force to OFF	خاموش کردن دستی	
	Force to ON	روشن کردن دستی	
3-3- Digital Out High Limit	0.0~999999.0 Liter/Hour	حد بالا برای عملکرد خروجی دیجیتال	
3-4- Digital Out Low Limit	0.0~999999.0 Liter/Hour	حد پایین برای عملکرد خروجی دیجیتال	
3/4-5- Digital Out Hystersis	10~6550.0 Liter/Hour	مقدار تاخیر Hystersis برای خروجی دیجیتال	
3-6- Digital Out Pulse width	1~1300 [120*µSec]	مدت زمان یا عرض پالس ایجاد شده در خروجی دیجیتال	
3-7- Digital Out Volume/Pulse	0.01~100000.0 cc	تنظیم حجم عبوری به ازای هر پالس بر حسب mLiter	

ⓘ ولتاژ خروجی دیجیتال 24VDC و حداکثر جریان مجاز آن 500mA می‌باشد.

ⓘ تنظیمات خروجی دیجیتال دوم نیز همانند خروجی دیجیتال اول در زیر منوی 3-Digital Output2 Setting قابل انجام است.

٤,٦,٤ تنظیمات ورودی‌های دیجیتال Digital Inputs Setting

از ورودی‌های دیجیتال جهت صفر کردن مقادیر Totalizerها، ثابت نگه‌داشتن آنها، متوقف کردن اندازه‌گیری فلو و فعال یا غیر فعال کردن PID کنترلر استفاده می‌شود. تنظیمات این بخش از طریق زیر منوی Digital Inputs Setting قابل انجام می‌باشد.

	1	2	3	4-Menu
	5- Digital Inputs Setting			

Parameter	Range	Description
5-1-Digital Input-1 Mode	Disable	ورودی دیجیتال غیر فعال
	Totalzer 1 Reset	صفر شدن Totalizer شماره یک*
	Totalizer 2 Reset	صفر شدن Totalizer شماره دو**
	Totalizer 1&2 Reset	صفر شدن همزمان Totalizer شماره یک و دو***
	Totalizer 1 Hold	ثابت نگه داشتن Totalizer شماره یک
	Totalizer 2 Hold	ثابت نگه داشتن Totalizer شماره دو
	Totalizer 1&2 Hold	ثابت نگه داشتن هردو Totallizer
	PID Enable	فعال یا غیر فعال کردن کنترلر PID (فقط برای ورودی دیجیتال شماره یک) ****
	Batch Filling Start	با ON شدن ورودی دیجیتال فرآیند Batch Filling شروع می‌شود
5-2- Digital Input-2 Mode	حالت ورودی دیجیتال دوم هم مانند ورودی دیجیتال یک قابل تنظیم می‌باشد.	

* در صورتی می‌توان از این طریق Totalizer را صفر کرد که پارامتر 2-7 این اجازه را داده باشد. (بخش ۴.۶.۶)

** در صورتی می‌توان از این طریق Totalizer را صفر کرد که پارامتر 4-7 این اجازه را داده باشد. (بخش ۴.۶.۶)

*** در صورتی می‌توان از این طریق Totalizerها را صفر کرد که پارامتر های 2-7 و 4-7 این اجازه را داده باشند. (بخش ۴.۶.۶)

**** در صورتی که پارامتر1-8 بر روی گزینه *Enable By Digital Input* تنظیم شده باشد به کار می رود. (بخش ۴.۶.۷)

ⓘ حداقل ولتاژ تحریک ورودی دیجیتال 18VDC با حداقل جریان 5mA می‌باشد.

٤,٦,٥ تنظیمات خروجی سریال Modbus Setting

	1	2	3	4-Menu
	6- Modbus Setting			
Parameter	Range	Description		
6-1- Modbus Baud Rate	9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600	سرعت انتقال داده در ارتباط Modbus		
6-2- Modbus Data Mode	8bit, No Parity, 2Stop	پارامترهای ارتباطی Modbus		
6-3- Modbus Node Address	0~31	شمارهٔ گره در ارتباط سریال با پروتکل Modbus		

آدرس پارامترهای ارتباط سریال در بخش ۶ (پیوست A) آمده است.

٤,٦,٦ تنظیمات توتالایزرها Totalizers Setting

	1	2	3	4-Menu
	7- Totalizers Setting			
Parameter	Range	Description		
7-1- Totalizer 1 Unit	ml(1DP)/ Liter(1DP)/ m3(3DP)	واحد توتالایزر: میلی لیتر/ لیتر/ متر مکعب		
7-2- Total 1 Reset Mode	OFF(Cannot Reset)	در این حالت توتالایزر هیچوقت صفر نمی‌شود.	تنظیم نحوهٔ صفر کردن توتالایزر	
	Reset in Setting Page	توتالایزر با استفاده از پارامتر Reset Totalizer 1 در سربرگ Setting صفر می‌شود.		
	Reset With Digital In.	توتالایزر با استفاده از ورودی دیجیتال* صفر می‌شود.		
	Reset in Sett. & Dig. In.	در این حالت توتالایزر با هر دو حالت قبلی ریست می‌شود.		
	Reset on Limit	صفر شدن توتالایزر با فرارسیدن حد تنظیم شده به عنوان Totalizer Limit در سربرگ Setting		
7-3- Totalizer 2 Unit	این پارامترها همانند Totalizer1 تنظیم می‌شود.			
7-4- Total 2 Reset Mode				

