

FLOW COMPUTER

FC5000



사용자 설명서

목 차

1. 개요 (Introduction)	2
2. 제품 규격(Specifications)	3
2.1 ~ 2.13 제품 규격(Specifications)	3
3. 제품 설치(Installation)	7
3.1 일반(General)	7
3.2 단자 배치도(Terminal Layout Diagram)	8
4. 기본동작(Operation)	10
4.1 전면부 조작(Front Operation)	11
5. Data Setting/Calibration	13
5.1 Programming Chart	15
6. 입력 회로(Input Circuit)	18
6.1 주파수 입력(Frequency Flow Input)	18
6.2 아날로그 입력(Analog Input)	21
6.3 원격 스위치(Remote Switch)	23
7. 출력 회로(Output Circuit)	24
7.1 아날로그 출력(Analog Output)	24
7.1.1 Calculation	24
7.2 RS232/422/485 통신출력(Communication Output)	25
7.2.1 하드웨어(Hardware)	25
7.2.2 다중통신(Multi-point Communication)	26
7.2.3 프로토콜(Protocol)	27
7.3 데이터 로딩(Data Logging)	30
7.4 릴레이 출력(Relay Output)	30
7.5 펄스 출력(Pulse Output)	31
8. 내부 연산 설명(Internal Computation)	32
8.1 가스에 대한 연산 방정식(Gas Internal Computation Formula)	32
8.1.1 Ideal Gas	35
8.1.2 General Gas	35
8.1.3 Natural Gas	36
8.2 스팀 측정(Steam Measurement)	37
8.3 펄스 입력 감도 조정(Filtering)	39
8.4 비선형성 보정(Non-linearity)	40
8.4.1 Pulse 입력 선형 보정(Digital Input Linearity Correction)	40
8.4.2 Analog 입력 선형 보정(Analog Input Linearity Correction)	41
9. 부록(Appendix)	42
9.1 사용기호(Symbol)	42
9.2 Trouble Shooting	43
9.3 Modbus Address Map	44

1. 개요(Introduction)

MODEL FC5000 FLOW COMPUTER는 아래의 연산 방정식으로 가스와 스팀에 대한 보상을 합니다.

1. 보일-샤를의 이상 기체 방정식에 의한 온도, 압력 보상 (압축성 무시).
2. GENERAL GAS : Redlich & Kwong 상태방정식을 이용한 압축계수 계산.
3. NATURAL GAS : NX-19방정식을 이용한 압축 계수 계산.
4. 포화증기, 과열증기에 대한 스팀 방정식: 증기의 비중 (Specific Volume) 과 엔탈피 (Specific Enthalpy) 를 구하기 위한 표준방정식에 의해 Mass 와 Energy 의 순시량 계산.

Vortex, Turbine, Orifice Plate, Averaging Pitot Tubes, Wedges, V-Cons, Target Flow-Meter 등을 포함한 다양한 유량계의 출력을 처리합니다.

유량은 RTD 입력 또는 Analog(4-20mA) 입력에 의한 온도, Analog (4-20mA) 입력에 의한 압력에 따라 연산합니다. 또한, 보정 및 미보정 펄스를 통한 적산량 전송, 4~20mA 출력을 통한 순시량 전송, High and Low Flow larms 그리고 RS232/422/485 통신 출력 등 다양한 부가기능을 내장하고 있습니다. RS232/422/485 출력을 이용하면, 미리 프로그램에서 설정한 시간 간격으로 순시량과 적산량 값을 프린터로 출력할 수 있습니다. 이것을 프린터 또는 다른 저장 장치와 연결하여 사용하면 Data Logger 로써의 기능을 갖게 됩니다.

또한 제품 자체에도 Flash memory 가 내장되어 약 4000회 분의 Data 저장에 가능하며 자체 Logger 로써의 기능을 수행합니다.

(주의) 본 사용 설명서는 FC5000 모든 모델에 대해 설명하고 있으므로 사용 제품과 제품 옵션에 따라 기능이 제한되어 있을 수 있습니다.

2. 제품규격(Specifications)

2.1 일반사양

표시부	Graphic LCD Viewing Area : 73 x 52 mm	
LCD 응답 속도	0.25 sec 이하	
유량계 전원	24VDC, 최대 50mA	
입력 전원	DC	24V DC(option)
	AC	85 ~ 260 V AC
사용 온도	0℃ ~ 55℃	
크기	145mm(폭) x 75mm(높이) x 151mm(길이)	
Panel Cut Size	139mm(폭) x 66.5mm(높이)	

2.2 펄스 입력(Pulse Input)

주파수 범위	최소 : 순시량(Rate) 상태 0.25[Hz] 적산량(Total) 상태 0[Hz] 최대 : 10[kHz]
입력 타입	Voltage Pulse Current Pulse Contact Pulse Open Collector Pulse
Meter Factor 범위	0.000001 ~ 1000.000

2.3 아날로그 입력(4~20mA Input)

입력	유량, 온도, 압력
입력 임피던스	250Ω
측정 범위	Pressure : 0 kgf/cm ² ~ 1,000 kgf/cm ² Temp : -273℃ ~ 800℃
측정 정확도	0.1%

2.4 온도 입력(RTD Input)

입력	Temperature
측정 범위	-100°C (173.15°K) ~ 300°C (573.15°K) (이 범위를 초과할 경우 4~20mA 입력 사용)
정확도	±0.1°C
RTD Type	Platinum PT100(385) 4 Wires or Jump 2,3 Wires
선형성	내부 보상

2.5 압력 입력(Pressure Input)

압력 타입	절대압 또는 게이지압
범위	4 ~ 20mA에서 절대압 또는 게이지압 프로그램 가능
대기압	만일 게이지 압력 센서를 사용할 경우, 대기압력 프로그램 가능

2.6 아날로그 출력(4~20mA Output)

기능	LCD에 표시되는 순시량 비율에 따라 4 ~ 20mA 출력
분해능	12 bits
정확도	0.1% 이하
부하 저항	250Ω (내부전원, 24VDC)
절연	출력 절연

2.7 접점 출력(Relay Output)

기능	LCD에 표시되는 순시량에 의거한 High and Low 순시량 알람
최대 스위칭 전압	1250VA
최대 스위칭 전원	250VAC, 30VDC
최대 스위칭 전류	5 Amps

2.8 통신출력(RS232/422/485)

기능	프린터와 컴퓨터에 연결 가능
Output	출력은 설정한 시간 간격 또는 필요에 따라 가능
Baud-rate	300 ~ 19200 baud-rate
Data Bits	7 or 8 bit
Parity	None / Odd / Even parity

2.9 펄스출력(Pulse Output)

기능	DCS, PLC, 다른 Indicator에 연결하여 사용하는 Pulse 출력기능
Pulse 타입	보정 Pulse (적산량 증가분에 따른 Pulse Output) 미보정 Pulse (입력과 동일한 1:1 Pulse Output)
Pulse width	10msec(Negative going pulse) or 100msec, 250msec, 500msec
Duty Cycle	Max. 50 pulse/sec
출력 타입	Open Collector

2.10 Ideal Gas

LCD 표시	보정된 부피 (m ³), 질량 (kg)
온도 범위	-273°C ~ 400°C (RTD -100°C ~ 300°C)
압력 범위	0 kgf/cm ² ~ 100 kgf/cm ² abs

2.11 General Gas

가스 종류	임계온도, 압력, 비중 (SG) 을 알고 있는 대부분의 가스
LCD 표시	보정된 부피 (m ³), 질량 (kg)
압축률	Redlich-Kwong 방정식을 이용하여 연산
온도 범위	-273°C ~ 450°C (RTD -100°C ~ 300°C)
압력 범위	0 kgf/cm ² ~ 100kgf/cm ² abs

2.12 Natural Gas

계산 방법	고압축률 (Super-compressibility) F_{PV} 계산을 위해 NX-19 방정식을 이용
LCD 표시	보정된 부피 (m^3), 질량 (Kg)
온도 범위	-40°C ~ 115°C
압력 범위	0 kgf/cm^2 ~ 100 kgf/cm^2 abs
비중 (Specific Gravity) 범위	0.554 ~ 1.000
이산화탄소 농도	0 ~ 15% mole
질소 농도	0 ~ 15% mole

2.13 Steam

LCD 표시	질량 (kg), 에너지 (MJ or Mcal)
계산 방법	Steam의 비중과 엔탈피를 계산하기 위해 1967 IFC 공식을 이용
스팀 종류	포화 증기, 과열 증기
온도 범위	100°C ~ 450°C (RTD -100°C ~ 300°C)
압력 범위	0 kgf/cm^2 ~ 100 kgf/cm^2 abs

3. 제품 설치(Installation)

3.1 일반(General)

Model FC5000 FLOW COMPUTER의 단자에 관해서는 3.2절을 참조 하십시오.

패널의 컷 아웃 홀 (Cutout Hole)은 139mm(넓이) × 66.5mm(높이)입니다.

2개의 사이드 클립(Side Clip)은 패널에 본 기기를 안전하게 설치하기 위해 제공합니다.

본 기기는 **AC 85 ~ 260 V**에서 동작합니다.

(주의) Model FC5000의 모든 신호 연결은 실드 선 (Shielded Cable) 의 사용을 권장합니다.

또한, 입력 전원선과 신호선을 분리 시키는 것에 유의 하십시오. 노이즈의 원인이 될 수 있습니다.

3.2 단자 배치도(Terminal Layout Diagram)

	TER NO.	TER NAME	DESIGNATION	REMARK
PULSE IN	1	SUP	SUPPLY	
	2	S1+	SIGNAL1+	
	3	S1-	SIGNAL1-	
	4	S2+	SIGNAL2+	
	5	S2-	SIGNAL2-	
TEMP1	6	A	PT100_A	RTD 1
	7	a	PT100_a	
	8	B	PT100_B	
	9	b	PT100_b	COMMON
TEMP2	10	B	PT100_B	RTD2
	11	a	PT100_a	
	12	A	PT100_A	
ANALOG IN	13	SUP		SUPPLY
	14	T	ANALOG INPUT CH1 (+)	TEMPERATURE
	15	P	ANALOG INPUT CH2 (+)	PRESSURE
	16	F1	ANALOG INPUT CH3 (+)	FLOW 1
	17	F2	ANALOG INPUT CH4 (+)	FLOW 2
	18	GND	ANALOG GND	GND
COMMUNICATION	19	+	RTX+	RS485
	20	-	RTX-	
ANALOG OUTPUT	21	AO1+	ANALOG OUTPUT1 (+)	FLOW RATE
	22	AO1-	ANALOG OUTPUT1 (-)	
	23	AO2+	ANALOG OUTPUT2 (+)	
	24	AO2-	ANALOG OUTPUT2 (-)	
COMMUNICATION	25	Tx	DATA TRANSMIT	RS-232
	26	Rx	DATA RECEIVE	
	27	GND	GROUND	

1) 4~20mA OUTPUT의 기본 설정 : DC 12V의 전원이 실려 출력되고 있습니다.

* SW9 : Active - Internal power, Passive - External power

	TER NO.	TER NAME	DESIGNATION	REMARK
DO	28	FP	FACTORED PULSE	
	29	UF	UNFACTORED PULSE	
	30	-		
	31	DO2	ALM	
	32	GND	GROUND	
DI	33	DI1	RATE (9 CLOCK)	REMOTE CONTROL
	34	DI2	SET	
	35	DI3	RESET (3 CLOCK)	
	36	DI4	TOTAL (12 CLOCK)	
	37	DI5	DISPLAY (6 CLOCK)	
	38	DI6		
	39	GND	INPUT GROUND/COMMON	
DO	40	R1	RELAY1	
	41	R2	RELAY2	
	42	R3	RELAY3	
	43	R4	RELAY4	
	44	COM	COMMON	

Pulse 출력의 경우 외부 전원을 사용할 수 있습니다.