*در صورتی مقدار توتالایزر صفر می‌شود که پارامتر *Digital Input Mode* در زیر منوی *Digital Input Setting* واقع در سربرگ *Menu* بر روی *Totalizer Reset* تنظیم شده باشد. (بخش ۵)

٤,٦,٧ تنظیمات کنترلر PID

	1	2	3	4-Menu
	8- PID Controller Setting			

Parameter	Range	Description	
8-1- PID Mode	Disable	غیر فعال	حالت عملکرد کنترلر
	Always Enable	همیشه فعال	
	Enable By Digital Input	فعال در صورت ON بودن ورودی دیجیتال*	
8-2- PID Gain(P)	0.001~65.000	ضرایب کنترلر PID	
8-3- PID Integral(i)	0.00~650.00 Sec		
8-4- PID Derivative(D)	0.00~650.00 Sec		
8-5- PID Sample Time	0.1~20.0 Sec	زمان نمونه برداری کنترلر	
8-6- PID Out Min Valve	0~100 %	بازهٔ عملکرد خروجی کنترلر	
8-7- PID Out Max Valve	1~100 %		
8-8- PID Out Direction	Incremental/decremental	جهت عملکرد خروجی کنترلر به صورت افزایشی/ کاهشی	

*در صورتی با این حالت کنترلر PID فعال می‌شود که پارامتر Digital Input Mode در زیر منوی Digital Input Setting واقع در سربرگ Menu بر روی PID Enable تنظیم شده باشد. (بخش ⍰)

ⓘ راهنمای تنظیم کنترلر PID در پیوست B (بخش ۷) همین دفترچه آمده است.

٤,٦,٨ تنظیمات حالت پرکن Batch Filling Setting

فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک** می‌توانند بدون نیاز به هیچ کنترلر دیگری به طور خودکار با استفاده از قابلیت BatchFilling عملیات پر کردن را کنترل نمایند. عملیات پرکن می‌تواند به صورت دستی و یا با استفاده از یک ورودی دیجیتال فعال گردد (بخش ۴.۶.۴) و در هر سیکل پرکن برنامهٔ BatchFilling شیر کنترلی سیستم پرکن را به صورت خودکار باز و بسته می‌نماید. پارامترها و تنظیمات مربوط به سیستم BatchFilling در جدول زیر شرح داده شده است.

	1	2	3	4-Menu
	9- Batch Filling Setting			

Parameter	Range	Description
9-1- Manual Force Filling	Filling not Forced	کارکرد پرکن به صورت اتوماتیک
	Manual Force Filling	تحریک دستی پرکن
9-2- Auto SP. Correction	Auto Fill Setpoint OFF	سیستم تصحیح خودکار* خاموش
	Auto Fill Setpoint ON	سیستم تصحیح خودکار روشن
9-3- Initial Diff. Value	-9999.9~9999.9 mLiter	این مقدار در اولین سیکل کاری پرکن به پارامتر Next Filling Setpoint اضافه می‌گردد.
9-4- Max Filling Time	0.0~50.0 Sec	بیشترین زمان مجاز برای پر کردن هر ظرف**
9-5- Valve OFF Time	0.00~7.50 Sec	زمان نمونه برداری کنترلر
9-6- Last Filling Volume	حجم آخرین ظرف پر شده	
9-7- Last Difference	اختلاف بین آخرین مقدار Next filling Setpoint و Last Filling Volume	
9-8- Next Filling Setpoint	مقدار Setpoint اصلاح شده	
9-9- Last Filling Time	مدت زمان پر شدن آخرین ظرف	

* با فعالسازی "سیستم تصحیح خودکار"، دستگاه پارامتر *Next Filling Setpoint* را با پارامتر *Last Filling Volume* مقایسه کرده و در صورت وجود هر گونه اختلافی بین این دو خطای بوجود آمده را با تغییر *Next Filling Setpoint* جبران می‌سازد.

** در صورتی که زمان پر کردن از این حد تجاوز نماید به معنی آن است که دبی پایین‌تر از حد انتظار است و یا مخزن پرکن خالی شده است در این حالت فرآیند پر کردن متوقف می‌شود و خطای *Low Flow Alarm* فعال می‌شود.

٤,٦,٩ منوی کالیبراسیون Calibration & EPD Setting

	1	2	3	4-Menu
	5- Calibration & EPD Setting			

Parameter	Range	Description	
10-1- Calibration Factor	0.0000~9999.9999	ضریب تصحیح فلو (این ضریب در عدد فلوی اندازه‌گیری شده ضرب می‌شود)	
10-2- Low Cut-off EL. Volt.	0~65535 µV	در صورتی که ولتاژ القا شده روی الکترودها از این میزان کمتر باشد فلو را صفر در نظر می‌گیرد. (تنظیم توسط کارخانه)	
10-3-Empty Pipe Det.Enable	0=EPD Disable	غیر فعال کردن	*تشخیص خالی بودن لوله
	1=EPD Enable	فعال کردن	
10-4-Empty Pipe Det.Level	0~9999 mV	سطح ولتاژ نشان‌دهنده خالی بودن لوله (تنظیم توسط کارخانه)	

*در صورت فعال بودن این گزینه هنگامی که محصولی داخل لوله نباشد، روی LCD دستگاه هشدار Empty Pipe Detected به معنی خالی بودن لوله نمایش داده می‌شود و Totalizer ها نیز متوقف می‌شوند.

٤,٦,١٠ منوی تنظیمات جدول چگالی Density Table Setting

فلومترهای الکترومغناطیسی **پریسماتک** می‌توانند علاوه بر اندازه‌گیری میزان دبی حجمی، دبی جرمی محصول را نیز با توجه به چگالی مشخص شده در جدول زیر محاسبه نمایند. بدین منظور توسط پارامترهای این جدول می‌توان چگالی پنج محصول را با نام دلخواه ذخیره و در سربرگ **Setting** بخش (۴.۴) محصول مورد نظر را انتخاب کرد تا اندازه‌گیری با توجه به چگالی صورت گیرد.

	1	2	3	4-Menu
	5- Density Table Setting			

Parameter		Range	Description
11-1 11-3 11-5 11-7 11-9	**Product Name x**	Max 10 Characters	نام محصول
11-2 11-4 11-6 11-8 11-A	**Product Density x**	0.0000~9999.9999	چگالی محصول

٤,٦,١١ منوی تنظیمات کارخانه Factory Setting

	1	2	3	4-Menu
	5- Factory Setting			

Parameter	Range	Description
12-1-Test Timer Value	0.1~6500 Hour	مدت زمان سپری شده از تست
12-2-Test Timer Setpoint	0.1~6500 Hour	مدت زمان تعیین شده برای تست
12-3-Test Timer Status	Off	وضعیت فعال/غیرفعال بودن تایمر
	ON	

۵ سرویس و نگهداری

فلومتر الکترومغناطیسی **پریسماتک** به نحوی طراحی و ساخته شده است که در شرایط نرمال استفاده، نیازی به نگهداری و مراقبت دائم ندارد. در صورت بروز مشکل پارامترهای خطایابی دستگاه (بخش ۰) را بررسی نمایید.

- اغلب مواقع اندازه‌گیری ناپایدار خطا در اندازه‌گیری به دلیل مشکل در سیم ارت به وجود می‌آید. که در این مواقع ابتدا می‌بایست از صحت ارت اطمینان حاصل نمود.
- برای تمیز کردن سطح بیرونی دستگاه از موادی استفاده نمایید که به بدنه آسیب نرساند.
- گسکت‌های کلمپ دو سر سنسور می‌بایستی به صورت دوره‌ای بررسی شوند و در صورت نیاز تعویض گردند. فواصل زمانی برای هر بار تعویض به دمای کاری و مواد عبوری از داخل خط لوله بستگی دارد.

٦ پیوست A: آدرس پارامترهای ارتباط سریال RS485 Modbus RTU

1- Display Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
1-1- Flow Unit	7	Uint-16bit	R/W	0= ml/Min 1= ml/Sec 2= Liter/Hour 3= Liter/Min 4= Liter/Sec 5= m3/Hour 6= m3/Min
1-2- Flow Dot Points	8	Uint-16bit	R/W	0 to 3
1-3- Flow Direction	9	Uint-16bit	R/W	0= Positive 1= Negative 2= Bi-Directional
1-4-Flow Damping Time	22	Uint-16bit	R/W	0.1 to 20 Sec
1-5-Flow Simulation	203.9	Bit	R/W	0= Flow Simulation OFF 1= Flow Simulation ON
1-6-Simulated Flow Value	580	Int-32bit	R/W	۰ to ۹۹۹۹۹۹.۹
1-7-LCD goto Standby time	Save in Display Unit			
1-8-LCD Brightness Percent	Save in Display Unit			
1-9-Change Password	73	Uint-16bit	R/W	0 to 9999
1-A-Power key Enable	Save in Display Unit			

2- Analog Output Setting				
Parameter Name	Modbus Address	Format	Type	Range
2-1- Anal. Out. Mode	25	Uint-16bit	R/W	0= Off 1= Flow 0-20 mA 2= Flow 4-20 mA 3= PID 0-20 mA 4= PID 4-20 mA
2-2- Anal. Out. Force	26	Uint-16bit	R/W	0= No Force 1= Force to 0 mA 2= Force to 1 mA 20= Force to 19 mA 21= Force to 20mA
2-3- An. Out Min Flow	354	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999998.0 L/h
2-4- An. Out Max Flow	356	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999999.0 L/h
2-5- An. Out Value	231	Uint-16bit	R	0.000 to 20.000 mA 0=0mA，65535=20mA
2-6-Analog Out Offset	89	Int-16bit	R/W	-20000 to +20000 Each 327 Offset Value = 0.1 mA
2-7-Analog Out D.E.C.	209	Uint-16bit	R	0 to 99999
2-8-A. Out Open Loop Alarm	2.8	Bit	R	0= Alarm Disabled 1= Alarm Enabled
2-9-mA & Totalizer Damping	21	Uint-16bit	R/W	1 to 100