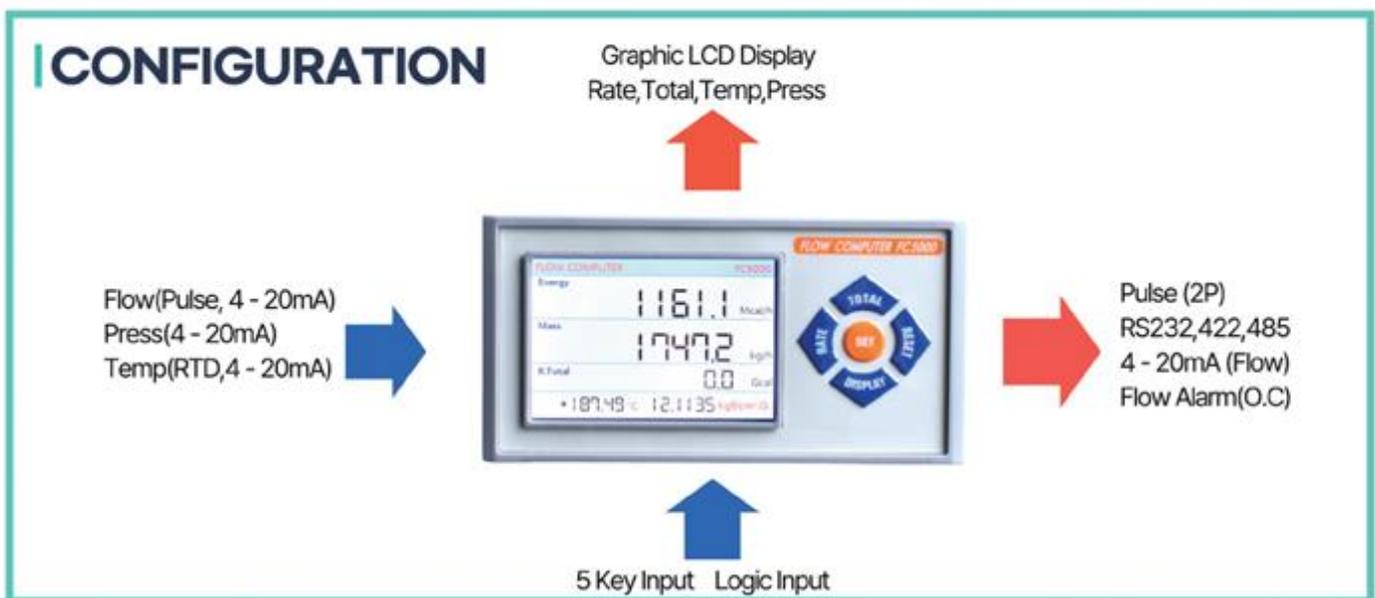
POWER

L	AC POWER	AC L
N		AC N
E		EARTH

4.기본 동작(Operation)

FC5000 FLOW COMPUTER는 고성능의 저 전력 RISC구조의 Microprocessor를 탑재하여 모든 제어기능과 연산을 처리합니다.

본 기기는 모든 동작 파라미터와 계산 상수를 사용자 임의로 프로그램 할 수 있으며 (5장 DATA SETTING /Calibration)을 참조), 또한 모든 동작 파라미터와 계산 실수를 비휘발성 메모리에 최소 5년간 Battery Backup 없이 보존할 수 있습니다.



4.1 전면부 조작(Front Operation)

Graphic LCD 표시부에는 계측된 순시량, 적산량 그리고 각종 파라미터 및 단위를 표시합니다.

동작 시 LCD에 표시되는 기본값들은 Calibration Mode (5장참조)에서 선택된 Default Display 값에 의해 변경됩니다.

예를 들어, Gas 유체에서 질량 (Mass) 으로 Default Display 값이 설정되어 있다면, "RATE" 키를 누르면 질량 순시량 값 (예, 1234 kg/h or ton/h) 이 지시되고, "TOTAL" 키를 누르면 질량 적산량 값(예, 1234 kg or ton)이 지시됩니다.

Pulse 출력, 4~20mA 출력, High/Low 알람 옵션 또한 Default Display 선택에 의거 합니다. 예를 들면, Default Display 가 질량으로 설정되어 있으면, 4~20mA 출력은 질량 순시량 에 따라 전송됩니다.

"DISPLAY" 키를 한 번씩 누를 때마다 아래와 같이 LCD 표시부에 지시 됩니다.

GAS 유체

보정된 부피 (Corrected Volume)	(Rate & Total)
질량 (Mass)	(Rate & Total)
온도와 압력 (Temperature & Pressure)	

STEAM 유체

질량 (Mass)	(Rate & Total)
열량 (Energy)	(Rate & Total)
온도와 압력 (Temperature & Pressure)	
비중과 엔탈피 (Specific Weight & Enthalpy)	

Default Display 값("RATE" 키 혹은 "TOTAL" 키를 누름) 이외의 값 ("DISPLAY" 키를 누를 때마다) 을 선택 할 경우, 선택된 데이터 값은 5초 동안 표시 되며, 다시 Default Display 값으로 전환 표시됩니다.

만일, Default Display 값으로 전환되는 것을 변경하려면, 5장 Calibration 에서 General Setup 의 "Default Return" 모드를 "Disable" 로 변경 설정 하십시오.

적산량은 소수점과 같이 최대 8자리로 표시 됩니다.

예를 들면, 소수점 두 자리로 설정 했다면, 최대 적산량은 999,999.99로 표시되며, 다음 적산량은 다시 "0"으로 표시되며 카운트가 계속됩니다.

대유량을 위해서 적산량은 적산 단위 (Unit)를 ×1000으로 프로그램 할 수 있으며, 이는 순시량 단위의 1000배의 단위로 적산하는 것을 의미합니다. 예를 들어, 질량 (Mass)으로 Default Display가 설정되어 있고 단위가 x1 로 설정 되어 있다면 순시량은 1000kg/h로 표시되고 적산량도 1000kg 단위로 표시 됩니다. 이를 x1000으로 설정 한다면, 순시량은 동일하며 적산량은 1 ton 단위로 표시 됩니다.

(이 설정은 5장 Calibration 에서 General Setup 의 "TOTAL UNITS" 모드를 변경함으로써 설정할 수 있습니다.)

그 예로 측정 단위는 다음과 같습니다.

SI Units

Rate (순시유량)	Total (적산량)
m ³ /h	km ³
kg/h	ton
MJ/h	GJ

KR Units

Rate (순시유량)	Total (적산량)
m ³ /h	km ³
kg/h	ton
Mcal/h	Gcal

(참고: k = ×1000, M = ×1,000,000, G = ×1000,000,000)

"DISPLAY" 키를 누름에 따라 "R. TOTAL" 그리고 "A. TOTAL" 두 가지의 적산량이 표시 됩니다.

"R. TOTAL"은 Reset 가능한 적산량이며, "A. TOTAL" 은 총 누적 적산량입니다.

"RESET" 키를 사용하여 R. Total 값을 초기화 시킬 수 있습니다. 두 개의 적산량 값(R. Total, A. Total) 을 초기화 하고자 하면 5장 Calibration 에서 General Setup 의 "TOTAL RESET" 모드에서 "YES" 을 선택하십시오.

"RESET" 키는 전면 패널에서의 부주의한 초기화 기능을 막기 위해서 작동을 제한 할 수 있습니다. 변경을 원하시면 5장의 Calibration에서 General Setup의 "FRONT RESET" 모드를 "DISABLE" 로 설정 하십시오

5. Data Setting/Calibration

SETTING모드는 동작 파라미터를 설정할 수 있게 하며, 입력 신호를 점검 할 수 있게 합니다.

SETTING 모드는 "SET" 키를 약 2~3초간 누르면 진입합니다.

CALIBRATION 중에 각각의 키 동작은 아래와 같습니다.

"RATE" 키 (◀)	변경시킬 수 있는 왼쪽으로 자리를 이동, 상위메뉴로 저장,이동
"TOTAL" 키 (UP ▲)	깜박이는 자리의 숫자를 증가시키거나 변수, 모드 선택을 변경
"DISPLAY" 키 (DOWN ▼)	깜박이는 자리의 숫자를 감소시키거나 변수, 모드 선택을 변경
"RESET" 키 (BACK ◀▶)	변경시킬 수 있는 오른쪽으로 자리를 이동
"SET" 키 (ENTER)	선택 항목 선택, 순차적으로 나타남

"RATE(9 CLOCK)", "TOTAL(12CLOCK)", "DISPLAY(6 CLOCK)" " RESET(3 CLOCK)" 키는 위쪽의

작은 화살표는 숫자변경,자리이동 하는데 사용할 수 있습니다.



사용자는 "DISPLAY" 키 (DOWN ▼) "키를 사용하여, 이들 항목들을 차례로 선택할 수 있습니다. 각 항목을 선택 진입하려면 "SET" 키를 누릅니다.

최상위 Calibration 모드를 벗어나려면, "▶" 키를 사용하여 LCD 표시부에 "END" 가 지시되면, "SET" 키를 눌러 Calibration/SETTING 모드를 벗어날 수 있습니다.

◆ Menu 항목의 설명

1. DIAGNOSTIC MODE

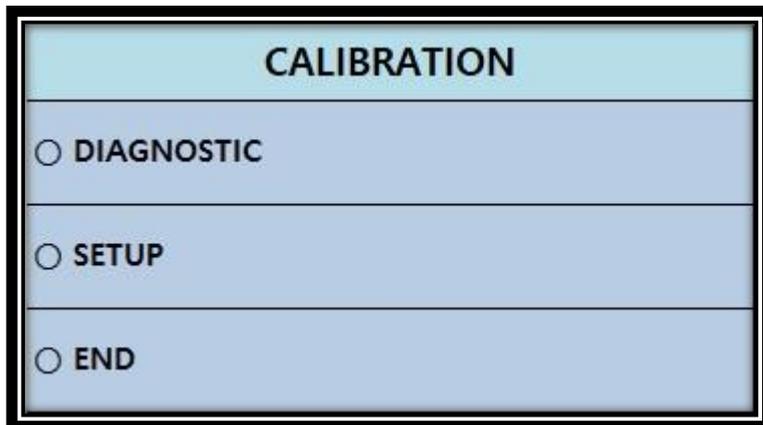
- 기기의 ID 번호 및 현재 입력되는 주파수, 온도, 압력 등을 표시하는 진단 모드입니다.

2. SETUP MODE

- 각 동작 파라미터 값들과 단위를 설정 할 수 있습니다
- SETUP Mode에서 "ENTER" 키를 누르면 PASSWORD를 묻습니다.
RL본적으로 비밀번호는 "1000"으로 SETTING 되어 있습니다.
- SETUP Mode에 접근한 후, 최상위 메뉴로 나올 경우에는 "RATE(9 CLOCK)", 키를 2초간 길게 누르면 됩니다.

3. END MODE

- Calibration Mode를 벗어 날 수 있습니다.