3- Digital Output 1 Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
3-1- Dig. Out1 Mode	41	Uint-16bit	R/W	0= OFF 1= High Flow Alarm 2= Low Flow Alarm 3= Flow Out of Range 4= System is OK 5= Volume Pulse 6= Total 1 Limit 7= Total 2 Limit
3-2- Dig. Out1 Force	42	Uint-16bit	R/W	0= Not Forced 1= Force to OFF 2= Force to ON
3-3- Dig Out1 Hi Limit	358	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999999.0 L/h
3-4- Dig Out1 Lo Limit	360	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999999.0 L/h
3-5- Dig Out1 Hysters.	43	Uint-16bit	R/W	1.0 to 6550.0 L/h
3-6- D.O.1 Pulse Width	44	Uint-16bit	R/W	1 to 1300 *720uSec
3-7-D.O.1 Volume/Pulse	366	Uint-32bit	R/W	0.01 to 100000.00 mLiter(CC)
Digital Output1 Status	203.6	Bit	R	0= D.O.1 is OFF 1= D.O.1 is ON

4- Digital Output 2 Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
4-1- Dig. Out2 Mode	47	Uint-16bit	R/W	0= OFF 1= High Flow Alarm 2= Low Flow Alarm 3= Flow Out of Range 4= System is OK 5= Volume Pulse 6= Total 1 Limit 7= Total 2 Limit
4-2- Dig. Out2 Force	48	Uint-16bit	R/W	0= Not Forced 1= Force to OFF 2= Force to ON
4-3- Dig Out2 Hi Limit	362	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999999.0 L/h
4-4- Dig Out2 Lo Limit	364	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999999.0 L/h
4-5- Dig Out2 Hysters.	49	Uint-16bit	R/W	1.0 to 6550.0 L/h
4-6- D.O.2 Pulse Width	50	Uint-16bit	R/W	1 to 1300 *720uSec
4-7- D.O.2 Volume/Pulse	368	Uint-32bit	R/W	0.01 to 100000.00 mLiter(CC)
Digital Output2 Status	203.7	Bit	R	0= D.O.1 is OFF 1= D.O.1 is ON

5- Digital Inputs Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
5-1- Dig. In1 Mode	53	Uint-16bit	R/W	0= Disable 1= Total1 Reset 2= Total2 Reset 3= Total1&2 Reset 4= Total1 Hold 5= Total2 Hold 6= Total 1&2 Hold 7= PID Enable
Dig. In1 Status	203.4	Bit	R	0= D.In.1 is OFF 1= D.In.1 is ON
5-2- Dig. In2 Mode	54	Uint-16bit	R/W	0= Disable 1= Total1 Reset 2= Total2 Reset 3= Total1&2 Reset 4= Total1 Hold 5= Total2 Hold 6= Total 1&2 Hold
Dig. In2 Status	203.5	Bit	R	0= D.In.2 is OFF 1= D.In.2 is ON

6- Modbus Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
6-1- Modbus Baud Rate	29	Uint-16bit	R/W	0= 9600 bps 1= 19200 bps 2= 38400 bps 3= 57600 bps 4= 115200 bps 5= 230400 bps 6= 460800 bps 7= 921600 bps
6-2- Modbus Data Mode	30	Uint-16bit	R/W	0= 8bit,Even,1Stop 1= 8bit,Even,2Stop 2= 8bit,Odd,1Stop 3= 8bit,Odd,2Stop 4= 8bit,None,1Stop 5= 8bit,None,2Stop
6-3- Modbus Node Add.	31	Uint-16bit	R/W	0 to 31

7- Totalizers Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
7-1- Totalizer1 Unit	57	Uint-16bit	R/W	0= ml (No DP) 1= Liter (1 DP) 2= m^3 (3 DP)
7-2- Total1 Reset Mode	59	Uint-16bit	R/W	0= OFF 1= Setting Page 2= Digital Input 3= Sett. & Dig. In 4= Reset on Limit
7-3- Totalizer2 Unit	60	Uint-16bit	R/W	0= ml (No DP) 1= Liter (1 DP) 2= m^3 (3 DP)
7-4- Total2 Reset Mode	62	Uint-16bit	R/W	0= OFF 1= Setting Page 2= Digital Input 3= Sett. & Dig. In 4= Reset on Limit
Totalizer 1 Value	572	Uint-32bit	R	Depended on Parameters: 7-0
Totalizer 2 Value	574	Uint-32bit	R	Depended on Parameters: 7-3
Totalizer 1 Limit	370	Uint-32bit	R/W	Depended on Parameters: 7-0 Range : 0 to 999999999
Totalizer 2 Limit	372	Uint-32bit	R/W	Depended on Parameters: 7-3 Range : 0 to 999999999
Totalizer 1 Reset Bit	203.A	Bit	W	1= Totalizer 1 Reset
Totalizer 2 Reset Bit	203.B	Bit	W	1= Totalizer 2 Reset