5.1 Programming Map

SETUP	
<input checked="" type="radio"/>	GENERAL SETUP
<input type="radio"/>	GAS SETUP
<input type="radio"/>	FLOW
<input type="radio"/>	TEMP/PRESS
<input type="radio"/>	OUTPUT
<input type="radio"/>	COMM
<input type="radio"/>	SYSTEM
<input type="radio"/>	NETWORK

공통사항 :SETUP은 8항목으로
 "TOTAL" 키 (▲)& "DISPLAY" 키 (▼)로
 이동후 SET Key로 진입
 DATA 수정후 RATE(9 CLOCK)"Key를
 2초누른후 상위메뉴로 이동

SETUP	GENERAL SETUP
<input type="radio"/> FLOW UNITS	<input type="radio"/> KR(°C) <input type="radio"/> SI(K)
<input type="radio"/> TOTAL UNITS	<input type="radio"/> X1 <input type="radio"/> X1000
<input type="radio"/> RATE DEPENDENT	<input type="radio"/> NO <input type="radio"/> YES
<input type="radio"/> FLOW TIMEBASE	<input type="radio"/> SEC <input type="radio"/> MIN <input type="radio"/> HOUR <input type="radio"/> DAY
<input type="radio"/> FRONT RESET	<input type="radio"/> DIABLE <input type="radio"/> ENABLE
<input type="radio"/> TOTAL RESET	<input type="radio"/> SET <input type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO
<input type="radio"/> PIPE SIZE	100.0 mm
<input type="radio"/> PULSE CNT RST	<input type="radio"/> FRONT <input type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO

유량의 기초 단위 등을 선택,직접입력

SETUP	GAS SETUP
<input type="radio"/> GAS SETUP	<input type="radio"/> GENERAL <input type="radio"/> G TYPE SELECT
<input type="radio"/> BASE TEMPER	+0015.0°C
<input type="radio"/> BASE PRESSURE	0.103323 kgf/cm ²
<input type="radio"/> SPECIFIC GRAVITY	1.0000
<input type="radio"/> CRIT TEMPER	+0015.0°C
<input type="radio"/> CRIT PRESSURE	038.4331 kgf/cm ²
<input type="radio"/> DEFAULT DISPLAY]	<input type="radio"/> MASS <input type="radio"/> VOLUME

사용유체에 대한 정보를 입력 항목

SETUP	FLOW
<input type="radio"/> F.signal type	<input type="radio"/> Frequency <input type="radio"/> Analog
<input type="radio"/> Flow in type	<input type="radio"/> NONE Liner <input type="radio"/> Liner
<input type="radio"/> Meter Factor	0.10000000+E1 L/P
<input type="radio"/> Filter Factor	04
<input type="radio"/> Flow Decimal	0000.0
<input type="radio"/> Total Decimal	0000.0

유량계의 출력사양 등을 선택, 직접입력

SETUP	TEMP/PRESS
<input type="radio"/> TEMPER TYPE	<input type="radio"/> RTD <input type="radio"/> Analog
<input type="radio"/> TEMPER OFFSET	+00.00
<input type="radio"/> PRESSURE INPUT	<input type="radio"/> GAUGE <input type="radio"/> ABSOLUTE
<input type="radio"/> ATM. PRESSURE	0.103323 kgf/cm ²
<input type="radio"/> PRESS. At 4 mA	0.00000 kgf/cm ²
<input type="radio"/> PRESS. At 20 mA	10.0000 kgf/cm ²

온도, 압력의 출력사양을 선택, 직접입력

SETUP	OUTPUT
<input type="radio"/> Channel Select	<input type="radio"/> CH1 <input type="radio"/> CH2
<input type="radio"/> AO Select	<input type="radio"/> Flow <input type="radio"/> Temp <input type="radio"/> Press
<input type="radio"/> Output Type	<input type="radio"/> Mass <input type="radio"/> Volume/Energy
<input type="radio"/> Flow Output Type	<input type="radio"/> Pulse(PA) <input type="radio"/> Analog
<input type="radio"/> PRESS. At 4 mA	0.00000000+E0
<input type="radio"/> PRESS. At 20 mA	0.00000000+E1

PULSE, ANALOG 출력의 사양을 선택, 직접입력

SETUP	COMM
<input type="radio"/> Instrument ID	1
<input type="radio"/> UART Protocol	<input type="radio"/> ASCII <input type="radio"/> MODBUS RTU
<input type="radio"/> Baud Rate(bps)	57600
<input type="radio"/> Word Size(bit)	8
<input type="radio"/> Parity	<input type="radio"/> None <input type="radio"/> Odd <input type="radio"/> Even
<input type="radio"/> Stop Size(bit)	<input type="radio"/> 1bit <input type="radio"/> 2bit
<input type="radio"/> RX Delay(ms)	100 ms
<input type="radio"/> TX Delay(ms)	0 ms

FC5000의 기본사양을 선택, 직접입력

SETUP	SYSTEM
<input type="radio"/> Language/Day	<input type="radio"/> Korea <input type="radio"/> USA <input type="radio"/> EUROPE
<input type="radio"/> Date(YMMMDD)	22 / 07 / 12
<input type="radio"/> Time(YMMMDD)	20 :15 : 42
<input type="radio"/> Date Erase	<input type="radio"/> YES <input type="radio"/> NO
<input type="radio"/> Save Interval	20 :15

FC5000의 기본사양을 선택, 직접입력

SETUP	NETWORK
<input type="radio"/> TYPE	<input type="radio"/> ETHERNET
<input type="radio"/> IP CONFIG	<input type="radio"/> STATIC <input type="radio"/> DHCP
<input type="radio"/> LOCAL IP	192.168.2.67
<input type="radio"/> LOCAL MASK	255.255.255.0
<input type="radio"/> LOCAL GATEWAY	192.168.2.1
<input type="radio"/> OPERATE MODE	<input type="radio"/> CLIENT <input type="radio"/> SERVER
<input type="radio"/> LOCAL PORT	00502
<input type="radio"/> PROTOCOL	<input type="radio"/> ASCII <input type="radio"/> MODBUS TCP
<input type="radio"/> COMPANY ID	KOVAL####
<input type="radio"/> TRANSMIT TIME	00 : 00 :01

NETWORK 통신의 기본사양을 선택,
직접입력

6. 입력 회로(Input Circuit)

Model FC5000 은 유량계에 전원을 공급하기 위하여 DC 24V의 절연된 출력을 가지고 있습니다.

6.1 주파수 입력(Frequency Flow Input)

MODEL FC5000은 유량계로부터의 주파수 혹은 대부분의 Pulse 신호를 받아들일 수 있는 입력 상태 카드가 있습니다. 후면 단자대의 8개의 Dip 스위치의 조합에 따라 입력 회로를 다른 신호 형식으로 전환 구성이 가능 합니다.

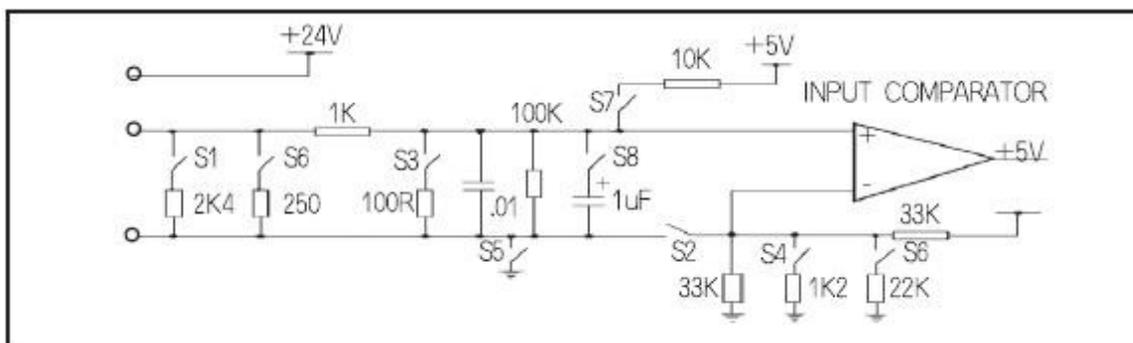
직접적으로 인터페이스 가능한 입력

- Turbine Flow-Meters
- Open Collector Outputs
- Reed Switches
- Logic Signal
- Two Wire Proximity Switches (2선식 근접 스위치)
- Current Pulse

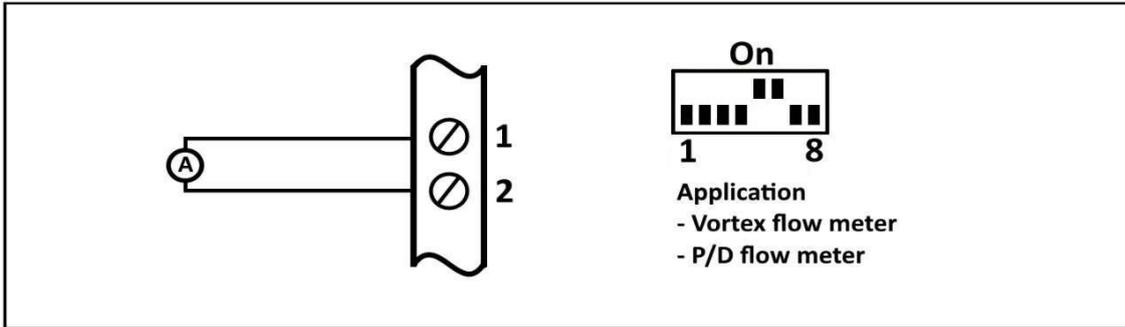
다음 표는 입력 신호 형식에 따른 스위치 Setting 방법입니다.

Input Signal Types	Input Terminal		DIP Switch Settings							
	+	-	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Current Pulse (P.A)	1	2	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
2. Open Collector or Reed Switch	2	3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF
3. Logic Signal CMOS, TTL, Pulse	2	3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
4. Switch or Reed Switch with debounce circuit(200Hz max)	2	3	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
5. Coil (200mV P-P최소)	2	3	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
6. Coil (low Impedance)22mV pp 최소	2	3	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

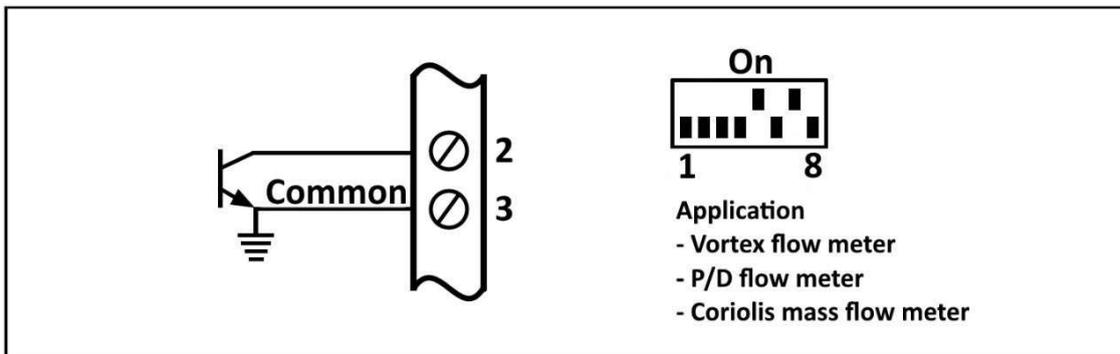
◆ Frequency Input Circuits



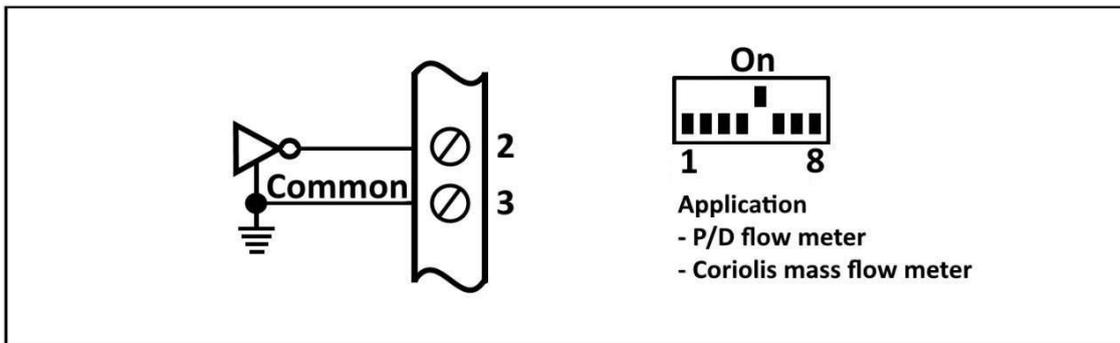
1. Current pulse



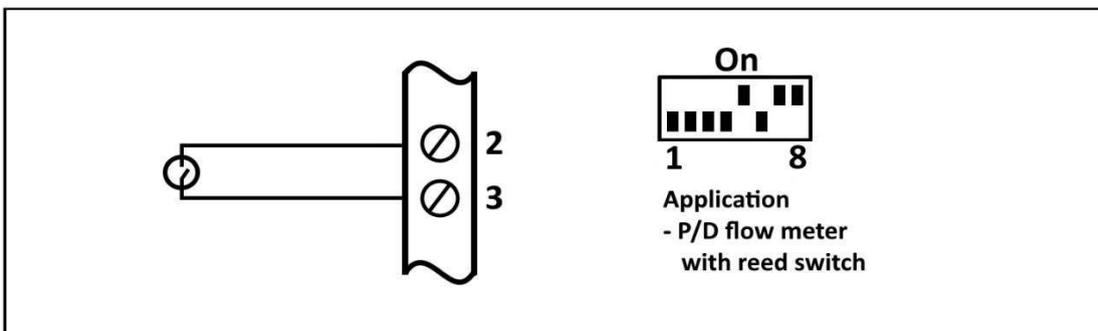
2. Open-Collector



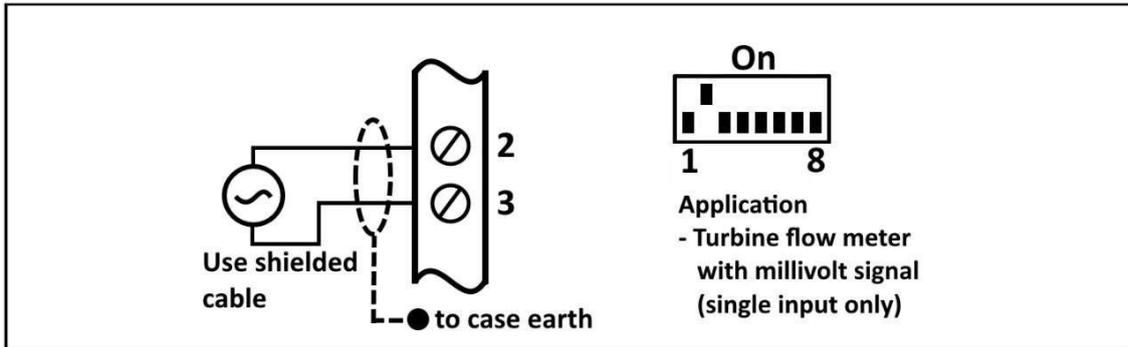
3. Logic Signal CMOS, TTL, Pulse



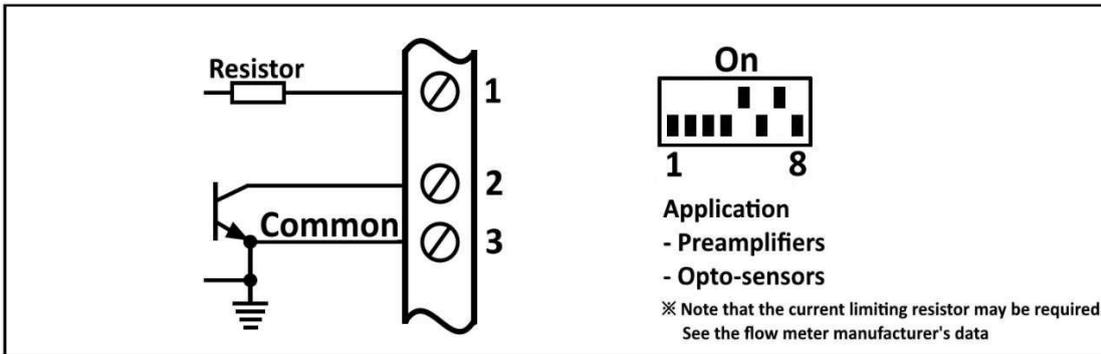
4. Switch or Reed Switch



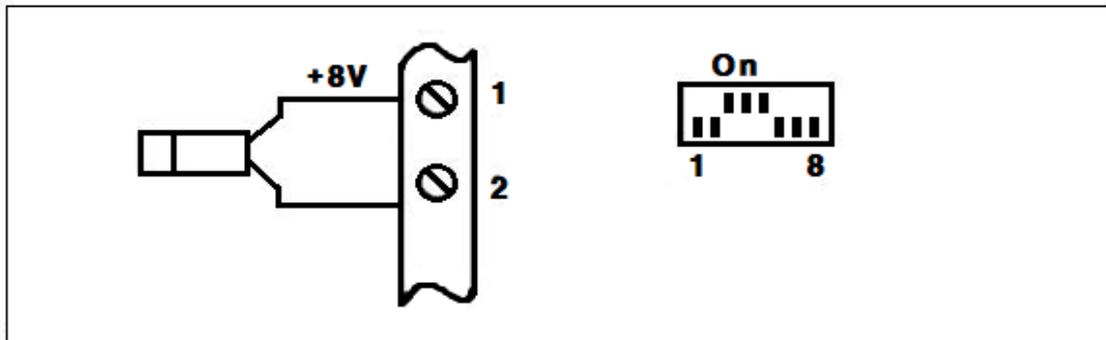
5. Coil



6. Opto-Sensor



7. Namur Proximity Switch



6.2 아날로그 입력 (Analog Input)

다음과 같은 아날로그 입력을 받습니다.

- 온도에 대한 4선식 백금 RTD(PT100) 입력
- 온도에 대한 4~20mA 입력
- 4~20mA 압력 입력
- 4~20mA Flow 입력

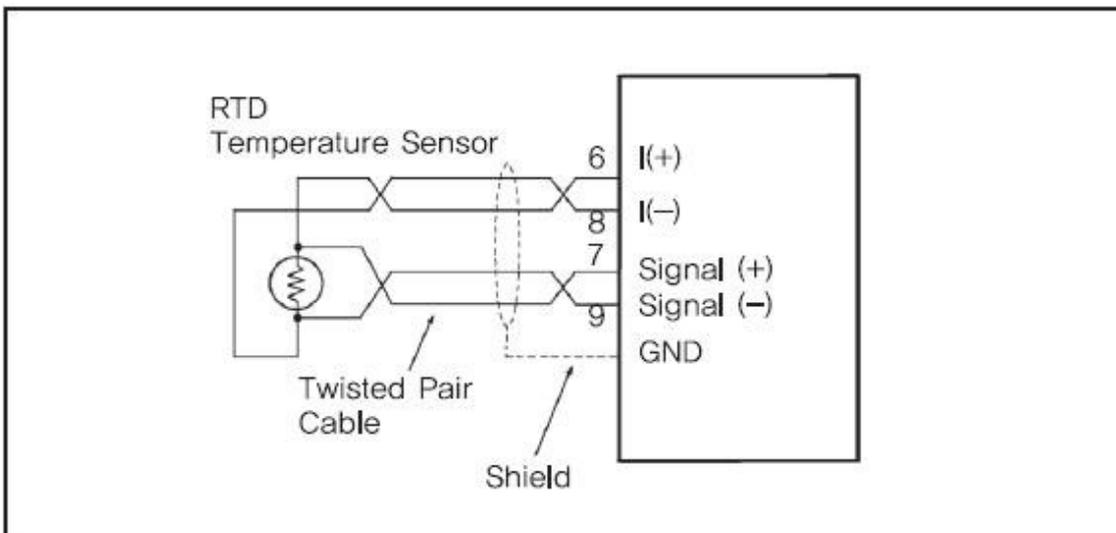
◆ RTD 입력

4선식 RTD 측정은 가장 정확한 측정 형식이고 기기로부터 100m까지 떨어져 있는 RTD의 측정에 사용할 수 있습니다. RTD와 연결할 때는 쉴드 케이블 사용을 권장합니다.

2선식 혹은 3선식 RTD 측정도 4선식 측정 대신에 사용되지만, 4선식 RTD 측정을 권장합니다. 만약 3선 또는 2선을 사용할 경우에는 아래의 그림을 참조합니다. 이 경우 측정 온도 값이 약간 벗어날 수 있습니다.

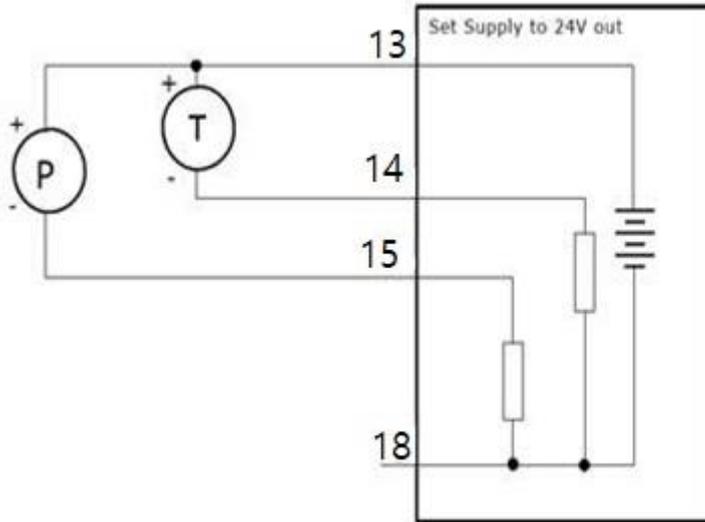
직접적인 RTD 측정에서, 프로그램은 RTD의 비선형성을 자동적으로 보정합니다.

RTD를 연결할 때에 단자6의 전류 (+)는 단자7의 신호의 (+)처럼 RTD의 같은 쪽에 연결되어 있는지 확인하십시오. RTD는 극성이 없어서 어느 쪽이든(+ or -) 연결 가능합니다.



4~20mA 입력

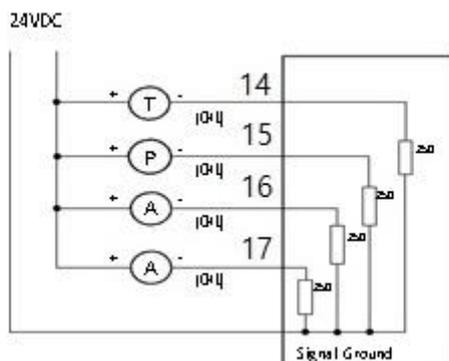
각 4~20mA는 아래의 그림과 같이 250Ω 내부저항이 신호 접지와 연결되어 있습니다.



기기가 AC 전원인 경우에는 DC출력으로부터의 전류가 충분하여 4개의 전류 루프(loop)에 전원을 공급할 수 있습니다. 만약 더 많은 루프에 전원을 인가 하고자 할 경우에는 외부 DC 전원이 필요합니다.

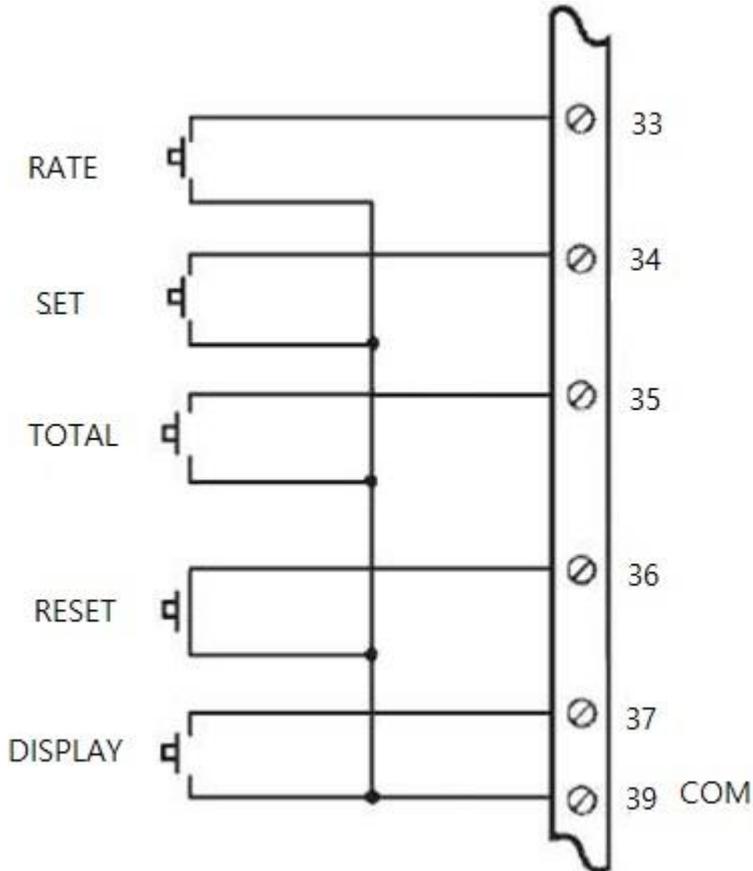
차폐(Shielding): 입력 신호들을 차폐할 때, 차폐는 케이스 접지(earth)에 연결하시고, 송신기와는 연결하지 마십시오. (즉, 반드시 한쪽 끝에만 접지)

다음은 외부의 전원을 사용할 경우를 예시한 것입니다. 각각의 신호 선을 연결하고 단자19를 공통 Ground 로 사용합니다



6.3 원격 스위치(Remote Switch)

원격 스위치는 전면 패널의 스위치를 Local에서 사용하기 위해 후면 단자에 다음과 같이 연결합니다.
 FC5000 전면 5개의 스위치가 갖는 모든 기능은 후면에 있는 단자로 활용할 수 있습니다.