8- PID Controller Setting				
Parameter Name	Modbus Address	Format	Type	Range
8-1-PID Enable Mode	33	Uint-16bit	R/W	0= Disable 1= Always Enable 2= Enable By Dig. In. 1
8-2-PID Gain (P)	34	Uint-16bit	R/W	0.001 to 65.000
8-3-PID Integral (I)	35	Uint-16bit	R/W	0.00 to 650.00 Sec
8-4-PID Derivative(D)	36	Uint-16bit	R/W	0.00 to 650.00 Sec
8-5-PID Sample Time	37	Uint-16bit	R/W	0.1 to 20.0 Sec
8-6-PID Out Min Value	38	Uint-16bit	R/W	0 to 100 %
8-7-PID Out Max Value	39	Uint-16bit	R/W	1 to 100 %
8-8-PID Out Direction	2.2	Bit	R/W	0= Incremental 1= Decremental
PID Setpoint	388	Uint-32bit	R/W	0.0 to 999999.9 Liter/Hour
PID Loop Output	223	Uint-16bit	R	0.00 to 100.00 % 0=0% , 65535=100%
PID Manual Value	40	Uint-16bit	R/W	0 to 100 %

9- Batch Filling Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
9-1-Manual Force Filling	245.0	Bit	R/W	0= Filling not Forced 1= Manual Force Filling
9-2-Auto SP.Correction	5.0	Bit	R/W	0= Auto Fill Setpoint OFF 1= Auto Fill Setpoint ON
9-3-Initial Diff.Value	402	Int-32bit	R/W	-9999.9 to 9999.9 mLiter(cc)
9-4-Max Filling Time	400	Uint-32bit	R/W	0 to 99.9 Sec
9-5-Valve Off Time	66	Uint-16bit	R/W	0 to 9.99 Sec
9-6-Last Filling Volume	592	Uint-32bit	R	0 to 9999999.9 mLiter(cc)
9-7-Last Difference	594	Int-32bit	R	-999999.9 to 999999.9
9-8-Next Filling Setpoint	596	Uint-32bit	R	0 to 9999999.9 mLiter(cc)
9-9-Last Filling Time	600	Uint-32bit	R	0 to 999.99 Sec

10- Calibration & EPD Setting				
Parameter Name	Modbus Address	Format	Type	Range
10-1-Calibration Factor	374	Uint-32bit	R/W	0 to 9999.9999
10-2-Low Cut-off EL.Volt.	16	Uint-16bit	R/W	0 to 65535
10-3-Empty Pipe Det.Enable	23.0	Bit	R/W	0= EPD Disable 1= EPD Enable
10-4-Empty Pipe Det.Level	18	Uint-16bit	R/W	0 to 9999

11- Density Table Setting				
Parameter Name	Modbus Address	Format	Type	Range
11-1-Product 1 Name	100	ASCCI(US)	R/W	Max 10 Characters
11-2-Product 1 Density	410	Uint-32bit	R/W	0 to 9999.9999
11-3-Product 2 Name	105	ASCCI(US)	R/W	Max 10 Characters
11-4-Product 2 Density	412	Uint-32bit	R/W	0 to 9999.9999
11-5-Product 3 Name	110	ASCCI(US)	R/W	Max 10 Characters
11-6-Product 3 Density	414	Uint-32bit	R/W	0 to 9999.9999
11-7-Product 4 Name	115	ASCCI(US)	R/W	Max 10 Characters
11-8-Product 4 Density	416	Uint-32bit	R/W	0 to 9999.9999
11-9-Product 5 Name	120	ASCCI(US)	R/W	Max 10 Characters
11-A-Product 5 Density	418	Uint-32bit	R/W	0 to 9999.9999

12-Factory Setting				
Parameter Name	**Modbus Address**	**Format**	**Type**	**Range**
12-1-Test Timer Value	608	Uint-32bit	R	0 to 9999.9
12-2-Test Timer Setpoint	4	Uint-16bit	R	1 to 65000
12-3-Test Timer Status	2.0	Bit	R	0= Test Counter Off 1= Test Counter ON

HART Setting					
No.	Name	Modbus Address	Format	Type	Range
1	HART Baud Rate	32	Uint-16bit	R/W	0= 9600 bps 1= 19200 bps 2= 38400 bps 3= 57600 bps 4= 115200 bps 5= 230400 bps 6= 460800 bps 7= 921600 bps
2	HART Data Mode	27	Uint-16bit	R/W	0= 8bit,Even,1Stop 1= 8bit,Even,2Stop 2= 8bit,Odd,1Stop 3= 8bit,Odd,2Stop 4= 8bit,None,1Stop 5= 8bit,None,2Stop
3	HART Node Add.	28	Uint-16bit	R/W	0 to 31

Alarm List & Addresses(Bit)				
No.	**Name**	**Address**	**Type**	**Solution**
1	Digital Output 1 Pulse Overlap	227.0	R	Increase "3-6-D.O.1 Volume/Pulse" and/or Decrease "3-5- D.O.1 Pulse Width"
2	Digital Output 2 Pulse Overlap	227.1	R	Increase "4-6-D.O.1 Volume/Pulse" and/or Decrease "4-5- D.O.1 Pulse Width"
3	Micro Controller 2 Read Error	227.2	R	
4	Test Timer Timeout!!!	227.3	R	Call to Control System Co.
5	Totalizer 1 Reset Inhibited	227.4	R	Change "7-1-Total1 Reset Mod"Parameter
6	Totalizer 2 Reset Inhibited	227.5	R	Change "7-3-Total2 Reset Mod"Parameter

۷ پیوست B: تنظیم کنترلرهای PID

۷,۱ تئوری PID

کنترل تناسبی- انتگرالی- مشتقی (PID) متداولترین کنترلری است که در حال حاضر در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بخشی از محبوبیت کنترلرهای PID بدلیل عملکرد مناسب آنها در طیف وسیعی از شرایط کاری و بخش دیگری هم از سادگی عملکرد آن ناشی می‌شود که به مهندسان اجازه می‌دهد به سادگی با آنها کار کنند.