7. 출력 회로(Output Circuit)

본 제품은 하드웨어적으로 아래에 열거된 모든 사양에 대한 사용이 가능하도록 설계 되어 있으나, 일부 모델과 선택 사양에 따라 그 사용이 제한되어 있습니다.

7.1 아날로그 출력(Analog Output)

출력은 Default Display로 프로그램 된 파라미터에 의해 부피, 질량, 에너지가 보정되어 출력됩니다. 모든 출력 신호는 최소의 간섭을 위해 입력신호와 주전원과는 전기적으로 절연되어 있습니다.

본 제품은 내부 전원을 이용하고 있습니다. 외부 전원이 인가 될 경우 기기의 파손이 생길 수 있으므로 주의 하십시오.

7.1.1 Calculation

이 옵션에서의 파라미터는 본 기기를 Calibration(5장 참조)의 Out & Sys 모드에서 프로그램 되며, 다음과 같습니다.

- ◆ 4mA에서의 순시유량
- ◆ 20mA에서의 순시유량

출력 범위를 독립적으로 설정 할 수 있으므로, 본 기기는 입력 신호를 효율적으로 프로그램 할 수 있습니다. 디스플레이 된 값이 최대값 이상이거나 최소값 이하여도 출력은 각각이 4mA 혹은 20mA 범위 내에 있습니다.

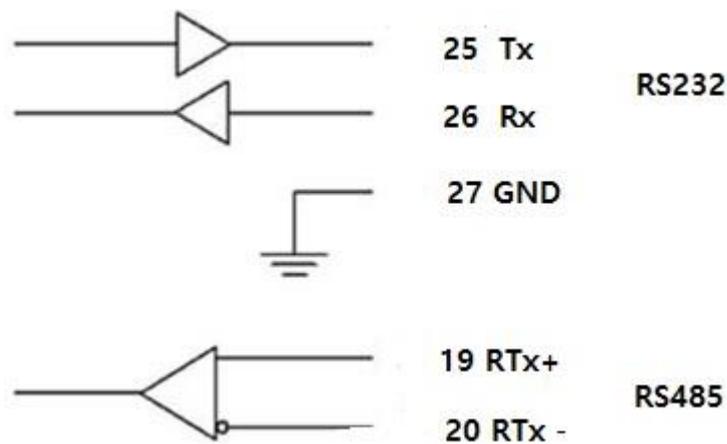
7.2 RS232/422/485 통신 출력(Communication Output)

이 옵션을 사용할 수 있도록 RS232 그리고, RS422/485에 관한 회로는 표준으로 제공합니다.
 이 통신 옵션은 프린터와 컴퓨터 그리고, 다른 통신 장비들과 연결하여 사용이 가능합니다.

7.2.1 하드웨어(Hardware)

다음의 다이어그램은 RS232/422/485 통신 하드웨어의 개관을 보여 줍니다. 세 개의 인터페이스는 후면의 터미널 단자에 연결하여 이용하며, 사용자는 적합한 통신방식을 선정하여 한 개의 통신 인터페이스를 선택하면 됩니다.

RS232 인터페이스는 주로 프린터나 짧은 거리의 컴퓨터와 같이 간단한 통신에 주로 사용 됩니다.
 RS422/485는 원거리의 통신에 사용되며 다중 통신을 요구하는 응용 장치에 사용됩니다.



7.2.2 다중 통신(Multi-point Communication)

다중 통신은 기기들을 아래와 같이 RS422 또는 RS485 인터페이스를 통해 32개까지 구성 가능합니다.

RS422 인터페이스를 RS485 인터페이스로 바꾸기 위해서는 RS422(-) DATA In Terminal 을 RS422(-) DATA Out Terminal 에 연결하고 RS422(+) DATA In Terminal을 RS422(+) DATA Out Terminal 에 연결합니다. 이러한 연결 방식은 (그림2)에 보여 지는 것 과 같이 RS422 4선식 인터페이스 방식을 RS485 2선식 방식으로 전환 시킵니다.

각각의 장치는 여러 장치를 컨트롤하는 Master Controller(예: IBM/PC)에 의해 사용된 유일한 단일 번지 (Address)로 프로그램 됩니다. 이 Controller는 하위 관련된 장치에 번지를 할당하고 컨트롤 합니다.

다음절의 통신 프로토콜은 Controller와 각 기기들 사이에 데이터를 컨트롤 합니다.

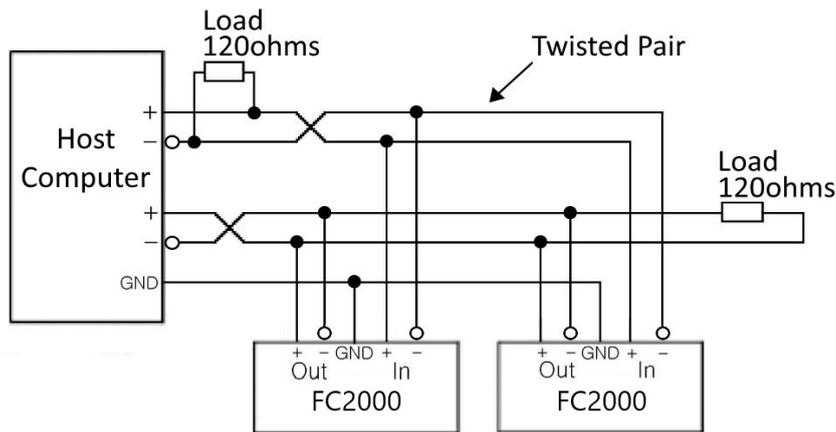


그림1 RS422 Interface

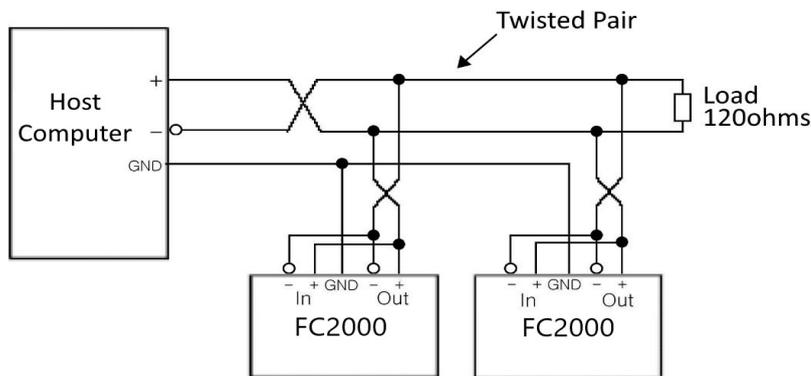


그림2 RS485 Interface

7.2.3 프로토콜(Protocol)

Model FC5000 은 Real Time Clock 이 있고 시간과 날짜 설정이 가능하며 프린트가 가능합니다.

날짜 형식은 한국식(years/months/days), 유럽식(days/months/years) 혹은 미국식(months/days/hours) 입니다.

기기에 전원이 인가 되지 않아도 최소한 3일 동안 설정된 시간과 날짜는 유지 될 것 입니다.

Baud rate, Parity, Word length 는 5장의 Calibration 동안 프로그램 할 수 있고, 사용자는 Baud rate, Parity 그리고 Word length가 FC5000과 통신하고 있는 프린터 혹은 컴퓨터의 설정 값과 일치 하는지를 확인 하십시오.

특징

- RS232, RS422/485 모든 통신을 수용하기 위해 Half-Duplex방식을 사용한다.
- Host 에서 FC5000로 전송되는 Byte To Byte 의 최대 허용 시간은 2초다.
- ID값을 통해 FC5000을 선택하지 않으면 어떠한 응답도 하지 않는다.
- FC5000은 정상적인 명령을 수신 했을 때, 최소 400ms의 응답시간을 갖는다.
- FC5000은 Host로 데이터 전송 시, 메시지의 끝은 'CRLF'이다.

(1) 기본 Protocol

- FC5000 적산량(R. Total) 초기화

HOST : :Axxx(ID)VRCR

FC5000 : xxx(ID) x(Event Status) xx(Error Status) xx.x(R.Total Energy)
xx.x(Rate Energy) xx.x(R.Total Mass) xx.x(Rate Mass) xx.x(Frequency)
xx.x(Temperature) xx.x(Presure)CRLF

- FC5000 적산량(R. Total) 요청

HOST : :Axxx(ID)V?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xx.x(Energy) xx.x(Mass)CRLF

- FC5000 순시량 요청

HOST : :Axxx(ID)R?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xx.x(Energy) xx.x(Mass)CRLF

- FC5000 온도 요청

HOST : :Axxx(ID)T?CR

FC5000 : :Axxx(ID) +/-xx.xCRLF

- FC5000 압력 요청

HOST : :Axxx(ID)P?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xx.xCRLF

- FC5000 주파수 요청

HOST : :Axxx(ID)F?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xxx(ID) xx.xCRLF

- FC5000 적산량, 순시량, 온도, 압력 요청 (출력단위는 Default Display기준)

HOST : :Axxx(ID)O?CR

FC5000 : xxx(ID) x(Event Status) xx(Error Status) xx.x(R.Total Energy)
xx.x(Rate Energy) xx.x(R.Total Mass) xx.x(Rate Mass) xx.x(Frequenc)
xx.(Temperature) xx.x(Pressure)CRLF

※ Event Status : P(Power On), R(Total Reset), C(Calibration), L(O?에 대한 응답),
T(Time Interval), M(Remote)

- FC5000 vf 요청

HOST : :Axxx(ID)C?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xx.x(vf)CRLF

- FC5000 hf 요청

HOST : :Axxx(ID)B?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xx.x(hf)CRLF

● FC5000 에러 체크

HOST : :Axxx(ID)E?CR

FC5000 : :Axxx(ID) xx(Error Status)CRLF

- 00 Temperature / Pressure 모두 정상
- 01 Temperature Range Scale 에러
- 02 Pressure Range Scale 에러
- 03 Temp and Press Range Scale 에러
- 04 Temperature Range Scale 에러 및 Default Temperature로 연산
- 05 Pressure Range Scale 에러 및 Default Pressure로 연산
- 1x Flow Low
- 2x Flow High

● FC5000 저장 데이터 요청

HOST : :Axxx(ID)LDxxxxxx(시작날짜-년월일) xxxxxx(끝날짜-년월일)CR

FC5000 : xxx(ID) x(Status) xx/xx/xx(Date) xx:xx(Time) xx(Unit1)xx(Unit2) xx.x(R. Total)
xx.x(A. Total) xx.x(Temperature) xx.x(Pressure)CRLF

: 출력 프레임의 시작
 ID Temperature / Pressure 모두 정상
 Status P(Power in) / T(Time Interval) / R(Total reset)
 Date 저장 날짜
 Time 저장 시간
 Unit1 SI / KR
 Unit2 KG0 / M0 / MC0 / MJ0 / KG3 / M3 / MC3 / MJ3
 예) KG0 : kg x E=0, NM3 : Nm3 x E+33
 R. Total 리셋 가능한 적산량
 A. Total 총 누적 적산량
 Temperature Unit1 이 SJ : °K, KR : °C
 Pressure Unit1 이 SJ : kPa KR : kgf/cm²

◆ 프린터(Printer)

용지에는 "RESET" 키를 누를 때마다 혹은, 임의의 간격마다 프린트 됩니다.