کنترلر PID همانطور که از نامش پیداست شامل سه ضریب تناسبی، انتگرالی و مشتق‌گیر می‌باشد که کاربر برای دستیابی به عملکرد بهینه می‌تواند آنها را تغییر دهد. در این مقاله سیستم‌های حلقه بسته، تئوری کنترلر PID کلاسیک، روش‌های مختلف تنظیم کنترلرهای PID، اثر تنظیم یک سیستم کنترل بر پاسخ سیستم حلقه بسته مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۷,۲ اثر عملیات کنترلی انتگرالی و مشتقی بر عملکرد سیستم

دراین بخش به بررسی اثرات عمیات کنترلی انتگرالی و مشتقی بر عملکرد سیستم می‌پردازیم. در اینجا تنها سیستم‌های ساده را در نظر می‌گیریم تا بتوان این اثرات را بر عملکرد سیستم به وضوح مشاهده کرد.

۷,۲,۱ عمل کنترل انتگرالی

در کنترل تناسبی که تابع تبدیل آن فاقد عامل انتگرالگیری است، در پاسخ به ورودی پله‌ای، خطای حالت ماندگار یا آفست وجود دارد. با منظور کردن عمل کنترل انتگرالی در کنترل کننده می‌توان این افست را حذف نمود.

در کنترل انتگرالی یک دستگاه سیگنال کنترل، یعنی سیگنال خروجی کنترل کننده، در هر لحظه با مساحت زیر منحنی سیگنال خطا تا آن لحظه برابر است. در این حالت سیگنال کنترل $u(t)$ حتی در زمانی که سیگنال خطا $e(t)$ صفر است می‌تواند مقداری غیر صفر داشته باشد. چنین چیزی در کنترل کنندهٔ تناسبی ممکن نیست، زیرا برای غیر صفر بودن سیگنال کنترل باید سیگنال خطا غیر صفر باشد. (وجود سیگنال خطای غیر صفر در حالت ماندگار نشانهٔ وجود آفست است).

توجه کنید که کنترل انتگرالی، در عین حذف افست یا خطای حالت ماندگار، می‌تواند به پاسخ نوسانی با دامنهٔ کاهشی و حتی افزایشی منجر شود، که هر دو معمولاً نامطلوب هستند.

۷,۲,۲ عمل کنترل مشتقی

افزودن کنترل کنندهٔ مشتقی به کنترلر تناسبی روشی برای دستیابی به کنترلری با حساسیت زیاد است. یکی از مزایای کنترل کنندهٔ مشتقی این است که به آهنگ تغییر سیگنال خطا پاسخ می‌دهد و می‌تواند قبل از بزرگ شدن بیش از اندازهٔ خطا، اصلاح قابل توجهی بوجود آورد. پس کنترل کنندهٔ مشتقی خطا را پیش‌بینی کرده، عمل تصحیح زود هنگام را انجام می‌دهد و به این ترتیب بر پایداری سیستم می‌افزاید.

اگر چه کنترل مشتقی اثر مستقیمی بر خطای حالت ماندگار ندارد، ولی با افزودن میرایی به سیستم اجازه می‌دهد بهرهٔ K_p بزرگتری انتخاب شود و این بهرهٔ بزرگتر دقت حالت ماندگار را بهتر می‌کند. چون کنترل مشتقی بر اساس آهنگ تغییر

سیگنال خطا عمل می‌کند نه خود سیگنال خطا، هرگز به تنهایی به کار نمی‌رود. کنترل مشتقی همیشه همراه با کنترل تناسبی و یا کنترل تناسبی- انتگرالی به کار می‌رود.

۷,۲,۳ عمل کنترل تناسبی- انتگرالی – مشتقی

ترکیب عمل‌های کنترلی تناسبی، انتگرالی و مشتقی کنترلر تناسبی، انتگرالی- مشتقی را بوجود می‌آورد. این عمل ترکیبی از مزایای تمامی سه کنترل کننده را یکجا در خود دارد. معادلهٔ کنترل کنندهٔ تناسبی- انتگرالی- مشتقی عبارتست از:

رابطهٔ ۱)

$$u(t) = k_p\left(e(t) + \frac{1}{T_i}\int_0^t e(\tau)d\tau + T_d\frac{de(t)}{dt}\right)$$

۷,۳ روش‌های تنظیم کنترلر PID

فرآیند تنظیم ضرایب بهینه برای P،I و D به منظور دستیابی به پاسخ ایده‌آل از یک سیستم کنترل تنظیم کنترلر نامیده می‌شود. برای این کار روش‌های مختلفی وجود دارد که در این مقاله سعی شده است روش آزمایش، خطا و روش زیگلر نیکولز توضیح داده شود.

۷,۳,۱ روش آزمایش–خطا

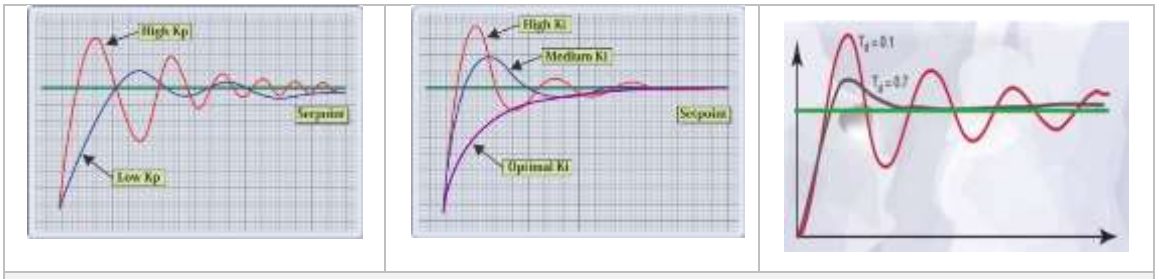
ضرایب کنترلر PID می‌تواند از طریق آزمایش و خطا بدست آید. زمانی که یک مهندس اثر ضرایب کنترلر را در پاسخ نهایی سیستم درک کرده باشد تنظیم کنترلر نسبتاً ساده می‌شود. در این روش ابتدا ضرایب I و D برابر صفر قرار داده می‌شود و ضریب تناسبی "P" به آرامی افزایش داده می‌شود تا خروجی سیستم شروع به نوسان کند. زمانی که ضریب تناسبی افزایش داده می‌شود، عملکرد سیستم سریعتر می‌شود ولی می‌بایست مراقب بود که سیستم ناپایدار نشود. زمانی که P طوری تعیین شد که پاسخ خواسته شده با سرعت عملکرد مورد نظر حاصل شد، ضریب انتگرالی I افزایش داده می‌شود تا نوسان‌ها متوقف شود. جملهٔ انتگرالی خطای حالت ماندگار را کاهش می‌دهد ولی از طرف دیگر باعث افزایش فراجهش (Overshoot) می‌شود. لازم به ذکر است که همیشه برای دستیابی به پاسخ سریع وجود مقداری فراجهش ضروری است. از جملهٔ انتگرالی برای دستیابی به حداقل خطای حالت ماندگار استفاده می‌شود. زمانی که ضرایب P و I برای دستیابی به پاسخ خواسته شده با سرعت و دقت مورد نظر تنظیم شدند، ضریب مشتق‌گیر افزایش داده می‌شود تا سرعت رسیدن پاسخ سیستم به Setpoint تعیین شده افزایش یابد. افزایش ضریب مشتق‌گیر باعث کاهش فراجهش شده و اجازه می‌دهد ضریب تناسبی بدون ناپایدار شدن خروجی بالاتر انتخاب شود ولی می‌تواند سیستم را نسبت به نویزهای ناخواسته بسیار حساس کند. برای جلوگیری از تاثیر نویزهای ناخواستهٔ حاصل از اندازه‌گیری متغیر کنترل بر مقدار جملهٔ مشتقی، در بسیاری از موارد جملهٔ مشتق‌گیر را همراه با یک فیلتر به کار می‌برند. در هر حال بیشتر اوقات، مهندسان نیازمند مصالحه بین یک مشخصه با مشخصهٔ دیگر به منظور دستیابی بهتر به موارد خواسته شده می‌باشند.

در جدول (۱) اثر هر یک از ضرایب کنترلر PID بر عملکرد سیستم نمایش داده شده است.

Gain Increase	Rise Time	OverShoot	Settling Time	Steady-State Error
K_p	▼	▲	Small Change	▼
K_i	▼	▲	▲	Great Reduce
K_d	Small Change	▼	▼	Small Change

جدول ۱) اثر تغییر ضرایب PID بر عملکرد سیستم کنترلی (در این جدول $K_i=K_p/T_i$)

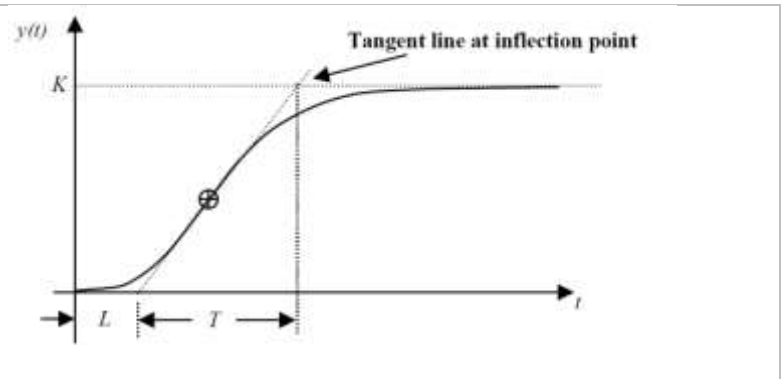
نمودارهای شکل (۱) اثرات تغییر ضرایب را در پاسخ سیستم کنترلی نمایش می‌دهند.