"RESET" 키를 사용한다면, 기기는 적산 값을 초기화하기 전에 프린트 합니다.

(주의) 60Column 이상 사용.

◆ Computer

기기는 Carriage Return(CR)에 의해 종결된 기기로 명령 문자열을 ASCII Code로 메시지를 수신하고 전송 합니다.

7.3 데이터 로깅(Data Logging)

Model FC5000은 다음의 시간 간격으로 프린터, 컴퓨터 혹은 다른 저장 장치로 데이터를 출력할 수 있습니다.

- 1 minute (1분마다)
- 10 minutes (한 시간에 10분마다)
- 30 minutes (한 시간에 30분마다)
- 1 hour (한 시간당)
- 6 hours (6:00, 12:00, 18:00, 24:00마다)
- 12 hours (12:00 and 24:00 마다)
- 24 hours (24:00 마다)

적산 값 (R. Total)은 전면 패널을 통해서 수동으로 초기화되도록 설정할 수 있습니다. 또한 프린트가 시작한 후 자동적으로 혹은 24:00 마다 초기화할 수 있도록 설정할 수 있습니다.

만일 수동 초기화를 설정하였다면, 5장의 Calibration에서 General Setup의 "FRONT RESET" 모드를 "DISABLE"로 설정함으로써 전면 패널에서의 초기화를 막을 수 있습니다.

다음은 Print 출력 예제입니다.

```

.....
ID   Date       Time      Rst.Total  Acc.Total  Temper  Pressure
x    dd/mm/yy   hh:mm    kg         kg         'C      kgf/cm2
.....

```

```

xx   xx/xx/xxxx:xx  xxx.x  xxx.x  ±xxx.x  xxx.x

```

출력의 머리말 부분(설명 및 단위)는 전원 인가 후 최초 출력 시 또는 설정 값 변경 후 최초 출력 시에
만 보여줍니다. 만약, 데이터 로깅을 Computer로 설정하였다면 Data Format은 4.2.3절의 "O?" 일
때와 동일합니다.

7.4 릴레이 출력(Relay output)

릴레이 출력 옵션은 순시량 값이 Calibration 모드에서 미리 설정한 값보다 초과하거나 미만 일 때, 전압이
가해지는 Relay1(Low Alarm)과 Relay2(High Alarm)로 구성되어 있습니다.

"Low" 릴레이는 순시량이 설정 값보다 미만일 때마다 전압이 가해지고, "High" 릴레이는 설정 값이 초과될
때마다 전압이 인가됩니다. 설정 범위 값은 5장의 Calibration의 Out & Sys 모드에서 프로그램 할 수
있습니다.

(주의) 설정값이 '0'일 경우, 사용하지 않습니다.

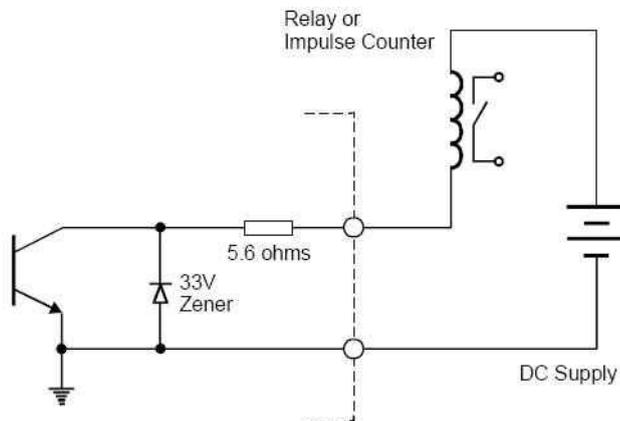
7.5 펄스 출력(Pulse Output)

출력 펄스는 원격 카운터를 구동하기 위하여 위해 Unfactored Pulse는 21번, Factored Pulse 는 20번 단자를 이용하시고, 출력 펄스는 Default Display의 적산량이 한 숫자씩 증가할 때마다 한 개의 펄스를 출력합니다. 예를 들어, Default 적산량이 0.01kg의 분해능을 가지고 있다면, 한 개의 펄스는 0.01kg 마다 출력 됩니다. 이 출력 펄스는 펄스 Scale 조정에 따라 달라 질 수 있습니다.

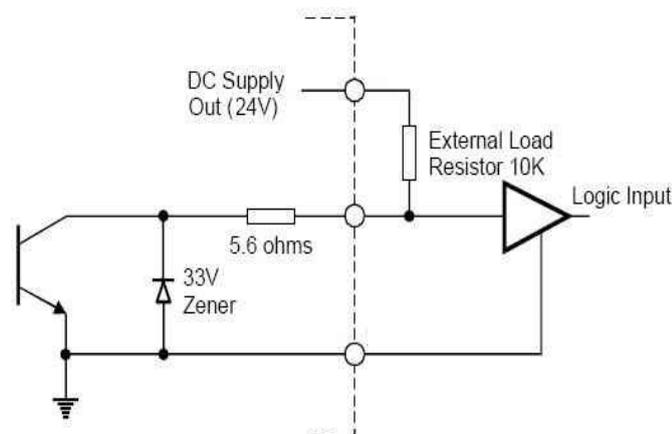
펄스는 Open Collector Transistor에 의한 생선 된 대략 10msec 의 Current Sinking 펄스이며, 500msec 까지 Sink 시킬 수 있습니다.

최대 주파수는 50pulse/sec, 최소 주파수는 5pulse/sec 로 제한되며, 누적 적산량은 분해능이 50pulse/sec, 미만, 1pulse/sec 이상에서 증가하도록 설정되어야 합니다

● 출력신호 결선도



외부 Relay나 Counter를 구동 시키는 경우



PLC 또는 전자 COUNTER와 같은 LOGIC INPUT을 구동 시키는 경우

8. 내부 연산 설명(Internal Computation)

8.1 가스에 대한 연산 방정식(Gas Internal Computation Formula)

본 절은 가스 유량 측정에만 적용이 되며, 스팀 유량 측정에 사용할 경우 8.2절 스팀 측정 부분을 참조하십시오
 Model FC5000 은 다양한 유량계의 출력을 입력 받아 아래의 열거된 방정식에 의하여 순시량을 계산합니다. 온도와 압력에 의해서 보정된 부피 유량과 질량 유량은 SI 혹은 KR 단위로 계산되고 지시됩니다.
 아래의 방정식에 사용된 기호(Symbol) 는 본 메뉴얼 부록을 참조 하십시오.

아래 두 가지 공식은 모든 방정식에 공통으로 적용됩니다.

1) 비중(Specific Gravity)

$$G = \frac{\text{GAS의 분자량}}{\text{공기의 분자량}} = \frac{\text{GAS의 분자량}}{28.9625} \text{-----(1)식}$$

2) 기준 상태에서의 가수의 밀도(Density)

$$\rho_B = \frac{3.4834GP_B}{Z_B T_B} [kg/m^3] \text{ (밀도방정식은 SI단위로 적용한다)-----(2)식}$$

◆ 표준상태

15°C(288.15°K) and 1.0332kgf/cm²(101.325 kPa) 또는 59°F (518.67°R) and 14.69595 psia

A. Pulse 출력의 부피 측정 유량계

예) Vortex, Turbine, Positive Displacement 유량계

$$Q = \frac{M_F}{1000} \cdot N \cdot f [Hz] \cdot \frac{P_F}{P_B} \cdot \frac{T_B}{T_F} \cdot \frac{Z_B}{Z_F} \text{-----(3)식}$$

$$V_B = \frac{Q}{\rho_B}$$

$$Q_M = \rho_B \cdot Q_{VB} \text{-----(4)식}$$

B. 4~20mA 출력의 부피 측정 유량계

예) Frequency to Current Converter 가 있는 Vortex, Turbine, Positive Displacement 유량계

$$Q_{VB} = S \cdot \frac{P_F}{P_B} \cdot \frac{T_B}{T_F} \cdot \frac{Z_B}{Z_F} \cdot A \text{-----(5)식}$$

$$Q_M = \rho_B \cdot Q_{VB}$$

C. 4~20mA 출력과 \sqrt{A} 관계의 차압식 유량계

예) Orifice Plates, Averaging Pitot Tubes, Target 유량계

$$Q_{\substack{VB \\ PB}} = S_{VB} \cdot \sqrt{\frac{P_E}{T_F}} \cdot \sqrt{\frac{T_B}{Z_F}} \cdot \sqrt{Z_B} \cdot \sqrt{A} \text{ -----(7)식}$$

$$Q_M = \rho_B \cdot Q_{VB}$$

D. 4~20mA 출력과 선형적 유량 A 관계의 차압식 유량계

예) 제곱근 추출기가 있는 D.P. Transmitters, VA 유량계

$$Q_{\substack{VB \\ PB}} = S_{VB} \cdot \sqrt{\frac{P_E}{T_F}} \cdot \sqrt{\frac{T_B}{Z_F}} \cdot \sqrt{Z_B} \cdot A \text{ -----(8)식}$$

$$Q_M = \rho_B \cdot Q_{VB}$$

유속 신호 A는 제곱근이 아닐 경우라도, 온도와 압력은 제곱근 상태임을 주의합니다.

이것은 D.P. Transmitter 로 부터의 출력이 부피(VOLUMETRIC)가 아니기 때문이지만, GAS의 밀도 (Density) 변화에 따라 영향을 받습니다. 그러므로 차압에 관련된 방정식을 적용합니다.

E. 4~20mA 출력을 가진 2개의 차압유량계

측정하는 유량 범위를 증가시키려면, 다른 범위를 가진 2개의 D.P.Transmitters 는 Orifice 또는 다른 차압장치에 연결 할 수 있습니다.

차압전송기가 제곱근 추출기를 가지고 있는지에 따라 방정식 (5), (6), (7), (8)을 적용합니다. 독립적인 Scaling 은 위의 방정식들을 적용하여 각각의 Transmitter 에 프로그램 합니다.

낮은 유속에서는 Transmitter-2 가 측정기로 사용되며, 높은 유속에서는 Transmitter-1 이 측정기로 사용됩니다. Transmitter-1 의 입력이 20mA 를 초과 할 때에 분기점이 발생합니다.

◆ FLOW COMPUTER의 프로그램

방정식(4)~(8)에 의해서 연산이 이루어지도록 하기 위해서는 많은 파라미터들을 프로그램 하여야 합니다.

M_f	Meter factor (펄스 출력 유량계의 경우)
S_{VB}	Span (Analog 유량계의 경우)
T_B	기준 온도
P_B	기준 압력
G	가스의 비중(공기에 대한)

FLOW COMPUTER는 유속입력 A(정상상태에서 0~1사이), 온도 T_f , 압력 P_B 를 측정하여 선택한 기체방정식에 따라, 압축성 계수, 밀도를 계산합니다. 또한 다른 파라미터들도 프로그램 해야 합니다. 5장의 Calibration 모드를 참조 하십시오.

◆ 질량으로서의 SPAN 프로그램

공칭 유속에서 질량(부피 대신) 아날로그 유량계의 Span을 입력 할 수 있습니다.

FFLOW COMPUTER는 아래의 (9)식으로 보정된 부피 유량 (Volume flow) 을 위한 Span 인 S_{VB} 를 자동적으로 계산을 합니다.

$$S_{VB} = \frac{S_M}{\rho_B} \quad \text{-----}(9)\text{식}$$

8.1.1 Ideal Gas

가스에 대한 압축성의 영향을 무시할 수 있을 경우, Z_B 와 Z_F 는 방정식 (1)~(8) 방정식에서 1.00으로 대입할 수 있습니다. 이것은 계산을 매우 간단하게 하며, 특히, 가스의 특성을 잘 모르거나, 온도, 압력의 범위를 조금 넘을 때, 종종 압축성의 영향을 무시할 수 있습니다.

8.1.2 General Gas

General Gas의 경우, Redlich-Kwong 방정식을 이용하여 압축성을 계산합니다. 가스의 압축성을 계산하려면 임계온도와 압력을 알아야 합니다. 이러한 파라미터로부터 압축계수 Z_B , Z_F 를 계산합니다.

비중, 임계온도, 임계압력을 지닌 가스는 아래의 표를 참조하여 그 입력 값을 얻고, 방정식 (1) ~ (9)를 이용하여 보정된 Volume과 Mass 유량을 계산합니다.

◆ 일반기체의 비중, 임계온도, 임계압력 TABLE

	비 중	임계 온도		임계 압력	
	G	°C	°K	kPa	kgf/cm ²
Acetylene	0.8990	35.17	308.32	6140	62.61
Air	1.0000	-140.4	132.72	3769	38.43
Ammonia	0.5880	-168.0	105.15	11277	115
Argon	1.3793	-122.3	150.82	4873	49.7
Butane	2.0054	153.0	426.15	3648	37.2
Carbon Dioxide	1.5196	31.06	304.21	7376	75.2
Carbon Monoxide	0.9670	-140.3	132.87	3496	35.65
Chlorine	2.4482	143.8	416.98	7701	78.53
Ethane	1.0382	32.28	305.43	4884	49.8
Ethylene	0.9686	9.28	282.43	5036	51.35
Helium	0.1381	-267.9	5.26	228.99	2.34
Helium-4	0.1382	-267.9	5.21	226.8	2.31
Hydrogen	0.0696	-267.9	33.21	1296.9	13.22
Hydrogen Chloride	1.1898	51.44	324.59	8313	84.77
Hydrogen Sulfide	1.1767	100.1	373.21	8751	89.24
Methane	0.5539	-82.56	190.59	4600	46.91
Neon	0.6969	-228.8	44.37	2756	28.1
Nitrogen	0.9672	-146.9	126.21	3394	34.61
Nitrous Oxide	1.5199	36.5	309.65	7265	74.08
Oxygen	1.1048	-118.6	154.59	5046	51.46
Propane	1.5226	96.67	369.82	4246	43.3
Propylene	1.4529	91.83	364.98	4620	47.1
Sulphur Dioxide	2.2119	157.7	430.82	7883	80.4
Xenon	4.5334	16.56	289.71	5836	59.51

8.1.3 Natural Gas

가스 산업에서는, 압축성을 Super-Compressibility Factor라고 부르며, 기호 F_{PV} 로 표시합니다.

$$F_{PV} = \sqrt{\frac{Z_B}{Z_F}} \text{-----}(10)\text{식}$$

F_{PV} 는 Natural Gas 를 위한 NX-19방정식을 이용하여 FLOW COMPUTER 에서 계산되며, $(F_{PV})^2$ 은 방정식 (4)~(8)의 $\frac{Z_B}{Z_F}$ 대신 대입을 합니다.

F_{PV} 를 계산하기 위하여, 아래의 파라미터 값은 다음 범위로 설정해야 합니다.

비중 G	0.554 ~ 1.000
이산화탄소 몰%	0% ~ 15%
질소 몰%	0% ~ 15%

그리고 온도와 압력은 다음의 범위 내에 있어야 합니다.

온 도	-40°C ~ 115°C
압 력	0 kgf/cm ² ~ 100kgf/cm ² abs

8.2 스팀 측정(Steam Measurement)

MODEL FC5000은 다음의 범위에서 포화증기 (Saturated Steam), 과열증기 (Superheated Steam)를 계산하는 방정식이 내장되어 있습니다.

압 력 0 kgf/cm² ~100kgf/cm² abs

온 도 100°C~450°C

포화증기를 측정할 때, 모든 온도에 대하여 상응하는 압력이 있기 때문에 온도, 압력 센서 중 1개만 사용하고, 과열증기의 경우 온도, 압력 센서 모두를 사용해야 합니다.

질량유량 (kg/h)과 열량 (Enthalpy)은 1967 IFC 공식(ASME)을 토대로 하여 내부적으로 계산됩니다. 방정식은 압력과 온도의 실시간 측정치를 사용합니다.

- v: 스팀의 Specific Volume (dm³/kg)
- h : 스팀의 Specific Enthalpy (kJ/kg)

A. Pulse 출력의 부피측정 유량계

예) Vortex, Steam Turbine 등

◇ Mass Flow

$$Q_M = N \cdot f[\text{Hz}] \cdot \frac{M}{v_F} \quad \text{----- (11)식}$$

◇ Energy Flow

$$Q_E = \frac{Q_M \cdot h}{1000} \quad \text{----- (12)식}$$

B. 4~20mA 출력의 부피측정 유량계

예) Frequency to Current Converter가 있는 Vortex, Steam Turbine 유량계

◇ Mass Flow

$$Q_M = 1000 \frac{S_V}{v_F} A \quad \text{----- (13)식}$$

◇ Energy Flow

$$Q_E = \frac{Q_M \cdot h}{1000}$$

C. 4~20mA 출력과 \sqrt{A} 관계의 차압식 유량계

예) Orifice Plate, Averaging Pitot Tube, Target 유량계

◇ Mass Flow

$$O_M = S_M \sqrt{\frac{V_B}{V_F}} \sqrt{A} \text{-----} (14)\text{식}$$

◇ Energy Flow

$$O_E = \frac{O_M \times h}{1000}$$

D. 4~20mA 출력과 선형적 유량 A, 관계의 차압식

유량계예) VA 유량계, 제곱근 추출기를 가진 D.P.

Transmitter

◇ Mass Flow

$$O_M = S_M \sqrt{\frac{V_B}{V_F}} A \text{-----} (15)\text{식}$$

◇ Energy Flow

$$O_E = \frac{O_M \times h}{1000}$$

유속 입력 A에 대해서는 제곱근 계산이 필요 없을지라도 비중(또는 밀도)은 제곱근 계산을 하는 것에 주의합니다.

이것은 D.P. Transmitter로부터의 출력이 부피 측정이 아니라, 스팀 밀도(Steam Density) 변화에 의해 영향을 받기 때문입니다. 그러므로 차압에 관련된 기체 방정식을 적용합니다.

E. 4~20mA 출력을 가진 2개의 차압 유량계

측정하는 유량 범위를 증가시키려면, 다른 범위를 가진 2개의 D.P. Transmitter 는 Orifice

또는 다른 차압 장치에 연결할 수 있습니다.

방정식(14) 또는 (15)는 D. P. Transmitter 가 제곱근 연산 기능이 있는지에 따라 사용됩니다.

◆ FLOW COMPUTER 의 프로그램

방정식 (11)~(15)에는 아래의 기호를 포함한 많은 파라미터들이 필요합니다.

Mf Meter factor(Pulse 출력 유량계의 경우) S_M 범위(Analog 유량계의 경우)
 V_B 결정된 범위에서의 기준 비중

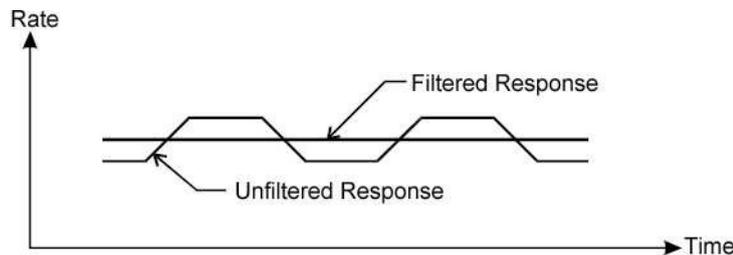
FLOW COMPUTER가 유속 입력 A (0~1사이), 온도 T_F , 압력 P_F 를 측정하여, 비중 v , 엔탈피 h 를 계산합니다.다른 파라미터들도 프로그램 하여야 하며, 이에 대한 세부사항은 5장 Calibration을 참조하십시오.

8.3 펄스 입력 감도 조정(Filtering)

유량계의 맥동(진동)에 의한 주파수 진동은 종종 순시 유량을 정확하게 읽는 것을 불가능하게 할 수 있습니다.

FLOW COMPUTER는 디지털 필터(Digital Filter) 기능이 내장되어 있어 이러한 맥동을 평균화 하고, 순시유량을 8자리의 숫자로 표시합니다. 즉, 적절한 필터 단계를 선택한다는 것은 지연 없이 매우 정확하고 안정적인 판독을 가능하게 한다는 것을 의미합니다. 또한, Filtering은 순시 유량을 4~20mA 출력을 통해 재전송 할 때 출력의 맥동을 평균화 시킵니다.

다음의 Diagram은 Filtering 처리 전후의 맥동 신호 입력을 보여 줍니다.



다음의 표는 입력 변화에 대한 반응으로 Filtering의 정도에 대한 이해를 쉽게 합니다. **필터상수** 값은 5장의 Calibration 중에 프로그램 할 수 있습니다. Display 되는 수치가 Full swing의 90%~99%에 도달하는 시간은 몇 초입니다. Filter 상수 값을 너무 크게 하였을 경우, 순시 유량에 대한 응답속도가 늦어짐에 주의 해야 합니다.

FILTER FACTOR	90%	99%
1	0(NO FILTERING)	0(NO FILTERING)
2	1	2
4	2	4
6	3	6
10	5	11
15	8	17
20	11	22
25	14	28
35	20	40
45	25	51
60	34	69
75	43	86
90	52	103
99	57	113

(주의) 만일 필터 상수가 0이면, 입력 신호에 대한 필터링을 하지 않습니다.

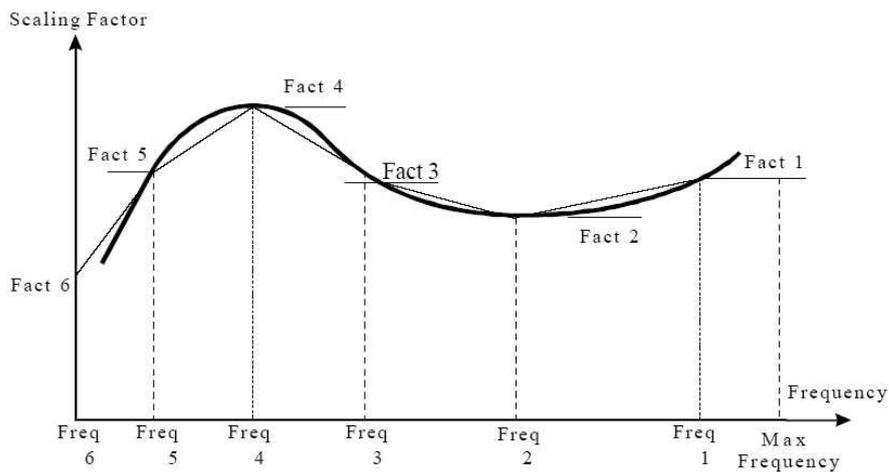
8.4 비선형성 보정(Non-linearity)

8.4.1 Pulse 입력 선형성 보정 (Digital Input Linearity Correction)

비선형성 보정은 기기가 유량계에서 비선형성 요소들을 조정하여 보정할 수 있게 합니다. 이 특징은 아날로그 유량 입력에서는 이용할 수 없습니다.

10개까지의 Frequency 와 Scaling Factor 를 프로그램 할 수 있고, 비선형적인 유량계의 데이터는 보통 Calibration 성적서 형태로 유량계 제조업체로부터 공급되며, 유량 범위를 넘는 유량계에 각각의 테스트를 한 결과입니다. 성적서는 각각의 유량에서 측정된 Meter Factor 에 주파수 혹은 수많은 유량을 리스트 한 것입니다.

다음의 Diagram 은 가정의 유량계에 대하여 Frequency 와 Scaling Factor 의 변화를 나타낸 것입니다. 두꺼운 선은 유량계의 실제 Scaling Factor 를 나타내며, 얇은 선은 기기에 사용된 근사값입니다.



선형 보정법은 Frequency1 과 최대 입력 Frequency 사이의 상수 값을 유지하는 Fact 1을 제외 하고, 커브의 한 포인트 사이마다 적용 시켰습니다.

Calibration 중에 사용자는 Frequency와 Scaling Factor(Flowmeter 의 Meter factor) 를 커브의 10포인트까지 입력하여야 합니다. 일반적으로 이러한 포인트들은 시험 성적서의 것과 상응합니다. 만일 어떤 주파수를 0Hz로 설정 할 경우, 더 이상의 보정 포인트를 요청하지 않을 것입니다. 그러므로 사용자는 최대 20개까지의 보정 포인트를 프로그램 할 수 있습니다. 10개의 모든 보정 포인트를 필요로 한다면, 주파수 10개는 자동적으로 0Hz 의 값으로 보정 됩니다.

(주의) 입력 시 마지막 값은 반드시 0Hz 로 해야 합니다.

8.4.2 Analog 입력의 선형성 보정(Analog Input Linearity Correction)

아날로그 입력의 경우, 유량 입력 신호와 실제의 순시유량사이의 비선형성을 보정하기 위하여 입력을 프로그램 할 수 있습니다. 이 특징은 약간 비선형성적인 특성을 보이는 VA 유량계 혹은 Laminar Flow Tubes와 FLOW COMPUTER를 사용할 때 매우 유용합니다.

20 포인트까지 프로그램 할 수 있으며, 선형 보간법은 커브의 포인트들 사이에 적용시켰습니다. 테이블은 유량입력 신호 A를 입력함으로써 생성이 되고, 보정 출력 A_c 를 산출 합니다. 테이블의 범위는 0~1.0000 사이의 범위이므로 4mA 입력의 A와 A_c 는 0이고, 20mA의 경우에는 수치가 1.0000에 해당해야 합니다.

사용자는 1.0000으로 시작하여 테이블을 프로그램하고, A와 A_c 에 상응하는 수치를 프로그램 합니다. A가 0.0000으로 프로그램 되면, 테이블에 입력할 것은 없으며, 프로그램은 프로그램 된 포인트에 대하여 보정합니다. 최대 20 Point를 프로그램 할 수 있습니다.

기준 온도, 압력에서 비선형성 보정을 가지는 다음의 유량 방정식은 다음과 같습니다.

$$Q = \text{Span}(\text{범위}) \times A_c$$

9. 부록(Appendix)

9.1 사용기호(Symbols)

기호설명		SI Units	KR Units
A	0(at 4mA)과 1(at 20mA)인 유량계의 정형화된 신호		
G	Gas에 대한 비중		
h_B	기준 상태 엔탈피	kJ/kg	kJ/kg
h_F	유동 상태 엔탈피	kJ/kg	kJ/kg
M_f	주파수 유량계에 대한 Meter Factor(unit/pulse)	L/pulse	L/pulse
N	시간 상수 (1 for units/sec, 60 for units/min 3600 for units/hour, 86400 for units/day)		
ρ_B	표준 상태 밀도	kg/m ³	kg/m ³
ρ_F	유동 상태 밀도	kg/m ³	kg/m ³
P_B	표준 상태 압력	kPa(abs)	kgf/cm ²
P_C	Gas의 임계 압력	kPa(abs)	kgf/cm ²
P_F	유동 상태 압력	kPa(abs)	kgf/cm ²
Q_E	Steam Energy 값	MJ/day MJ/hr MJ/min MJ/sec	Mcal/day Mcal/hr Mcal/min Mcal/sec
Q_M	질량 순시량	kg/day kg/hr kg/min kg/sec	kg/day kg/hr kg/min kg/sec
Q_{VB}	보정된 부피 순시량	m ³ /day m ³ /hr m ³ /min m ³ /sec	m ³ /day m ³ /hr m ³ /min m ³ /sec
S_M	Span(질량 순시량 at 20mA)	kg/day kg/hr kg/min kg/sec	kg/day kg/hr kg/min kg/sec
S_V	Span(부피 측정 유량, 예: Vortex)	m ³ /day m ³ /hr m ³ /min m ³ /sec	m ³ /day m ³ /hr m ³ /min m ³ /sec
S_{VB}	Span(20mA에서의 부피 측정 유량계) 과 표준상태	"	"
T_B	표준 상태 온도	°K (Kelvin)	°C
T_C	Gas 임계 온도	°K (Kelvin)	°C
T_F	유동 상태 온도	°K (Kelvin)	°C
v_B	표준 상태 스팀 비중	dm ³ /kg	dm ³ /kg
v_F	유동 상태 스팀 비중	dm ³ /kg	dm ³ /kg
Z_B	표준 상태 압축성		
Z_F	유동 상태 압축성		

9.2 Trouble Shooting

현상		점검사항	고장 추정 요인
DISPLAY가 되지 않음		1. 전원 전압 확인	1. 전원 전압이 부적당
온도 표시 이상 - 수치가 맞지 않음 - 이상표시 (TEMPERATURE IS HIGH, LOW)		1. 입력신호 연결은 올바른가? 2. 입력신호 사양은 맞는가? 3. 시스템 PARAMETER 설정은 올바른가? (RTD, ANALOG) 4. 압력 범위는 맞는가?	1. 입력배선이 잘못 되어 있음. 2. RTD 단선 또는 단락 3. 온도 변환기 고장 내부회로 고장 4.
압력 표시 이상 - 수치가 맞지 않음 - 이상표시 (PRESSURE IS HIGH, LOW)		1. 입력신호 연결은 올바른가? 2. 입력신호 사양은 맞는가? 3. 시스템 설정은 올바른가? (4~20mA, 1~5V) 4. 압력 범위는 맞는가?	1. 입력배선이 잘못되어 있음. 2. 입력전송기 고장 3. 내부회로 고장
실유량 TEST 시	적산되지 않음	1. 입력신호 배선은 올바른가? 2. 입력PULSE가 출력되는가? 3. 발신기의 사양은 적합한가?	1. 입력배선이 잘못되어 있음. 2. 발신기 고장 3. 내부회로 고장
	적산치 이상	1. 온도, 압력표시는 맞는가? 2. 주파수 표시는 맞는가? 3. PARAMETER 설정은 올바른가?	1. 발신기 자체 고장 2. 내부회로 고장
MODE, RESET 및 KEYPAD 입력이 되지 않음		1. 적절한 입력인가? (BUZZER가 울리면 적절하지 않은 입력)	1. 내부회로 고장
통신이 되지 않음(RS232/485)		1. PORT설정은 올바른가? (COM1, COM2) 2. 사양에 맞게 PROGRAM 되어 있는가?	1. 내부회로 고장 2. PROGRAM 오류 3. 배선문제
(주의) 1. 내부회로를 분해해서 수리를 했을 경우 반드시 CALIBRATION 모드의 파라미터 값들을 설정하여 주십시오. 2. 내부 고장으로 진단되었을 경우 반드시 고객지원팀 또는 영업담당자에게 연락을 주십시오.			

9.3 Modbus Address Map

시험프로그램 : <http://www.modbustools.com/modbus-poll.asp>

U : unsigned, S : signed, F : float, D : double

입력 변수, Big endian 2Bytes Read(Function, 04, Read Input Registers) <= 64bit, 32bit floating format

Address	Words	Type	Registers	내용	ASCII Command	Err 상태일때	Default Hex
33002	1	U	Status	Relay(high byte), Error (low byte)			0106
33003	4	D	Acc.Total Mass		Q?		00000000 00000000
33007	4	D	Acc.Total Energy or Volume		Q?		00000000 00000000
33011	4	D	Rst.Total Mass		0?		00000000 00000000
33015	4	D	Rst. Total Energy or Volume		0?		00000000 00000000
33019	2	F	Rate Mass		0?		00000000
33021	2	F	Rate Energy or Volume		0?		00000000
33023	2	F	Flow Freeq or A		0?		00000000
33025	2	F	Flow Velocity	~ 1000000[m/s]	A?		00000000
33027	4	U or D	Pulse Count or Flow Current		PC		00000000 00000000
33031	4	D	Vf 0 Zf Fpv	(steam, water) Spec, Volume (non steam, non gas) (ideal, general) Comp,Factor (natural) S,Comp,Factor	C?	8byte all FF	FFFFFFFF FFFFFFFF
33035	2	F	Temper		0?	4byte all FF	FFFFFFFF
33037	4	D	Presure		0?	8byte all FF	
33041	4	D	hf hi zb 0	(steam, water) Spec, Enthalpy (non steam) enthalpyi 0~999.999 kcal/kg (ideal,general,natural) B.Comp.Factor (non gas)	B?	8byte all FF	FFFFFFFF FFFFFFFF
33045	4	D	vb Di Db	(steam, water) (non steam, non gas) (ideal, general, natural)	D?	8byte all FF	00000000 00000000
소계	47						

입력 변수, Big endian 2Bytes Read(Function 04, Read Input Registers) <= 32bit floating format

Address	Words	Type	Registers	내용	ASCII Command	Err 상태일때	Default Hax
33502	1	U	Status	Relay(high byte), Error (low byte)			0106
33503	2	F	Acc.Total Mass		Q?		00000000
33505	2	F	Acc.Total Energy or Volume		Q?		00000000
33507	2	F	Rst.Total Mass		0?		00000000
33509	2	F	Rst. Total Energy or Volume		0?		00000000
33511	2	F	Rate Mass		0?		00000000
33513	2	F	Rate Energy or Volume		0?		00000000
33515	2	F	Flow Freq or A		0?		00000000
33517	2	F	Flow Velocity	~ 1000000[m/s]	A?		00000000
33519	2	F	Pulse Count or Flow Current		PC		00000000
33521	2	F	Vf 0 Zf Fpv	(steam, water) Spec, Volume (non steam, non gas) (ideal, general) Comp,Factor (natural) S,Comp,Factor	C?	4byte all FF	FFFFFFFF
33523	2	F	Temper		0?	4byte all FF	FFFFFFFF
33525	2	F	Presure		0?	4byte all FF	FFFFFFFF
33527	2	F	hf hi zb 0	(steam, water)Spec, Enhalpy (non steam) enthalpyi 0~999.999 kacl/kg (ideal, general, natural) B.Comp.Factor (non gas)	B?	4byte all FF	FFFFFFFF
33529	2	F	vb Di Db	(steam, water) (non steam, non gas) (ideal, general, natural)	D?	4byte all FF	00000000
소계	29						

*예외코드 리턴(84)

- 1: 지원하지 않는 명령어
- 2: 잘못된 어드레스 입력
- 3: 잘못된 데이터 입력

*Acc, Toral Mass, Acc.Total Energy 읽기 예

Tx : 01 04 0D AE 00 04 92 84

Rx : 01 04 08 42 F6 00 00 43 E4 00 00 62 58

 Tx 해석 : ID 0x01, 기능코드 0x04 (30000번지대), 어드레스 0x0DAE (3502 -> PLC번지 3503),
0x0004(데이터 4개) 읽기

Rx 해석 : ID 0x01, 기능코드 0x04, 전송데이터 수 0x08, 데이터 1 (0x42F60000), 데이터 2 (0x43E40000)

0x42F60000 -> 123.0 (floating point 값)

0x43E40000 -> 456.0

기술문의 032-817-1240

발행일 : 2023년 06월 30일