شکل ۱) نمودار اثر تغییر ضرایب PID بر عملکرد سیستم کنترلی (در این نمودارها $K_i=K_p/T_i$)

۷،۳،۲ روش اول زیگلر-نیکولز

در این روش پاسخ دستگاه به ورودی پلهٔ واحد را به طور تجربی، به صورت نشان داده شده در شکل(۲) می‌یابیم. در بسیاری از سیستم‌های صنعتی (سیستم‌هایی که در تابع تبدیل آنها نه انتگرال گیر وجود دارد و نه قطب‌های مزدوج مختلط غالب) پاسخ پله به صورت یک منحنی S شکل، همانند منحنی شکل(۲) خواهد بود. اگر پاسخ به صورت منحنی S شکل نباشد، این روش را نمی‌توان به کار برد. این منحنی پاسخ پله را می‌توان به صورت تجربی و یا با شبیه سازی دستگاه به دست آورد.



شکل۲) روش اول زیگلر- نیکولز

منحنی S شکل را می‌توان با دو پارامتر مشخص نمود، زمان تاخیر L و ثابت زمانی T. زمان تاخیر و ثابت زمانی با رسم خط مماس در نقطهٔ عطف منحنی S شکل، و یافتن محل برخورد آن با محور زمان و خط C(t)=K مطابق شکل(۲) تعیین می‌شود. زیگلر و نیکولز پیشنهاد می‌کنند مقادیر K_p، T_i و T_d بر اساس فرمول‌های جدول (۲) انتخاب شوند.

نوع کنترل کننده	K_p	T_i	T_d
P	T/L	∞	0
PI	0.9T/L	L/0.3	0
PID	1.2T/L	2L	0.5L

جدول۲) تنظیم کنترلر P، PI و PID با استفاده از روش اول تنظیم زیگلر- نیکولز

۷،۳،۳ روش دوم زیگلر-نیکولز

روش دوم قواعد تنظیم زیگلر-نیکولز یک روش محبوب دیگر برای تنظیم کنترلرهای PID می‌باشد. این روش تقریباً شبیه به روش آزمایش-خطا می‌باشد که در آن ضرایب I و D برابر صفر قرار داده می‌شود و ضریب P به تدریج افزایش داده می‌شود تا اینکه سیستم شروع به نوسان نامیرا کند. زمانی که نوسان شروع شد ضریب بحرانی K_u و پریود نوسان‌ها P_u اندازه‌گیری می‌شود. سپس ضرایب P، I و D بر اساس موارد نشان داده شده در جدول (۳) تنظیم می‌شوند.

Control	P	T_i	T_d
P	$0.5K_u$	-	-
PI	$0.45K_u$	$P_u/1.2$	-
PID	$0.6K_u$	$P_u/2$	$P_u/8$

جدول۳) تنظیم کنترلر P، PI و PID با استفاده از روش دوم تنظیم زیگلر- نیکولز

روش تنظیم اتوماتیک Relay based یک روش ساده برای تنظیم کنترل کننده‌های PID است که از سعی و خطا جلوگیری می‌نماید و امکان کارکرد سیستم را در مرزهای پایداری به حداقل می‌رساند.

- ✓ **دشواری‌های تنظیم**: زمانی که شما در مورد تنظیم کنترلرهای PID توسط مهندسین کنترل صحبت می‌کنید، به قواعد زیگلر-نیکولز و روش نوسان نهایی می‌رسید. در این موقع است که مهندسین خواهند گفت: "بله، روش تنظیم زیگلر-نیکولز، ما از این روش استفاده کردیم و سیستم به طرز نا مشخصی شروع به نوسان کرد، استراتژی نامناسبی است. علاوه بر این وقتی هم که با این روش تنظیم انجام شد پاسخ سیستم به طور کلی نوسانی است."

با توجه به اینکه روش تنظیم زیگلر-نیکولز روش خسته کننده و در برخی از موارد خطرناک است و بیشتر اوقات نوسان سیستم با سرعت بسیار کمی میرا می‌شود، این سوال بوجود می‌آید که چرا این روش اغلب به عنوان تنها روشی شناخته می‌شود که مهندسین ابزار دقیق با آن آشنایی دارند، و یا اینکه آیا اصلا استفاده از این روش مزایای قطعی دارد یا خیر؟

در واقع روش تنظیم زیگلر-نیکولز که در آن Gain کنترلر به روش تجربی تعیین می‌گردد تا فقط سیستم را از حالت ناپایدار خارج نماید شکلی از تعیین مدل ریاضی سیستم به روش تجربی است. تمامی روش‌های تنظیم شامل یک جزء شناسایی مدل می‌باشد، ولی روش‌های محبوبتر آنهایی هستند که این بخش را با سادگی و دقت بیشتری تقریب بزنند. مهندسان پس از سالیان متمادی استفاده از کنترلرهای PID به این فکر افتادند که یک روش خودکار برای بدست آوردن ضرایب کنترلر PID تدوین نمایند. این روش به Relay Feedback موسوم شده است و در بسیاری از تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد.