

사용설명서

GLOFA
MASTER-K

온도 제어 모듈 프로그램머블 로직 컨트롤러

G4F-TMCA



안전에 관한 주의사항

- 사용 전에 안전을 위한 주의사항을 반드시 읽고 정확하게 사용하여 주십시오.
- 사용설명서가 최종 사용자와 유지보수 책임자에게 전달되도록 하여 주십시오.
- 사용설명서를 읽고 난 뒤에는 제품을 사용하는 사람이 항상 볼 수 있는 곳에 잘 보관 하십시오.

안전을 위한 주의 사항

제품을 사용하기 전에...

제품을 안전하고 효율적으로 사용하기 위하여 본 사용설명서의 내용을 끝까지 잘 읽으신 후에 사용해 주십시오.

- ▶ 안전을 위한 주의 사항은 제품을 안전하고 올바르게 사용하여 사고나 위험을 미리 막기 위한 것이므로 반드시 지켜 주시기 바랍니다.
- ▶ 주의사항은 ‘경고’와 ‘주의’의 2가지로 구분되어 있으며, 각각의 의미는 다음과 같습니다.



경고

지시사항을 위반하였을 때, 심각한 상해나 사망이 발생할 가능성이 있는 경우



주의

지시사항을 위반하였을 때, 경미한 상해나 제품 손상이 발생할 가능성이 있는 경우

- ▶ 제품과 사용설명서에 표시된 그림 기호의 의미는 다음과 같습니다.



는 위험이 발생할 우려가 있으므로 주의하라는 기호입니다.



는 감전의 가능성이 있으므로 주의하라는 기호입니다.

- ▶ 사용설명서를 읽고 난 뒤에는 제품을 사용하는 사람이 항상 볼 수 있는 곳에 보관해 주십시오.

안전을 위한 주의 사항

설계 시 주의 사항

경고

- ▶ 외부 전원, 또는 PLC모듈의 이상 발생시에 전체 제어 시스템을 보호하기 위해 PLC의 외부에 보호 회로를 설치하여 주십시오.

PLC의 오출력/오동작으로 인해 전체 시스템의 안전성에 심각한 문제를 초래할 수 있습니다.

- PLC의 외부에 비상 정지 스위치, 보호 회로, 상/하한 리미트 스위치, 정/역 방향 동작 인터록 회로 등 시스템을 물리적 손상으로부터 보호할 수 있는 장치를 설치하여 주십시오.
- PLC의 CPU가 동작 중 위치독 타이머 에러, 모듈 착탈 에러 등 시스템의 고장을 감지하였을 때에는 시스템의 안전을 위해 전체 출력을 Off시킨 후, 동작을 멈추도록 설계되어 있습니다. 그러나 릴레이, TR등의 출력 소자 자체에 이상이 발생하여 CPU가 고장을 감지할 수 없는 경우에는 출력이 계속 On 상태로 유지될 수 있습니다. 따라서, 고장 발생시 심각한 문제를 유발할 수 있는 출력에는 출력 상태를 모니터링 할 수 있는 별도의 회로를 구축하여 주십시오.

- ▶ 출력 모듈에 정격 이상의 부하를 연결하거나 출력 회로가 단락되지 않도록 하여 주십시오.

화재의 위험이 있습니다.

- ▶ 출력 회로의 외부 전원이 PLC의 전원보다 먼저 On 되지 않도록 설계하여 주십시오.

오출력 또는 오동작의 원인이 될 수 있습니다.

- ▶ 컴퓨터 또는 기타 외부 기기가 통신을 통해 PLC와의 데이터 교환, 또는 PLC의 상태를 조작 (운전 모드 변경 등)하는 경우에는 통신 에러로부터 시스템을 보호할 수 있도록 시퀀스 프로그램에 인터록을 설정하여 주십시오.

오출력 또는 오동작의 원인이 될 수 있습니다.

안전을 위한 주의 사항

설계 시 주의 사항

주의

- ▶ 입출력 신호 또는 통신선은 고압선이나 동력선과는 최소 100mm 이상 떨어뜨려 배선하십시오.
오출력 또는 오동작의 원인이 될 수 있습니다.

설치 시 주의 사항

주의

- ▶ PLC는 사용설명서 또는 데이터 시트의 일반 규격에 명기된 환경에서만 사용해 주십시오.
감전/화재 또는 제품 오동작 및 열화의 원인이 됩니다.
- ▶ 모듈을 장착하기 전에 PLC의 전원이 꺼져 있는지 반드시 확인해 주십시오.
감전, 또는 제품 손상의 원인이 됩니다.
- ▶ PLC의 각 모듈이 정확하게 고정되었는지 반드시 확인해 주십시오.
제품이 느슨하거나 부정확하게 장착되면 오동작, 고장, 또는 낙하의 원인이 됩니다.
- ▶ I/O 또는 증설 커넥터가 정확하게 고정되었는지 확인해 주십시오.
오입력 또는 오출력의 원인이 됩니다.
- ▶ 설치 환경에 진동이 많은 경우에는 PLC에 직접 진동이 인가되지 않도록 하여 주십시오.
감전/화재 또는 오동작의 원인이 됩니다.
- ▶ 제품 안으로 금속성 이물질이 들어가지 않도록 하여 주십시오.
감전/화재 또는 오동작의 원인이 됩니다.

안전을 위한 주의 사항

배선 시 주의 사항

경 고

- ▶ 배선 작업을 시작하기 전에 PLC의 전원 및 외부 전원이 꺼져 있는지 반드시 확인하여 주십시오.
감전 또는 제품 손상의 원인이 됩니다.
- ▶ PLC 시스템의 전원을 투입하기 전에 모든 단자대의 커버가 정확하게 닫혀 있는지 확인하여 주십시오.
감전의 원인이 됩니다.

주 의

- ▶ 각 제품의 정격 전압 및 단자 배열을 확인한 후 정확하게 배선하여 주십시오.
화재, 감전 사고 및 오동작의 원인이 됩니다.
- ▶ 배선시 단자의 나사는 규정 토크로 단단하게 조여 주십시오.
단자의 나사 조임이 느슨하면 단락, 화재, 또는 오동작의 원인이 됩니다.
- ▶ FG 단자의 접지는 PLC전용 3종 접지를 반드시 사용해 주십시오.
접지가 되지 않은 경우, 오동작의 원인이 될 수 있습니다.
- ▶ 배선 작업 중 모듈 내로 배선 찌꺼기 등의 이물질이 들어가지 않도록 하여 주십시오.
화재, 제품 손상, 또는 오동작의 원인이 됩니다.

안전을 위한 주의 사항

시운전, 보수 시 주의사항

경고

- ▶ 전원이 인가된 상태에서 단자대를 만지지 마십시오.
감전 또는 오동작의 원인이 됩니다..
- ▶ 청소를 하거나, 단자를 조일 때에는 PLC 및 모든 외부 전원을 Off시킨 상태에서 실시하여 주십시오.
감전 또는 오동작의 원인이 됩니다.
- ▶ 배터리는 충전, 분해, 가열, Short, 납땜 등을 하지 마십시오.
발열, 파열, 발화에 의해 부상 또는 화재의 위험이 있습니다.

주의

- ▶ 모듈의 케이스로부터 PCB를 분리하거나 제품을 개조하지 마십시오.
화재, 감전 사고 및 오동작의 원인이 됩니다.
- ▶ 모듈의 장착 또는 분리는 PLC 및 모든 외부 전원을 Off시킨 상태에서 실시하여 주십시오.
감전 또는 오동작의 원인이 됩니다.
- ▶ 무전기 또는 휴대전화는 PLC로부터 30cm 이상 떨어뜨려 사용하여 주십시오.
오동작의 원인이 됩니다.

폐기 시 주의사항

주의

- ▶ 제품 및 배터리를 폐기할 경우, 산업 폐기물로 처리하여 주십시오.
유독 물질의 발생, 또는 폭발의 위험이 있습니다.

◎ 목 차 ◎

제1장 개요	1-1 ~ 1-1
--------------	-----------

1.1 특징	1 - 1
--------------	-------

제2장 규격	2-1 ~ 2-23
--------------	------------

2.1 일반 규격.....	2 - 1
2.2 성능 규격	2 - 2
2.2.1 입출력 규격	2 - 2
2.2.2 PID 규격	2 - 3
2.2.3 공통 규격	2 - 3
2.3 각 부의 명칭과 역할.....	2 - 4
2.4 아날로그 입력.....	2 - 5
2.4.1 입력 변환 특성	2 - 5
2.4.2 아날로그 입력과 디지털 출력과의 관계	2 - 6
2.4.3 아날로그 입력값.....	2 - 6
2.5 열전대 입력	2 - 7
2.5.1 온도 변환 특성.....	2 - 7
2.5.2 정밀도	2 - 7
2.5.3 단선 검출 기능.....	2 - 8
2.5.4 온도변환값의 표시.....	2 - 8
2.6 축온저항체 입력	2 - 9
2.6.1 온도 변환 특성.....	2 - 9
2.6.2 정밀도	2 - 9
2.6.3 단선 검출 기능	2 - 10
2.6.4 백금 축온저항체와 온도제어 모듈과의 접속	2 - 11

2.7 아날로그 출력	2 - 12
2.7.1 출력 변환 특성	2 - 12
2.7.2 아날로그 출력값	2 - 12
2.8 트랜지스터 출력	2 - 13
2.8.1 시간비례 제어출력	2 - 13
2.8.2 내부회로 구성	2 - 13
2.9 제어동작	2 - 14
2.9.1 연산 방식	2 - 14
2.9.2 PID 제어 동작	2 - 15
2.9.3 ON/OFF 동작	2 - 19
2.9.4 조절감도(히스테리시스)	2 - 19
2.9.5 헌팅	2 - 20
2.9.6 수동조작값	2 - 20
2.9.7 정동작과 역동작	2 - 20
2.9.8 제어주기	2 - 20
2.9.9 오프셋	2 - 21
2.9.10 목표값 램프 기능	2 - 21
2.9.11 개평연산 기능	2 - 21
2.9.12 바이어스(BIAS)	2 - 21
2.9.13 필터(FILT)	2 - 22
2.9.14 알람경보 동작	2 - 22
2.10 오토튜닝(Auto-Tuning:자동동조)	2 - 23
2.10.1 릴레이 오토튜닝 블록도	2 - 23
2.10.2 릴레이 오토튜닝 순서	2 - 23
2.11 캐스케이드(Cascade)제어 실행	2 - 24

제3장 설치	3-1 ~ 3-4
---------------	-----------

3.1 설치환경	3 - 1
-----------------	-------

3.2	취급시의 주의사항	3 - 1
3.3	배선	3 - 1
3.3.1	배선시 주의 사항	3 - 2
3.3.2	배선에	3 - 2
1)	전압/열전대 입력의 경우	3 - 2
2)	전류 입력의 경우	3 - 2
3)	측온저항체 입력의 경우	3 - 3
4)	전류 출력의 경우	3 - 3
5)	펄스 출력의 경우	3 - 3

제4장 평선블록	4-1 ~ 4-6
-----------------	------------------

4.1	GMWIN에서 평선블록 등록	4 - 1
4.2	평선블록	4 - 2
4.2.1	모듈 초기화 (TMC1INI)	4 - 2
4.2.2	제어연산 (TMC1PID)	4 - 3
4.2.3	캐스케이드 제어실행(TMC1CAS)	4 - 4
4.2.4	알람경보동작(TMC1ALM)	4 - 5
4.3	평선블록 상의 에러 코드	4 - 6

제5장 프로그램	5-1 ~ 5-8
-----------------	------------------

5.1	자동 동조 기능을 사용한 제어 프로그램	5 - 1
5.2	PID연산을 사용한 제어 프로그램	5 - 3
5.3	On/Off동작을 사용한 제어 프로그램	5 - 5
5.3	캐스케이드제어를 사용한 제어 프로그램	5 - 7

제6장 트러블 슈팅	6-1 ~ 6-4
-------------------	------------------

6.1 RUN LED점멸에 의한 에러 6 - 1
6.2 트러블 슈팅 순서..... 6 - 1

제7장 치수..... 7-1 ~ 7-1

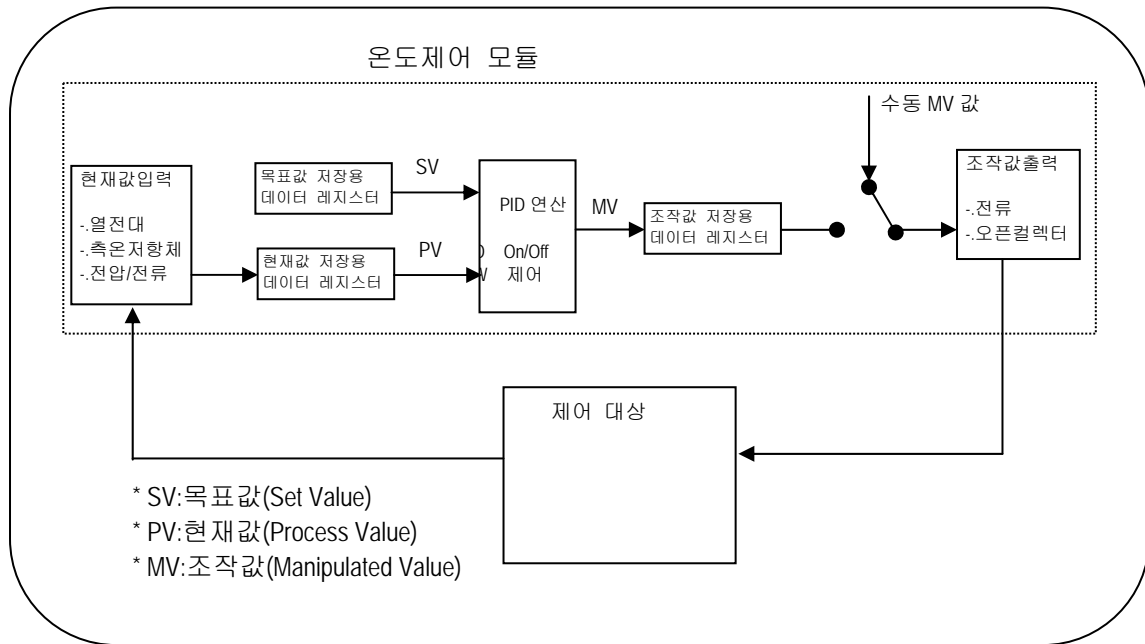
부록1..... 부1-1 ~ 1-8

1.1 백금 촉은저항체의 기준 저항값.....부1 - 1
2.1 열기전력표..... 부1 - 2
2.2 열전대.....부1 - 6
2.3 보상도선.....부1 - 8

제1장 개요

본제품은 GM4시리즈의 CPU모듈과 조합하여 사용하는 G4F-TMCA(이하 온도제어 모듈)라 합니다.

온도제어란 제어대상을 설정한 값으로 유지하기 위해 검출부에서 측정된 값(현재값)과 미리 설정되어 있는 값(목표값)을 비교하여 현재값과 목표값이 차가 있는 경우는 컨트롤러가 그 차를 없애기 위해 출력을 조정하여 현재값이 목표값에 도달하도록하는 제어 동작을 말하며 PID제어,On/Off제어,수동출력 등이 있습니다.특히 이 제품은 현재값 입력에 필요한 온도입력(측온저항체,열전대),전압/전류입력 과 조작값 출력에 필요한 전류, 오픈컬렉터 출력을 내장하고 있으므로 별도의 입출력이 필요하지 않습니다.



1.1 특징

온도제어 모듈의 특징은 아래와 같습니다.

- 1) 하나의 모듈로 각기 다른 프로세스를 동시에 개별 제어할 수 있습니다.
- 2) 정동작/역동작 제어의 선택이 가능합니다.
- 3) 연산출력이 아닌 수동출력(사용자가 설정한 강제출력)이 가능합니다.
- 4) 한 베이스에서 사용되는 수량은 제한이 없습니다.
- 5) Auto-Tuning(자동 동조기능)으로 시스템의 P,I,D상수를 자동으로 계산합니다.
- 6) 다양한 입출력기능을 내장하고 있기 때문에 제어를 위한 별도의 입력출력이 필요 없습니다.
 입력은 측온저항체 2종,열전대 7종 및 전압/전류입력이 가능하고 출력은 전류 및 시간 비례 제어의 오픈컬렉터 출력이 내장되어 있습니다.
- 7) 캐스케이드 기능으로 하나의 프로세스에 대한 연동제어가 가능합니다.
- 8) On/Off 제어기능이 가능합니다.

제2장 규 격

2.1 일반 규격

GLOFA GM시리즈의 일반규격에 대해 표.2.1에 나타냅니다.

No	항 목	규 격	관련규격		
1	사용온도	0 ~ 55℃			
2	보관온도	-25 ~ 70℃			
3	사용습도	5 ~ 95%RH, 이슬이 맺히지 않을 것			
4	보관습도	5 ~ 95%RH, 이슬이 맺히지 않을 것			
5	내진동	단속적인 진동이 있는 경우		IEC 1131-2	
		주 파 수	가 속 도		진 폭
		10 ≤ f < 57 Hz	-		0.075 mm
		57 ≤ f ≤ 150 Hz	9.8 m/s² {1G}		-
		연속적이 진동이 있는 경우			X, Y, Z 각 방향 10회
		주 파 수	가 속 도		
10 ≤ f < 57 Hz	-	0.035 mm			
		57 ≤ f ≤ 150 Hz	4.9 m/s² {0.5G}	-	
6	내충격	*최대 충격 가속도: 147 m/s² {15G} *인가시간 :11 ms *펄스 파형: 정형 반파 펄스(X, Y, Z 3방향 각 3회)		IEC 1131-2	
7	내노이즈	방형파 임펄스 노이즈	±1,500 V		LS산전 내부 시험규격 기준
		정전기 방전	전압 :4 kV(접촉방전)		IEC 1131-2 IEC 801-2
		방사 전자계 노이즈	27 ~ 500 MHz, 10 V/m		IEC 1131-2 IEC 801-3
		패스트 트랜지언트 /버스트 노이즈	구분	전원 모듈	디지털 입 출력 (24V 이상)
		전압	2 kV	1 kV	0.25 kV
8	주위환경	부식성 가스, 먼지가 없을 것			
9	사용고도	2,000m 이하			
10	오 염 도	2 이하			
11	냉각방식	자연 공랭식			

[표.2.1] 일반규격

알아두기

- 1) IEC(International Electrotechnical Commission:국제 전기 표준회의)
: 전기, 전자 부문의 국제 규격을 제정하는 국제적 민간 기관
- 2) 오염도
: 장치의 절연 성능을 결정하는 사용 환경의 오염 정도를 나타내는 지표이며 오염도 2란
통상 비전도성 오염만 발생하는 상태입니다.
단, 이슬 맺힘에 따라 일시적인 도전이 발생하는 상태를 말합니다.

2.2 성능 규격

온도제어 모듈의 성능 규격에 대해 설명합니다.

2.2.1 입출력 규격

항 목		규 격				
입력	열전대	종류	DIN 규격	BS 규격	측정온도범위(°C)	측정전압범위(μV)
		K	Nicr-Ni	NiCr-NiAi	-200.0 ~ 1300.0	-5891 ~ 52398
		J	-	Pe-CuNi	-200.0 ~ 1000.0	-7890 ~ 57942
		E	-	NiCr-CuNi	-200.0 ~ 800.0	-8824 ~ 61022
		T	-	Cu-CuNi	-200.0 ~ 400.0	-5603 ~ 20869
		R	-	PtRh13-Pt	0.0 ~ 1700.0	0 ~ 20215
		S	RtRh-Pt	RtRh10-Pt	0.0 ~ 1700.0	0 ~ 17942
		B	-	PtRh30-PtRh6	400.0 ~ 1800.0	786 ~ 13585
	측온저항체	종류		측정온도범위(°C)		측정저항범위(Ω)
		PT100		-200.0~600.0		18.49~313.59
		Jpt100		-200.0~600.0		17.14~317.28
	아날로그	입력 범위	전류	DC 4~20mA		
			전압	DC 1~5V		
		최대 분해능	전류	2 μA (1/8000)		
			전압	0.25 mV (1/8000)		
절대최대입력		전압:15V, 전류:25 mA				
절연방식		입력단자와 PLC 전원간 포토커플러 절연(채널간 비절연)				
루프수	2 (열전대, 측온저항체, 전압, 전류를 포함하여 동시 2 루프 사용 가능)					
디지털 출력	현재값(PV) 1. 열전대, 측온저항체 :온도검출값[측정온도값 X 10(소수점 한자리까지 표시)] 2. 전압, 전류 입력 : 0 ~ 8000					
출력	아날로그	전류출력	DC 4~20mA			
		최대분해능	4 μA (1/4000)			
		절대최대출력	전압:15V, 전류:25 mA			
	트랜지스터 출력	최소 펄스 출력		1 ms(1/4000: 1 ms단위로 출력됨)		
		출력 제어 주기		1 ~ 100 초 (1/1000)		
		정격부하전압		DC 24V		
		사용부하전압 범위		DC 20.4 ~ 26.4V		
		최대부하 전류		70 mA		
		On 시 최대 전압 강하		DC 1.5V(70 mA)		
		응답시간	Off => On	1 ms		
			On => Off	1 ms		
	코먼 방식	2 점 /1COM				
	절연방식	출력단자와 PLC 전원간 포토커플러 절연(루프간 비절연)				
	루프수	2 (전류, 트랜지스터 출력을 포함하여 동시 2 루프 사용 가능)				
	디지털 입력	조작값(MV) 전류, 트랜지스터 출력 : 0 ~ 4000				

제 2 장 규격

2.2.2 PID 규격

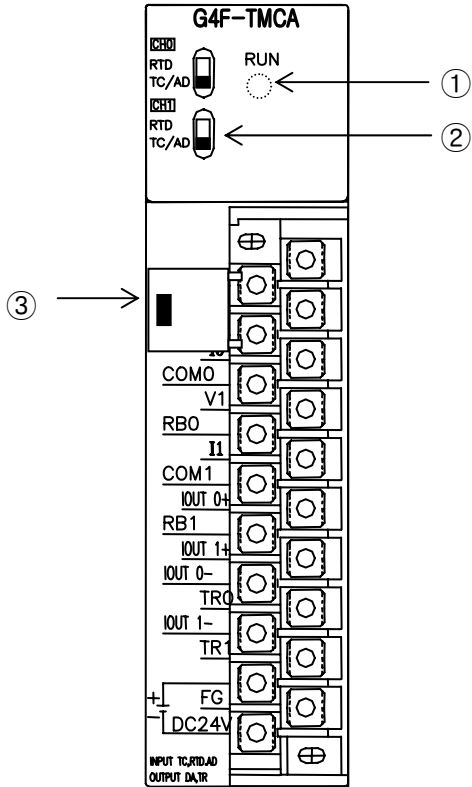
항 목		규 격
PID 상수의 설정범위	비례상수(P)	1~10000 [0.01 ~ 100.00(%)] (적분 및 미분상수를 0.0 초로 설정시 비례제어 동작)
	적분상수 (I)	0 ~ 36000 [0.0 ~ 3600.0(초)] (0.0 초 설정시 적분동작 금지)
	미분상수 (D)	0 ~ 36000 [0.0 ~ 3600.0(초)] (0.0 초 설정시 미분동작 금지)
목표값 설정범위(SV)	1. 열전대, 축온저항체 :온도검출값[측정온도값 X 10(소수점 한자리까 지 표시)] 2. 전압, 전류 :0 ~8000	
현재값 입력범위(PV)		
조작값 출력범위(MV)	0 ~ 4000	
수동조작값 설정범위(MMV)	0 ~ 4000	
제어 루프수	2 루프	
제어 주기	200 ms	
연산 방식	측정치 미분형(미분 선행형)	

2.2.3 공통규격

항 목		규 격
외부 공급 전원	전압 범위	DC 20.4 ~ 26.4V
	소비 전류	90mA
내부 소비 전류		354mA
중 량		370 g

2.3 각 부의 명칭 및 역할

각 부분의 명칭에 대해서 설명합니다.

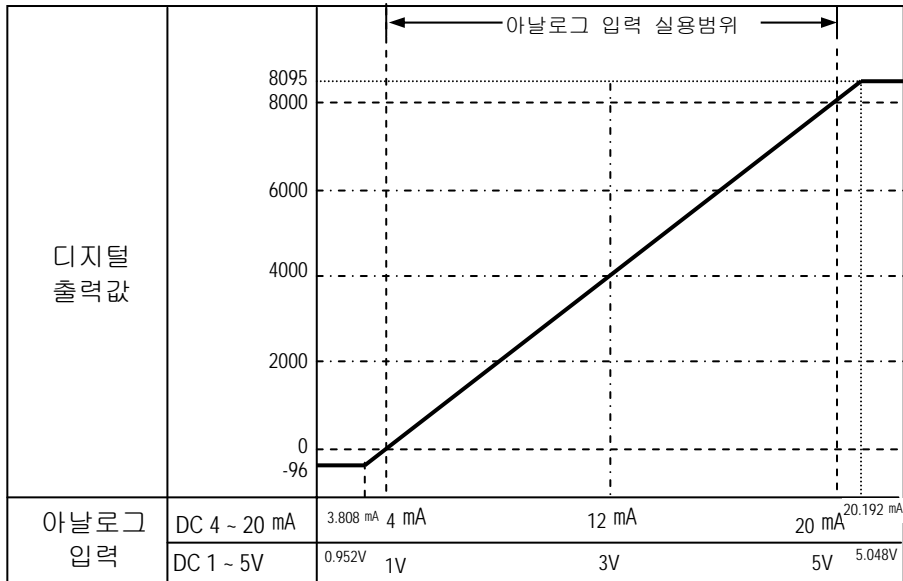


번호	내 용
①	<p>RUN LED</p> <p>온도제어 모듈의 동작상태를 나타냅니다. 점등 : 정상 동작 점멸 : 에러가 발생될 때 표시</p>
②	<p>입력종류 선택스위치</p> <p>루프별로 입력종류(열전대,측온저항체,전류/전압)를 선택하는 스위치입니다.</p> <p>RTD 1. TC/AD 선택 열전대입력/아날로그입력으로 선택되며 단자대 접속 및 초기화 평선블록의 IN_TYPE 값에 따라 열전대 및 아날로그 입력으로 사용할 수 있습니다.</p> <p>TC/AD 2. RTD 선택 RTD 입력으로 선택되며 단자대 접속 및 초기화 평선블록의 IN_TYPE 에 따라 측온저항체 입력으로 사용할 수 있습니다.</p>
③	<p>기준점정보상기</p> <p>열전대 입력으로 사용할 때 K,J,E,T,R,S 센서에 대해서 기준점점 온도 보상으로 사용됩니다.(단 B 타입은 제외됩니다.)</p>

2.4 아날로그 입력

2.4.1 입력 변환 특성

- ▶입출력 변환 특성은 PLC 외부기기로부터의 아날로그 신호(전압 또는 전류 입력)를 디지털 값으로 변환 할 때의 기울기로 아래의 그림으로 나타냅니다.
- ▶온도제어모듈은 루프 마다 단자대의 접속에 따라 전압/전류 선택이 가능하고 오프셋/게인 설정은 고정되어 있으므로 변경할 수 없습니다.



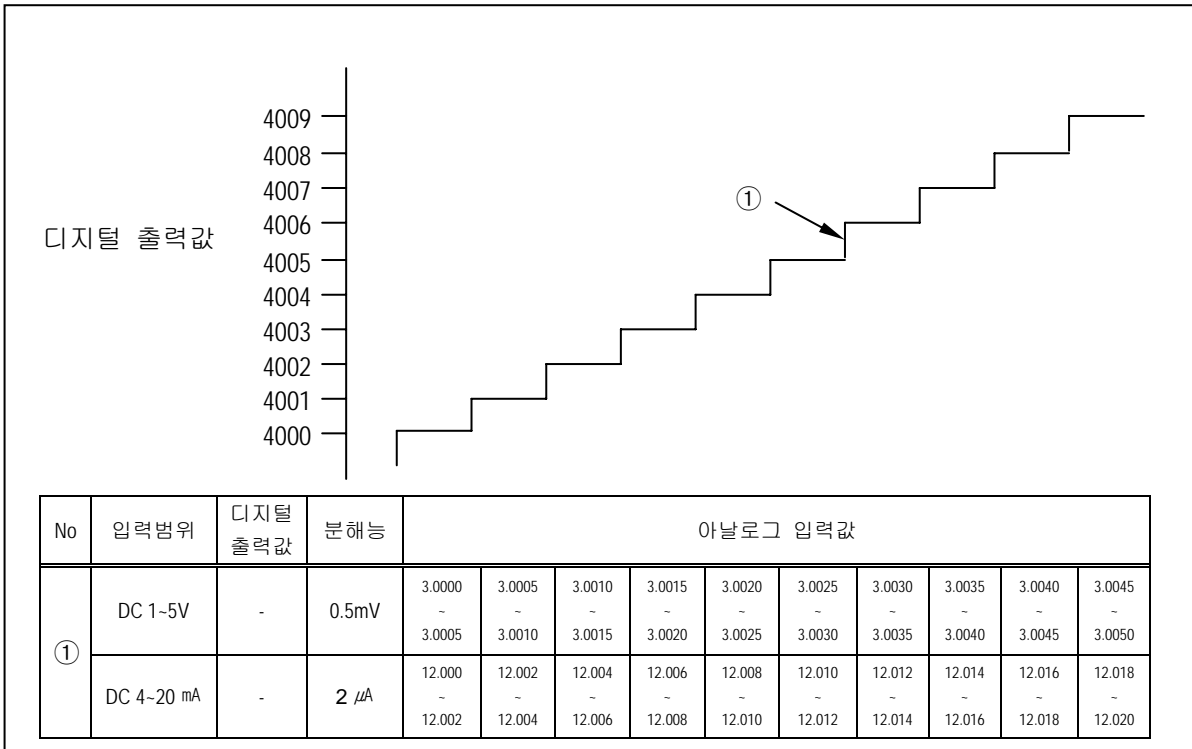
입력 변환 특성

알아두기

1. 디지털 출력 값이 8095 또는 -96을 초과하는 아날로그 값이 입력되어도 디지털 출력 값은 8095 또는 -96으로 고정됩니다.
2. 전압은 +15V, 전류는 +25mA 이상을 입력하지 마십시오.
열 상승에 의해 불량 원인이 됩니다.

2.4.2 아날로그 입력과 디지털 출력의 관계

아날로그 입력과 디지털 출력의 관계는 다음과 같습니다.



아날로그 입력과 디지털 출력

2.4.3 아날로그 입력값

모듈초기화 펌션블록의 IN_TYPE의 설정에 따라 아날로그 전압/전류 입력값을 샘플링 처리하여 아날로그 변환값(0~8000)으로 출력합니다. [IN_TYPE(20) : 전류, IN_TYPE(21) : 전압]

[예] 실제전류가 12mA일 경우

- 아날로그 변환값 (제어연산 펌션블록의 출력변수 PV로 나타나는 디지털값) :4000

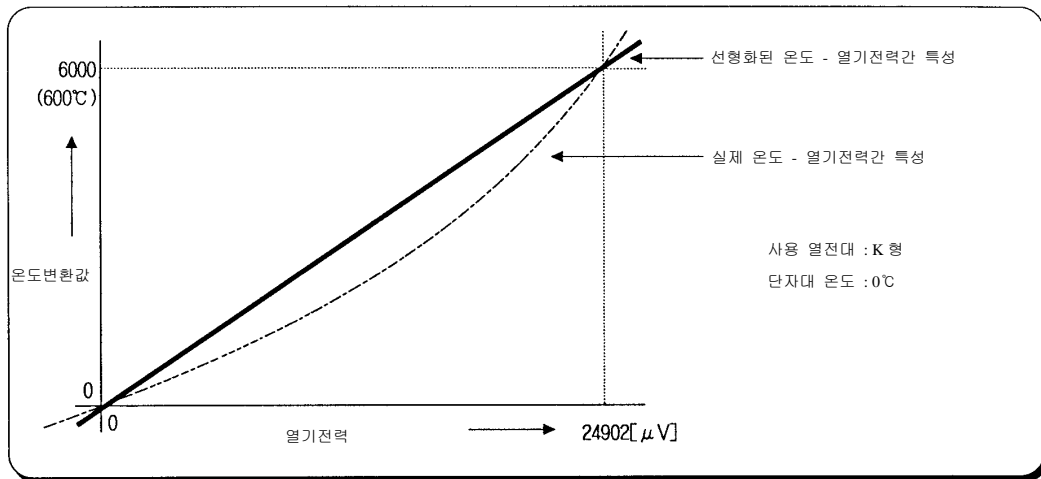
2.5 열전대 입력

열전대가 검출한 온도는 열기전력으로 각 루프에 입력되면 측정 주기마다 각 루프의 입력된 전압을 A/D 변환을 통해 온도 검출값으로 출력합니다.

2.5.1 온도 변환 특성

열전대 입력 모듈은 비선형 특성을 갖는 열전대 입력값을 A/D변환 후, 선형화 처리된 온도 변환값으로 출력합니다.

열전대 입력값에 대한 온도 변환값의 특성 예를 아래 그림에 나타냅니다.



열전대 입력에 대한 온도 변환 특성

2.5.2 정밀도

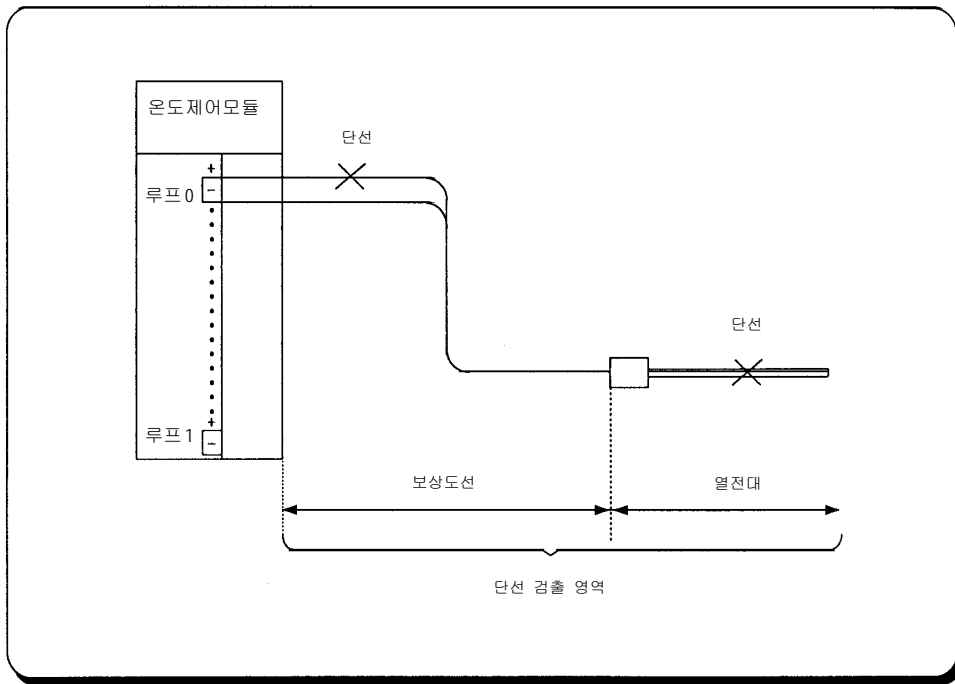
온도제어 모듈의 정밀도는 측정 온도 범위 전체에 대하여 $\pm 0.5\%$ 범위이고 기준점점 보상기 오차($\pm 1^\circ\text{C}$)가 가산됩니다.

[예] K형의 열전대를 사용한 경우 -200°C , 500°C , 1200°C 의 각 온도에 대한 온도 검출값은 다음과 같습니다.

- K형의 측정온도 전체범위 : $1500^\circ\text{C}(-200^\circ\text{C} \sim 1300^\circ\text{C})$
- K형에 대한 정밀도 : $1500^\circ\text{C} \times \pm 0.005 = \pm 7.5^\circ\text{C}$
- 기준점점 보상기를 포함한 정밀도 : $7.5 \pm 1.0 = \pm 8.5 (^\circ\text{C})$
- 온도 변환 범위
 - -200°C 일 때 : $-208.5 \sim -191.5^\circ\text{C}$
 - 500°C 일 때 : $491.5 \sim 508.5^\circ\text{C}$
 - 1200°C 일 때 : $1191.5 \sim 1208.5^\circ\text{C}$

2.5.3 단선 검출 기능

온도제어 모듈에 접속한 열전대 또는 보상도선의 단선을 검출하는 기능입니다. 아래의 그림과 같이 열전대의 단선, 보상도선의 단선이 발생하면, 온도제어 모듈의 내부 단선 검출 회로에 의해 측정범위를 넘는 전압이 입력됨으로써 단선을 검출하여 단선 검출 에러코드를 발생합니다. 단선 검출 기능은 2루프에 대해서 자동적으로 실행됩니다.



2.5.4 온도 변환값의 표시

열전대 입력값을 샘플링 처리하여 온도 검출값으로 변환한 후 10배한 값을 디지털 값으로 나타내며 이를 온도 변환값이라 합니다.

[예] 실제온도가 100.5°C일 경우

- 온도변환값 (제어연산 평선블록의 출력변수 PV로 나타나는 디지털값) :1005

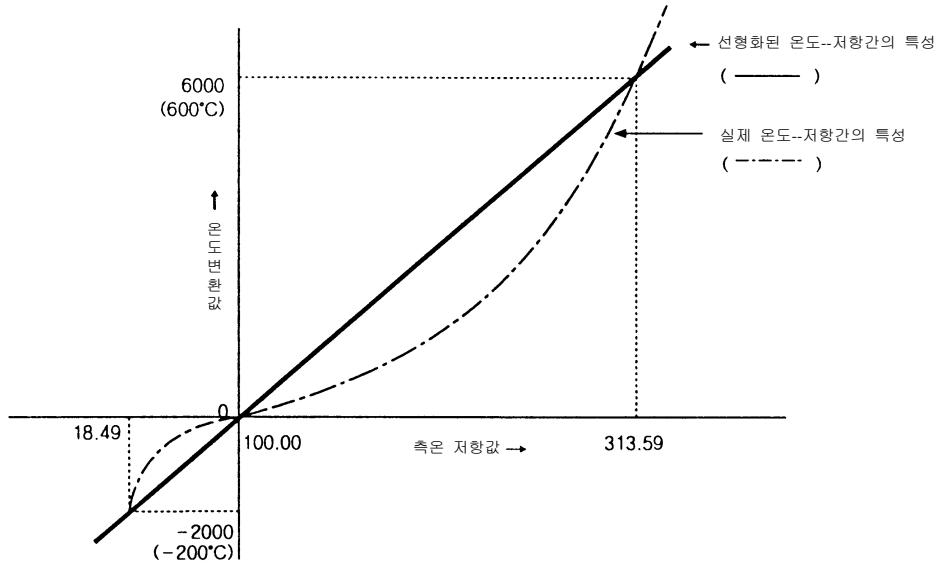
알아두기

1. 사용하지 않은 루프에 대해 초기화 평선블록을 기동하면 단선이 검출이 되어 RUN LED가 1초 간격으로 점등하므로 사용루프 이외에는 초기화 평선블록을 기동하지 말아 주십시오.
2. 현재값(PV)로 입력되는 온도입력값이 센서 출력값과 다를 경우에 초기화 평선블록의 BIAS로 조절할 경우 모든입력범위에 대해서 동일한값이 더해집니다.

2.6 측온저항체 입력

2.6.1 온도 변환 특성

온도제어 모듈은 비선형 특성을 갖는 측온 저항체의 저항 입력을 다음 그림과 같이 선형화 처리합니다.



측온 저항체 입력에 대한 온도 변환 특성(백금 측온 저항체 : Pt100)

2.6.2 정밀도

온도제어 모듈의 정밀도는 측정 온도 범위 전체에 대하여 $\pm 0.5\%$ 범위내 입니다.

[예] Pt100의 측온 저항체를 사용한 경우 -100°C 와 400°C 의 각 온도에 대한 변환값은 아래와 같습니다.

- 측정 온도 전체 범위 : $800^{\circ}\text{C}(-200.0^{\circ}\text{C} \sim 600.0^{\circ}\text{C})$
- 정밀도 : $800 \times (\pm 0.5\%) = \pm 4^{\circ}\text{C}$
- 온도 변환 범위 -100°C 일 때 : $-104^{\circ}\text{C} \sim -96^{\circ}\text{C}$
 400°C 일 때 : $396^{\circ}\text{C} \sim 404^{\circ}\text{C}$

2.6.3 단선 검출 기능

온도제어 모듈에서는 사용하는 Pt10, JPt100 및 케이블에 대해서 단선검출 기능이 있습니다.

- 1) 아래 그림과 같이 측온저항체 저항체나 케이블의 단선이 발생하면 온도제어 모듈의 내부 단선 검출 회로에 의해 측정 범위를 넘는 전압이 입력됨으로써 단선을 검출하여 단선 검출 에러 코드를 발생합니다.
- 2) 온도제어 모듈은 각 루프에 대해 단선 검출이 가능합니다.
단, 사용 루프로 지정된 경우만 단선 검출이 가능합니다.
- 3) 단선이 발생하는 온도입력값은 이전값으로 유지됩니다.

접속방법	접 속 예	단선검출기능	비고
2선식			-4 선식으로 접속한 경우 단자대 A 에 접속된 2 선이 모두 단선일 경우에만 단선 에러를 검출 할 수 있습니다.
3선식		-사용루프로 지정되었을 경우	
4선식		-사용루프로 지정되지 않았을 경우 ;단선검출불가	
접속하지 않았을 때			* 1: 측온 저항체 * 2: 실드선

2.6.4 백금 측온저항체와 온도제어 모듈과의 접속

- ▶ 백금 측온 저항체와 온도제어 모듈과의 접속은 2선식, 3선식, 4선식 3가지 방법이 있습니다.
 - ▶ 백금 측온 저항체와 온도제어 모듈이 떨어져 있을 때 연결하여 사용하는 도선의 저항값은 1선당 10Ω 이하가 되는 것을 사용하십시오.
- 또한 루프마다 사용되는 도선은 동일한 도선(굵기, 길이 종류등)로 사용하십시오.

알아두기

□ 루프에 사용하는 도선 값의 차이가 1Ω 이하가 되도록 하여 주십시오.
 그렇지 않으면 표 2.2 에 표시된 정밀도를 만족하지 않는 경우가 발생합니다.

접속방법	접 속 예	도선에 대한 조건
2선식		<ul style="list-style-type: none"> □ 도선 저항값 ≤ 10Ω □ 도선 저항값 ≤ 10Ω □ 도선 저항값 ≤ 10Ω
3선식		<ul style="list-style-type: none"> □과 □의 도선 저항값 차이 1Ω 이하 □과 □의 도선 저항값 차이 1Ω 이하 □과 □의 도선 저항값 차이 1Ω 이하
4선식		<ul style="list-style-type: none"> □과 □의 도선 저항값 차이 1Ω 이하 □과 □의 도선 저항값 차이 1Ω 이하 □과 □의 도선 저항값 차이 1Ω 이하

측온저항체와 온도제어 모듈간 접속방법

*1: 측온저항체(Pt100 또는 JPt1000)

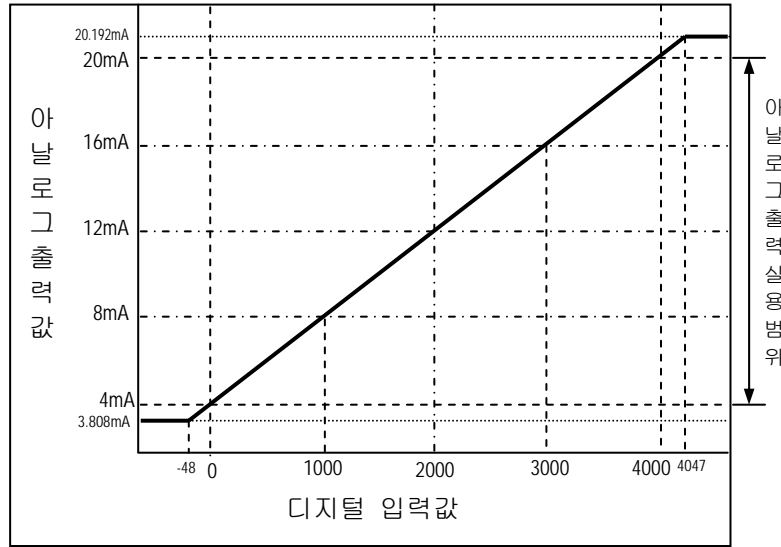
*2: 실드선

:측온 저항체의 실드와 도선의 실드는 반드시 온도제어 모듈의 FG에 접속하여 주십시오.

2.7 아날로그 출력

2.7.1 출력 변환 특성

- ▶ 출력 변환 특성은 PLC에서 설정된 디지털 신호를 아날로그 신호 전류로 변환할 때의 기울기로 아래 그림과 같이 나타냅니다.
- ▶ D/A 변환 모듈의 오프셋/게인 설정은 고정되어 있으므로 변경할 수 없습니다.



출력 변환 특성

알아두기

1. 디지털 입력이 4000 또는 0을 초과하는 입력에 대해서는 설정범위 초과로 평선블록 STAT정보에 12번이 출력됩니다.
2. 평선블록 STAT정보에 에러가 발생하면 출력은 변화하지 않고 이전값을 유지합니다.

2.7.2 아날로그 출력값

모듈초기화 평선블록의 OUT_TYPE의 설정에 의해 아날로그 전류 출력하며 운전정지시(STOP) SEL_TIME에 의해 출력값을 지정할 수 있습니다.

[OUT_TYPE(0) : 전류, OUT_TYPE(1) : 오픈컬렉터 출력]

[SEL_TIME(0) : 이전값 유지, SEL_TIME(1) : 최소값 출력, SEL_TIME(2) : 중간값 출력

SEL_TIME(3) : 최대값 출력]

[예] 조작값(MV),수동조작값(MMV)가 2000일 경우

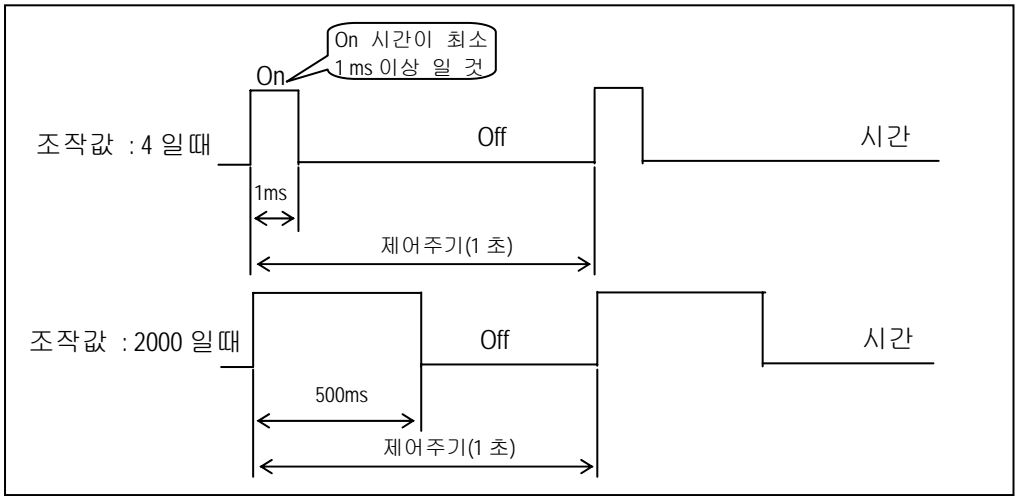
- 출력전류값 : $12\text{mA} \pm 16\text{mA}$ (풀 스케일) $\times 0.005(0.5\%) = 11.920 \sim 12.080 \text{ mA}$

2.8 트랜지스터 출력

2.8.1 시간비례 제어 출력

- ▶ 시간비례제어 출력은 일정한 시간을 주기로하여 오픈컬렉터 출력의 On/Off 시 비율을 가변(PWM 출력) 하는 방식의 출력입니다.
- ▶ 제어주기는 1-100 초까지이고 조작값 출력 범위는 0 ~ 4000 입니다. 시간비례제어의 출력 분해능은 1/1000 초이며 최소 펄스폭은 1ms 입니다.
- ▶ 시간비례제어 출력의 경우 조작값과 실제 출력펄스사이에는 다음과 같은 관계가 성립합니다.

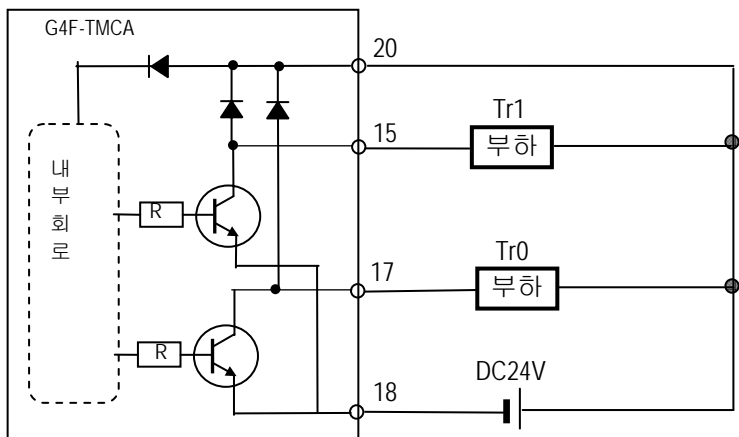
$$\text{실제 출력 펄스폭(ms)} = [\text{조작값}/4000] \times [\text{주기} \times 1000] \text{ (ms)}$$



시간비례 제어출력

2.8.2 내부회로 구성

내부회로는 아래와 같습니다. 전원의 극성을 주의하여 배선하여 주십시오.



알아두기

1. 시간비례제어 주기를 1초로 설정하고 조작값 출력이 2미만 이면 펄스폭이 0.5ms 미만이므로 반올림 하여도 펄스의 최소폭인 1ms가 되지 않으므로 PWM의 On출력 주기는 0초이고 연속하여 Off값만 출력합니다.

2.9 제어 동작

2.9.1 연산 방식

1) 속도형 연산

속도형 연산은 PID 연산시 조작값(MV)의 변화분(ΔMV)을 계산하여 이전 조작값에 가산하여 현재의 조작값을 계산하는 연산방식입니다.

$$MV_n = MV_{n-1} + \Delta MV_n$$

MV_n : 현재의 조작값
 MV_{n-1} : 이전의 조작값
 ΔMV_n : 조작값의 변화량

2) 측정값 미분형 (미분 선행형)

- ▶ 측정값 미분형은 PID 연산시 미분항에 현재값(PV)을 적용하는 연산 방식입니다. 일반적으로 PID 제어는 편차에 대해 그 편차를 없애는 방향으로 동작합니다.
- ▶ 편차는 목표값(SV)의 변경이나 외란에 의해 발생합니다. 따라서 미분 연산시에 편차를 사용하게 되면 목표값(SV)변경에 의한 편차 발생시 미분항 출력이 급변하게 됩니다.
- ▶ 이러한 출력의 급변을 막기 위해 미분항에 대해서 현재값(PV)을 적용하여 연산하는 방식입니다.

$$MV_n = MV_{n-1} + 100/PB \times (E_n - E_{n-1}) + 100/PB \times (E_n \times T_s / T_i) + 100/PB \times \Delta d_n$$

MV_n : 현재의 조작값
 MV_{n-1} : 이전의 조작값
 E_n : 현재의 편차
 E_{n-1} : 이전의 편차
 PB : 비례대
 T_s : 제어 주기(200ms)
 T_i : 적분 상수
 Δd_n : 미분값

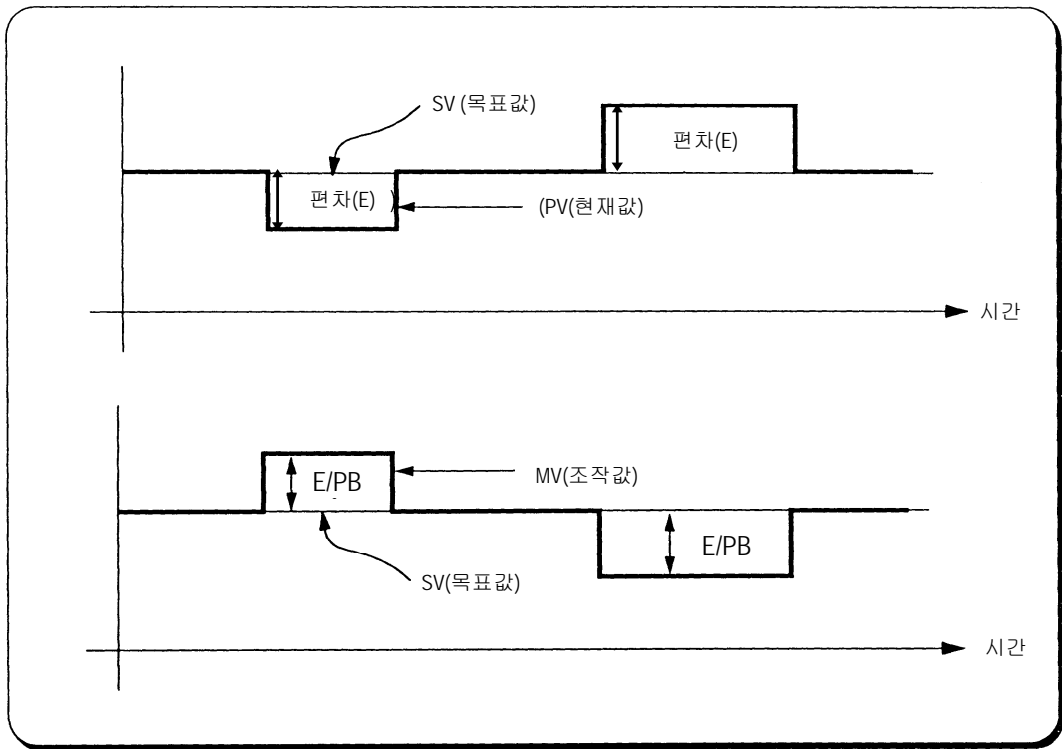
2.9.2 PID 제어 동작

1) 비례 동작 (P 동작, Proportional 동작)

- (1) 비례 동작이란 편차(E: 목표값과 현재값의 차)에 비례된 조작값을 얻는 동작입니다.
- (2) 비례 동작에서 편차(E)와 조작값(MV)의 변화 관계를 수식으로 표현하면 다음과 같습니다.

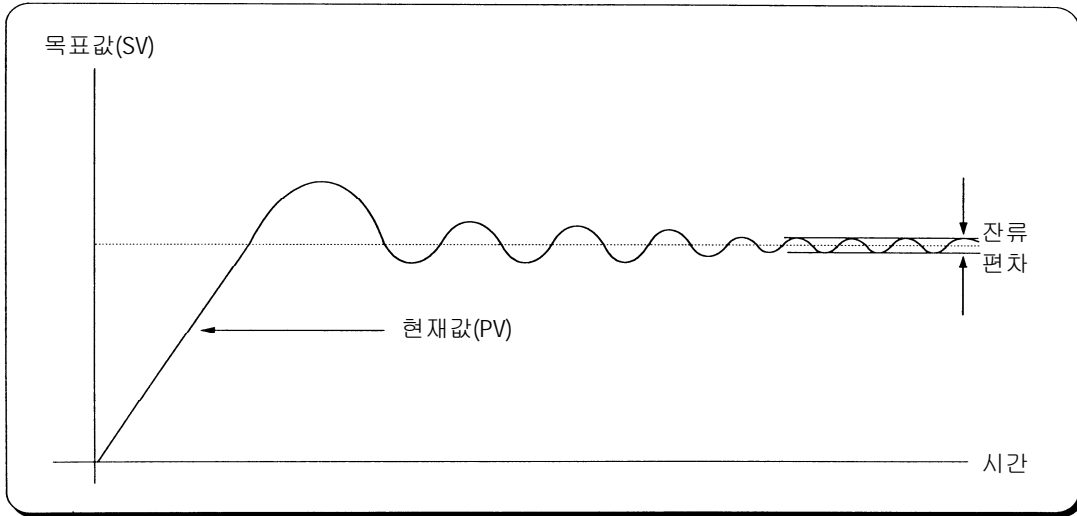
$$MV = 1/PB \times E$$

여기서 PB는 비례대를 뜻합니다(비례계인과 비례대는 역수관계임). 편차가 발생했을 때 비례동작에 의한 조작값은 다음 그림과 같습니다.

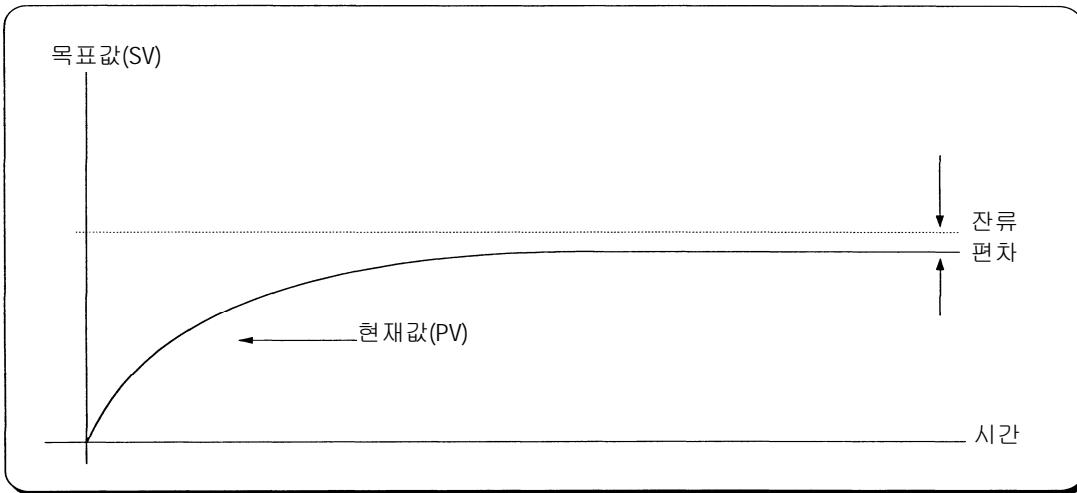


비례 동작에 의한 MV(조작값)

- (3) 위의 그림에서 비례대(PB)가 크면 동일한 편차(E)에 대해서 조작값이 더 작아지며, 즉 비례동작이 약해지며 비례대(PB)가 작으면 비례동작후의 조작값 역시 커짐을 알 수 있습니다.
- (4) 비례대(PB)가 작으면 현재값이 목표값에 빠르게 도달하지만 진동을 하는등 제어 안정에 나쁜 영향을 줄 수 있습니다.
- (5) 비례대(PB)가 크면 진동은 하지 않으나 현재값이 목표값에 도달하는 속도가 느려지며 잔류편차(정상상태오차, 오프셋)가 생길 수 있습니다.
- (6) 조작값은 0 ~ 4,000 사이에서 변화합니다.



비례대(PB)가 작은 경우



비례대(PB)가 큰 경우

2) 적분동작 (I 동작, Integral 동작)

- (1) 적분 동작은 목표값(SV)과 현재값(PV) 사이에서 편차(E)가 발생할 경우, 그 편차를 없애기 위해 시간에 따라 편차만큼을 조작값에 계속적으로 가감합니다.
적은 편차에 대해서 비례대는 조작값의 변화를 기대할 수 없으므로 적분 동작에 의해서 편차 제거 효과를 얻을 수 있습니다.
따라서, 비례대 동작에서 발생한 잔류편차(오프셋)를 없앨 수가 있습니다.
- (2) 적분 동작에서 편차가 발생되고 나서 적분 동작의 조작값이 비례 동작의 조작값으로 되기까지의 시간을 적분 시간이라 말하고 T_i 로 표시합니다.
- (3) 일정한 편차가 발생했을 때 적분 동작은 아래 그림과 같습니다.
- (4) 적분 동작을 수식으로 표현하면 다음과 같습니다.

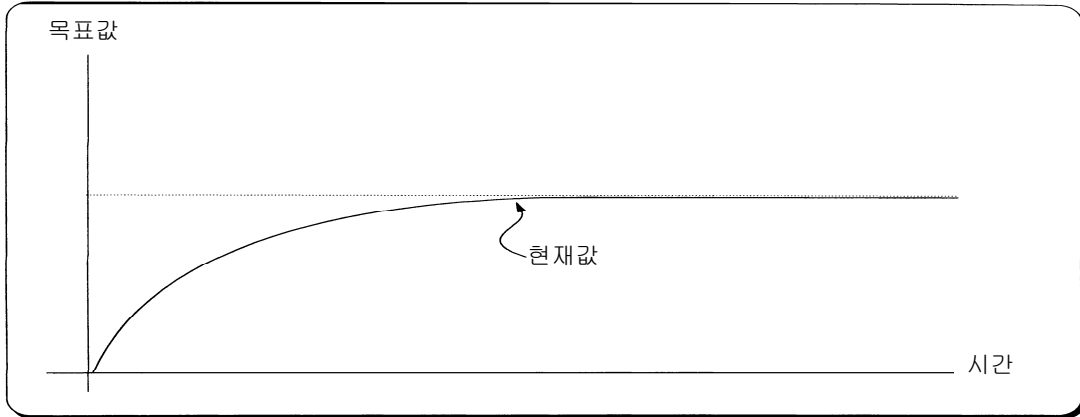
$$MV = E / PB + 1 / PB \times 1 / T_i \times \int E dt$$

수식으로 알수 있듯이 적분 동작에서의 적분시간(T_i)을 조정하여 위의 적분 동작을 강하게 혹은 약하게 할 수 있습니다.

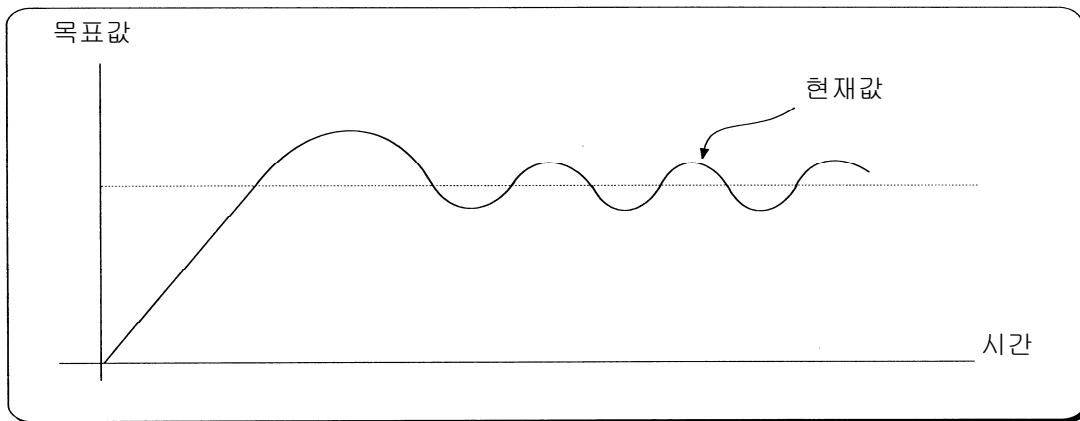
즉 적분 시간을 많이 주면 줄수록(시간을 길게하면) 조작값에 대한 가감량은 적어지며 현재값이 목표값에 접근하는 시간이 길어집니다.

또한 적분시간을 짧게 주면 조작값에 가감량이 많아지게 되어 짧은 시간내에 현재값이 목표값에 접근하게 됩니다. 그러나 너무 짧게 하면 다시 진동하므로 적절한 P,I 값이 필요합니다.

- (5) 적분동작은 비례 동작과 조합된 PI 동작, 비례 동작과 미적분 동작을 합친 PID 동작으로 각각 사용됩니다.



적분 시간을 길게 한 경우



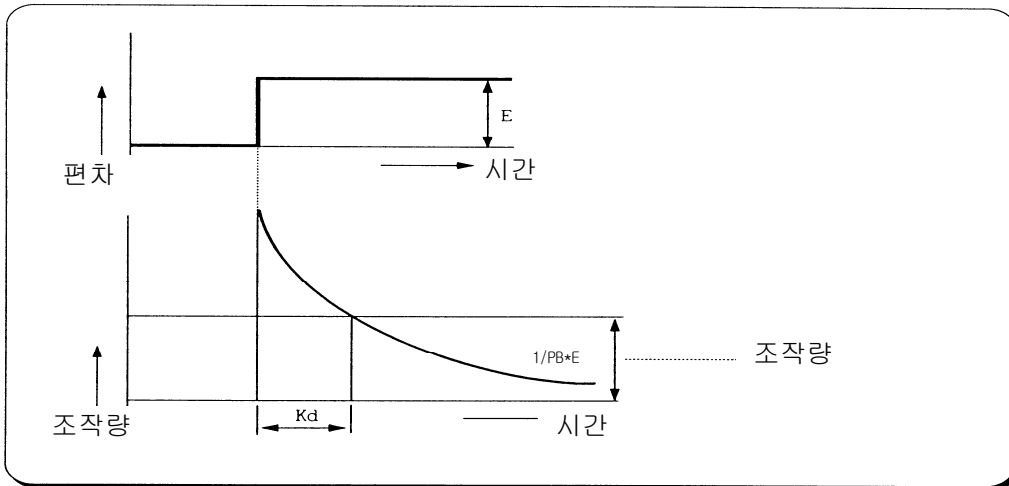
적분 시간을 짧게 한 경우

3) 미분 동작 (D 동작, Differential 동작)

- (1) 미분 동작은 목표값의 변경이나 외란으로 편차가 발생할 때 그 편차를 없애기 위해서 변화속도 (일정한 시간마다 편차가 변하는 속도)에 비례되는 조작값을 연산하여 편차의 변화를 억제합니다.
 - ▶ 미분 동작은 제어 동작에 속응성을 부여하는 동작으로 편차가 발생하는 초기에 큰 제어동작을 가하여(편차를 없애는 방향으로) 편차를 빠르게 감소시켜 주는 효과가 있습니다.
 - ▶ 외부 조건으로 제어 대상이 크게 변동하는 것을 방지할 수 있습니다.
- (2) 미분동작에서 편차가 발생되고 나서 미분동작의 조작값이 비례동작의 조작값으로 되기까지의 시간을 미분시간이라고 말하고 T_d 로 표시합니다.
- (3) 일정한 편차가 발생되었을 때 미분 동작은 다음 그림과 같습니다.
- (4) 미분동작을 수식으로 표현하면 다음과 같습니다.

$$MV = E / PB + 1 / PB \times dE / dt$$

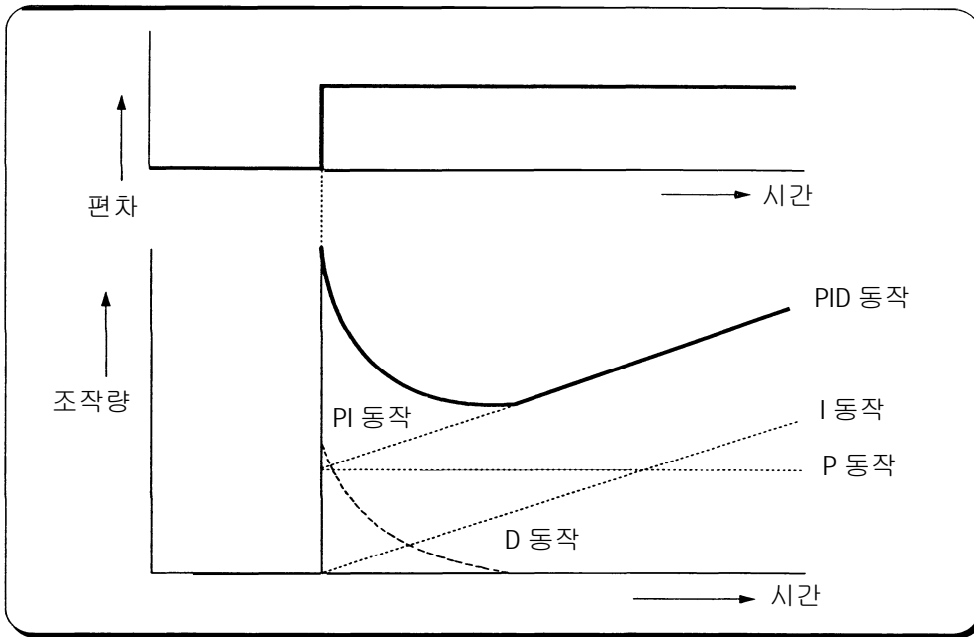
- ▶ 비례 동작량에 편차(E)의 변화율에 비례하는 출력을 더해준 형태입니다.
- ▶ 미분시간을 크게 하면 미분동작이 강화됩니다.
- ▶ 미분동작은 편차의 변화가 있을 때만 적용하고 정상상태 편차에서는 0이 됩니다. 그러므로 잔류편차 감소 역할은 하지 못합니다.
- (5) 미분동작은 비례동작과 조합된 PD 동작, 비례동작과 적분동작을 합친 PID 동작으로 각각 사용됩니다.



편차가 일정할 때의 미분동작

4) PID 동작

- (1) PID 동작은 (P+I+D) 동작에 의해 산출된 조작량으로 제어를 합니다.
- (2) 일정한 편차가 발생할 경우, PID 동작은 다음 그림과 같습니다.



편차가 일정할 때의 PID 동작

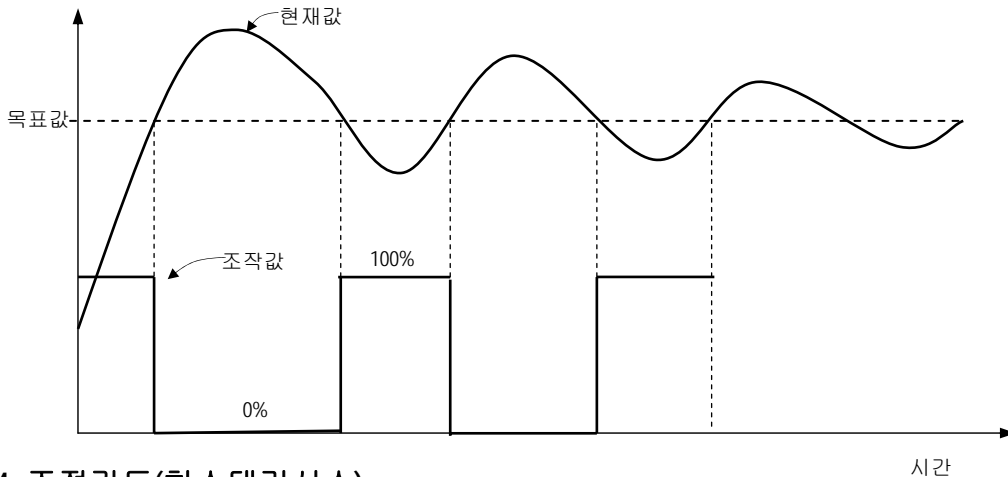
5) PID 연산 수식

PID 연산수식은 측정치 미분형으로 다음과 같습니다.

연 산 식	기호의 명칭
$E_n = SV - PV_n$	MVn : 현재의 조작값
정동작: $MV_n = MV_{n-1} + \Delta MV_n$	MVn-1 : 1회 이전의 조작값
역동작: $MV_n = MV_{n-1} - \Delta MV_n$	En : 현재의 편차
$\Delta MV_n = \Delta P + \Delta I + \Delta D$	En-1 : 이전의 편차
$\Delta P = (100.00/PB) * (E_n - E_{n-1})$	PB : 비례대
$\Delta I = (100.00/PB) * (E_n * Ts / Ti)$	Ti : 적분상수
$\Delta D = (100.00/PB) * \Delta dn$	Td : 미분상수
	Ts : 제어주기 (200ms)
	PVn : 현재값
	PVn-1 : 1회 이전의 현재값
	Δdn : 측정치미분형 변화량

2.9.3 On/Off 동작

현재 온도값이 설정치 보다 낮으면 출력이 ON 되어서 가열동작을 하고 현재온도가 설정온도보다 높으면 OFF 되어 냉각동작을 하게 되는데 이와 같은 동작은 설정치에 관해서 2개의 조작값 (0%와 100%)을 사용하므로 2 위치 제어동작이라고도 합니다.



2.9.4 조절감도(히스테리시스)

목표값에서 출력이 On/Off 된다면 제어시스템이 노이즈의 영향을 받게 되는 채터링이 일어날 수 있습니다. 그래서 On 과 Off 사이에 히스테리시스를 주는데 이 히스테리시스를 조절감도(불감대)라고 합니다.

정동작에서는 현재값과 목표값이 같을때 Off 되고 현재값이 목표값과 조절감도(불감대)값의 차이와 같을 때 On 됩니다.

역동작에서는 현재값과 목표값 같을때 Off 되고 현재값이 목표값에서 조절감도값을 더한 값과 같을 때 On 됩니다.

TMC11I1 평선블록에서 설정하는 ONOF_HYS는 0~1000 사이의 값으로 설정할 수 있습니다. 이때 온도입력에서는 디지털 0~1000 값이 0.0~100.0℃ 값으로 됩니다.



2.9.5 헌팅

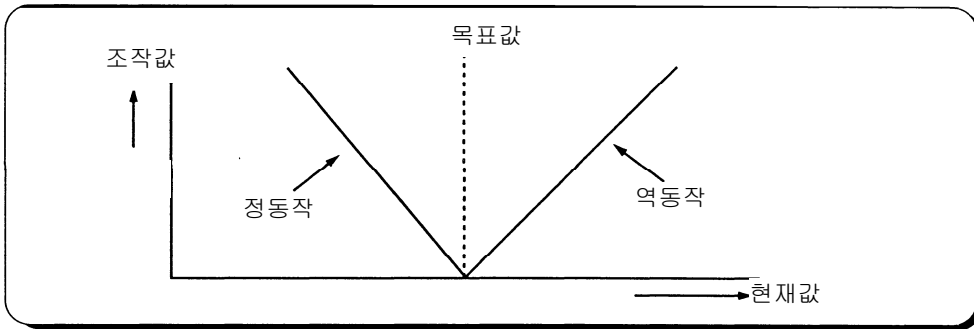
목표값이 On/Off 동작에 의해 제어될 때 조작값 이 주기적으로 변화 되는데 이 주기적 변화를 헌팅 이라고 합니다. 헌팅의 폭이 최소로 될때 더 좋은 On/Off 동작의 결과를 얻을 수 있습니다.

2.9.6 수동조작값

수동조작값은 PID 제어 결과값과 관계없이 사용자가 TMC1PID 평선블록의 MAN_MV 값을 0~4000 의 값으 로 임의로 출력하는 값입니다.

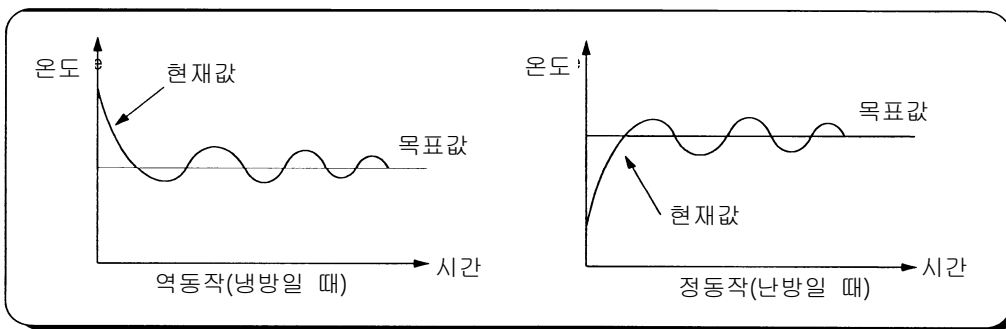
2.9.7 정동작과 역동작

- (1) PID 제어는 정동작과 역동작 2 종류의 동작방법이 있습니다.
 - a) 정동작은 현재값(PV)이 목표값(SV)보다 작은 경우 조작값(MV)을 출력하여 현재값이 목표값에 접근하도록 하는 동작을 말합니다.
 - b) 역동작은 현재값(PV)이 목표값(SV)보다 큰 경우 조작값(MV)을 출력하여 현재값이 목표값에 접근하도록 하는 동작을 말합니다.
- (2) 정동작과 역동작은 조작값(MV), 현재값(PV), 목표값(SV)을 사용하여 그려보면 다음 그림과 같습니다.



정/역동작

- (3) 정동작, 역동작에 의한 프로세스 제어의 예를 다음 그림에 표시합니다.



정동작과 역동작에 의한 프로세스 제어의 예

2.9.8 제어 주기

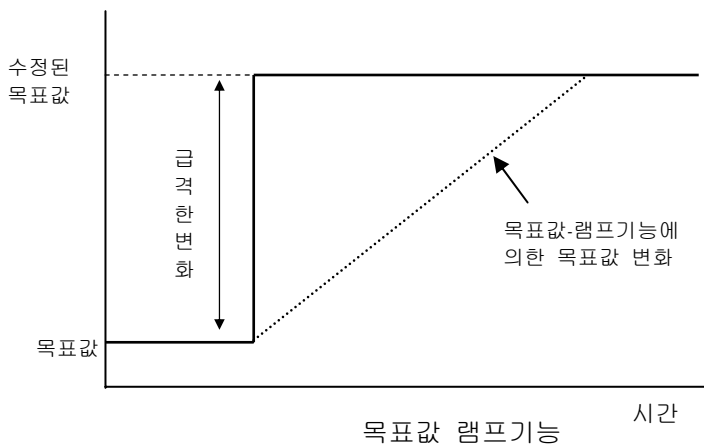
온도제어모듈의 입력에서 현재값을 입력받아 목표값과 비교하여 제어에 필요한 조작값을 연산하고 그 값이 출력되어 제어대상체에 전달되어 제어대상체가 목표값으로 변화 하게 되는데 이때 까지의 시간을 제어 주기라하며 온도제어돌은 2루프를 제어하는데 200ms가 소요됩니다.

2.9.9 오프셋

비례동작에서는 제어시스템이 안정상태가 되고 나서 제어시스템의 열용량과 히터의 상호관계에 의해 고정된 편차가 생기는데 이 편차를 오프셋이라고 합니다. 비례대를 작게 할수록 오프셋도 작아 지지만 지나치게 작아지면 헛팅이 발생합니다.

2.9.10 목표값 램프 기능

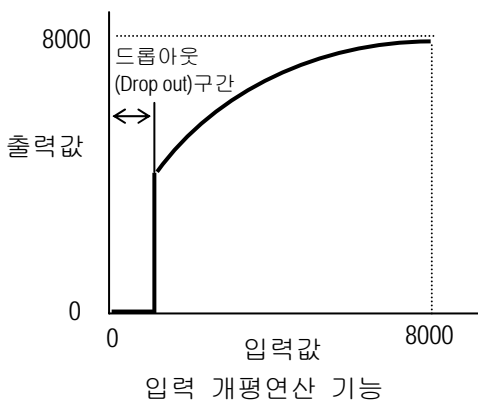
- ▶PID 제어를 사용하는 경우 조작값은 목표값의 변화에 따른 현재값과의 편차발생에 의해서 변화합니다. 따라서 목표값의 갑작스런 변화는 조작값의 급격한 변화를 가져오고 그로인해서 제어대상체에 무리가 오는 경우가 발생합니다.
- ▶위와 같은 급격한 변화를 방지하기 위하여 목표값의 수정시 급격한 설정 변경을 방지하기 위해 단계적으로 목표값 (SV)을 증가 또는 감소시키는 기능을 목표값-램프기능이라 합니다.
- ▶목표값-램프기능 설정 시간 : 0 ~ 65,535(단위 : 초)



2.9.11 개평연산 기능

전압/전류 입력에 대해 입력제곱근 연산기능으로 산술식은 아래와 같습니다.

$$\text{개평처리출력} = \sqrt{\text{입력값} \times 8000}$$



드롭아웃 설정구간에서는 최소값(0)이 출력되고 그 이외의 구간에서는 제곱근값으로 출력됩니다.

*드롭아웃 설정범위 : 1-4000

입력 개평연산 기능

2.9.12 바이어스(BIAS)

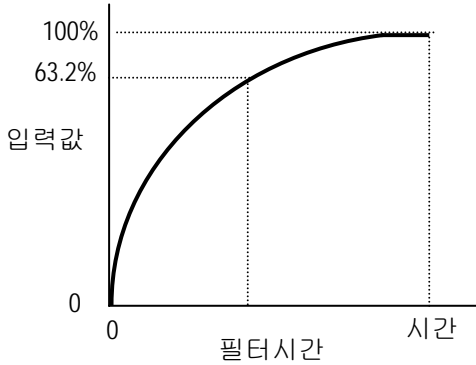
운전 루프의 입력값과 디지털출력값의 편차를 최소화하기 위해 디지털출력값에 일정한 값을 가감하여 입력편차를 보상하는 방식으로 설정범위는 -1000~1000(온도:-100,0~100.0℃)입니다. 즉 현재값은 전범위에 대해 실제입력값에 바이어스값만큼 가감된 값으로 구해집니다.

예) BIAS=10으로 설정할 경우

$$\text{현재값(PV)} = \text{실제입력값} + 10$$

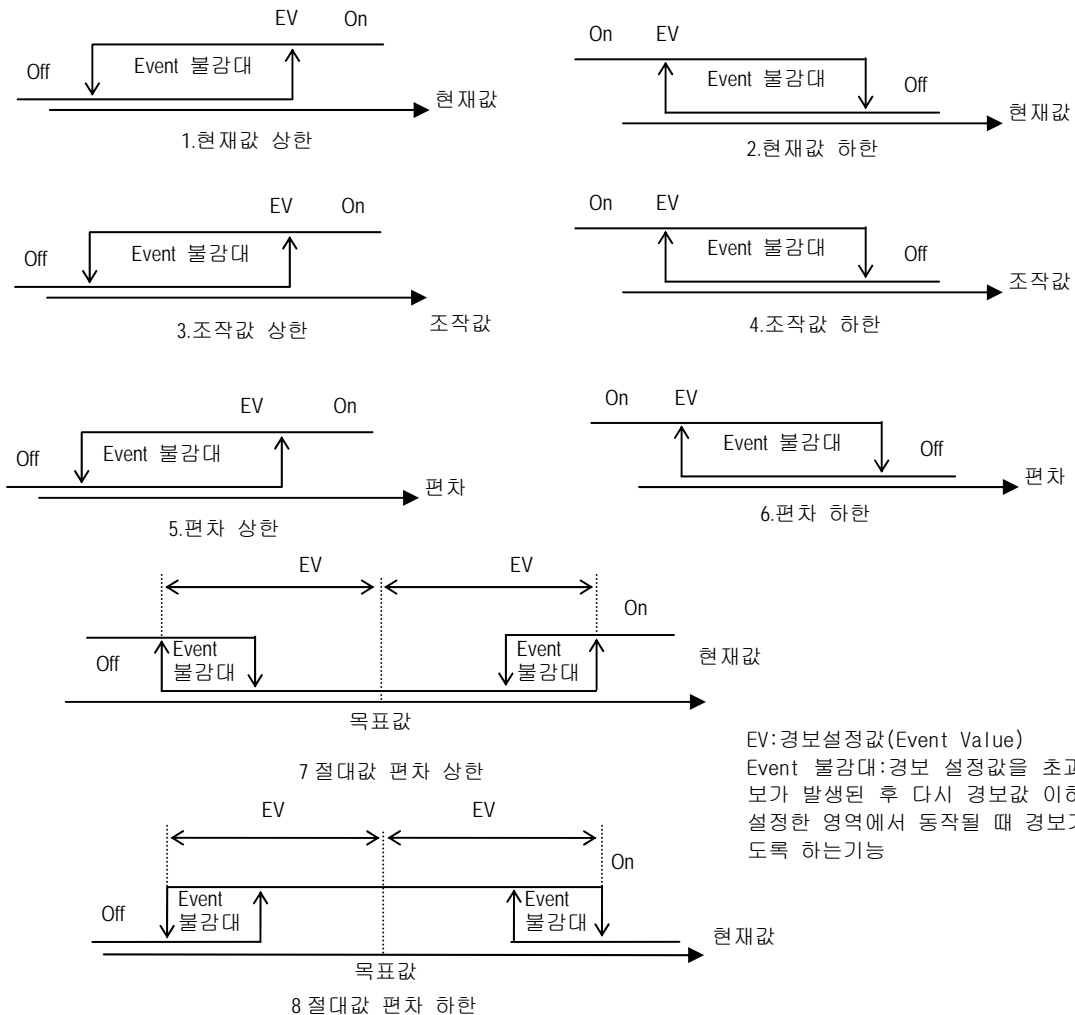
2.9.13 필터(Filter)

필터는 노이즈 또는 입력값의 급격한 변동을 필터(지연)처리함으로써 아날로그값에 대한 안정된 입력값으로 사용할 수 있습니다. 즉 입력값이 63.2%에 될때 까지의 시간을 필터값으로 1~1200(0.0~120초)까지 설정할 수 있습니다. 그러므로 시간을 크게하면 입력 필터값이 크게 설정되고 입력값의 변화가 늦어 집니다.



2.9.14 알람경보 동작

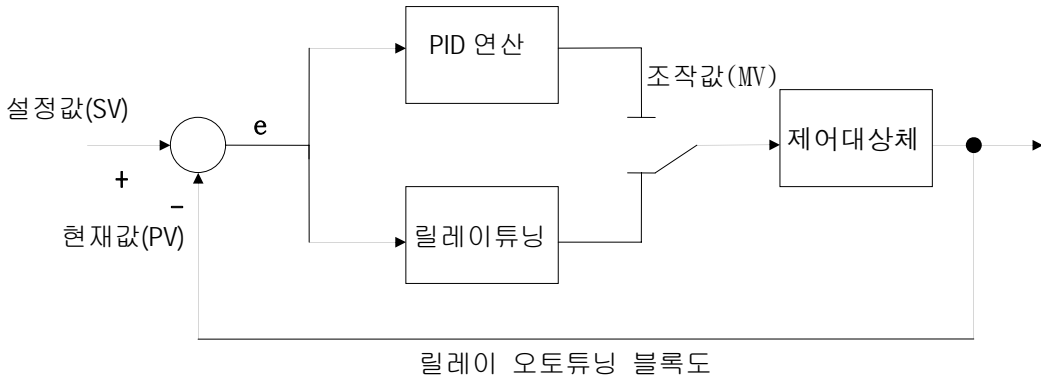
알람경보 [Event] 동작 평선블록은 온도제어 모듈의 현재값 , 조작값 , 편차(목표값과 현재값의 차이) 상태에 대한 경보동작을 출력하는 평선블록입니다. 입력으로 Event 종류 , Event 목표값 , Event 불감대를 설정하고 Event 조건이 만족되면 Event Flag 에 1 이 출력된다.



2.10 오토튜닝(Auto-Tuning:자동동조)

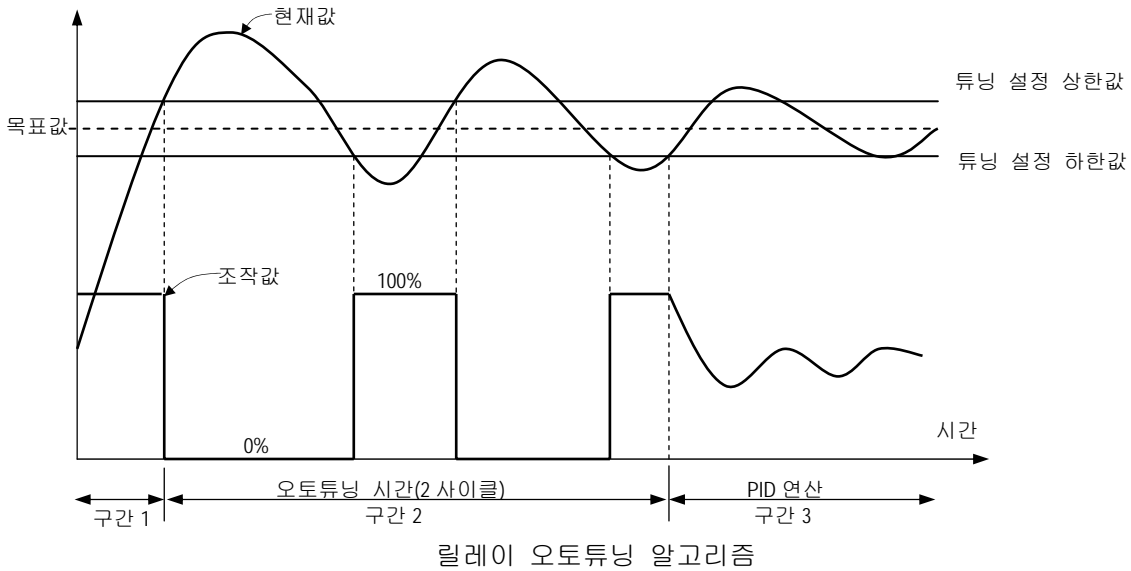
2.10.1 릴레이 오토튜닝 블록도

- ▶ PID 제어를 사용하는 경우 최적의 제어를 하려면 적절한 P, I, D 상수를 설정해야 하는데 이 파라미터를 자동으로 찾는 기능을 오토튜닝(자동동조)라 합니다.
- ▶ 오토튜닝 명령이 시작되면 PID 제어 모듈은 PID 연산을 멈추고 릴레이 튜닝쪽으로 옮겨져서 릴레이 오토튜닝을 시작하게 됩니다.



2.10.2 릴레이 오토튜닝 순서

- ▶ PID 모듈에서 사용한 오토튜닝은 출력의 최대,최소값을 반복하여 출력하는 릴레이식출력을 이용하여 제어 대상체의 반응 추이를 보면서 P, I, D 상수값을 스스로 찾아 선정하는 릴레이 제어기법을 사용하였습니다.
- (1)정동작 (PV<SV 일 때).



구간 1) 정동작/역동작 판별

- ▶ 현재값(PV)과 튜닝 설정값(목표값:SV)을 비교하여
 - 정동작 : 현재값이 튜닝 설정값보다 작으면
 - 역동작 : 현재값이 튜닝 설정값보다 크면

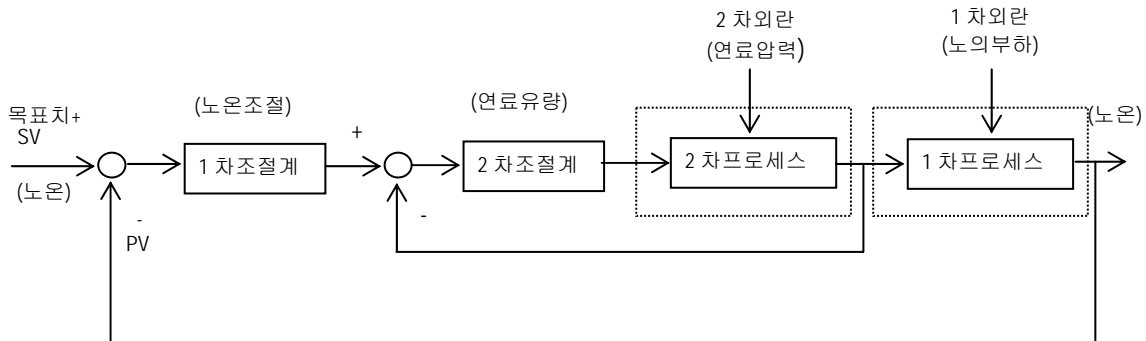
구간 2) 오토튜닝 동작

- 정동작 : 조작값을 최대(100%:4000), 최소(0%:0) 순으로 2 사이클 반복하여 출력한다.
- 역동작 : 조작값을 최소(0%:0), 최대(100%:4000) 순으로 2 사이클 반복하여 출력한다.
- ▶ 위와 같은 동작을 반복하여 오토튜닝동작이 종료되면 오토튜닝값 읽기 평선블록(TMC1PID)의 출력 변수 END 가 "0 ⇒ 1"로 변경됩니다.
- 따라서 프로그램에서는 오토튜닝값 읽기 평선블록의 출력 변수 END 가 "0 ⇒ 1"로 변경될 때 P,I,D 상수 값을 모듈 초기화 평선블록(TMC1INI)의 입력 변수 P,I,D 로 이동하여야 합니다.

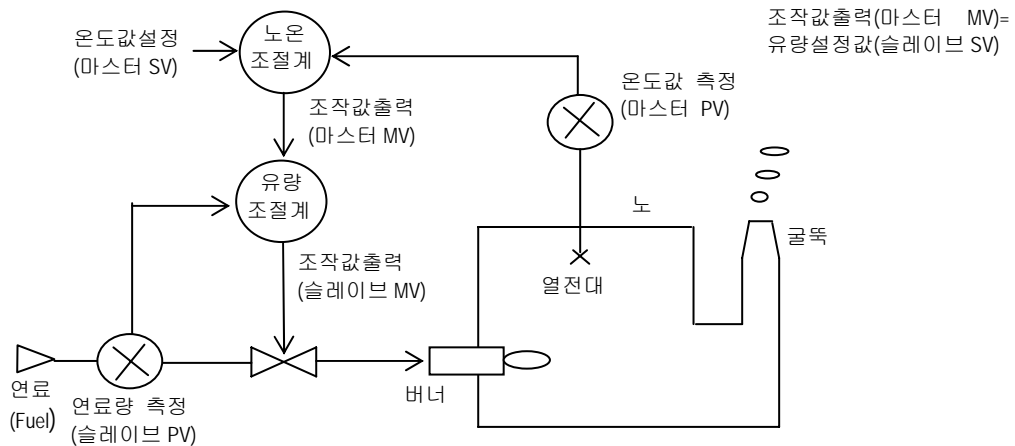
구간 3) PID 연산

2.11 캐스케이드(Cascade)제어실행

- ▶ 하나의 제어계(1 차 조절루프)의 출력신호에 의하여 다른 하나의 또는 다수의 제어계(2 차 조절 루프)의 목표값을 제어하는 방식 즉 제어계를 직렬로 접속한 것을 캐스케이드제어라 합니다.
- ▶ 캐스케이드 제어의 목적은 2 차 프로세스에 들어오는 외란을 2 차 조절계에 의해서 흡수하고 1 차 프로세스에 주는 영향을 제거하여 전체의 제어성을 향상시키는 것입니다
- ▶ 또한 2 차 프로세스의 위상지연이 2 차 제어루프에 의해서 개선되기 때문에 전체의 응답이 빠르게 되는 효과가 있습니다.



캐스케이드 제어계의 블록도



캐스케이드 제어

제 3 장 설치 및 배선

3.1 설치환경

본 기기는 설치하는 환경에 관계없이 높은 신뢰성을 가지고 있으나 시스템의 신뢰성과 안정성을 보장하기 위해 다음 항목에 주의해 주시기 바랍니다.

1) 환경조건

- 방수, 방진이 가능한 제어반에 설치
- 지속적인 충격이나 진동이 가해지지 않는 곳
- 직사광선에 직접 노출되지 않는 곳
- 급격한 온도 변화에 의한 이슬 맺힘이 없는 곳
- 주위 온도가 0~55℃로 유지되는 곳

2) 설치공사

- 나사구멍의 가공이나 배선공사를 할 경우 PLC 내에 배선 찌꺼기가 들어가지 않도록 할 것
- 조작하기 좋은 위치에 설치할 것
- 고압기기와 동일패널에 설치하지 말 것
- 덕트 및 주변 장치와의 거리는 50mm 이상으로 할 것
- 주변 노이즈 환경이 양호한 곳에 접지할 것

3.2 취급시의 주의사항

온도제어 모듈의 개봉에서부터 설치까지 취급상의 주의사항에 대해 설명합니다.

- 1) 떨어뜨리거나 강한 충격을 주지 않도록 하여 주십시오.
- 2) 케이스로부터 PCB 를 분리하지 말아 주십시오. 고장의 원인이 됩니다.
- 3) 배선시 모듈 상부에 배선 찌꺼기 등의 이물질이 들어가지 않도록 주의하여 주십시오
만약,들어간 경우에는 제거하여 주십시오.
- 4) 전원이 켜져 있는 상태에서 모듈의 착탈을 금하여 주십시오.

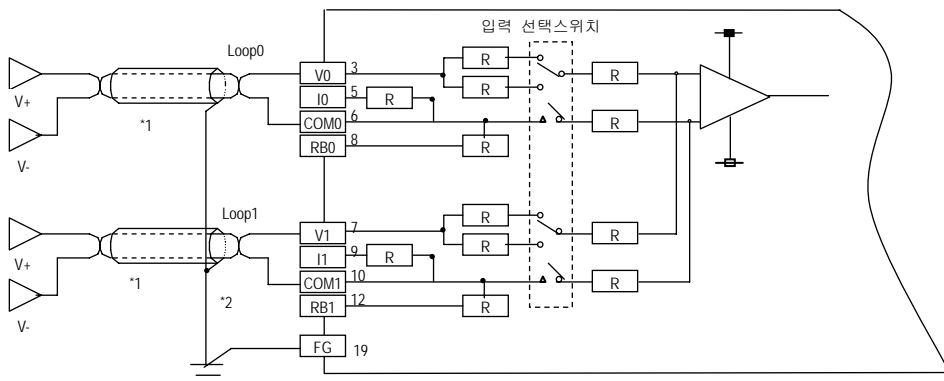
3.3 배선

3.3.1 배선시의 주위사항

- 1) 교류와 온도제어모듈의 외부입력신호를 별도의 케이블을 사용하여 교류측에서 발생하는 서지 또는 유도 노이즈의 영향을 받지 않도록 하여 주십시오.
- 2) 전선은 주위온도,허용하는 전류를 고려하여 선정되어야 하며 전선의 최대사이즈는 AWG22(0.3 mm²) 이상이 좋습니다.
- 3) 배선할 경우에 고온이 발생하는 기기나 물질에 너무 가까이 있거나,기름등에 배선이 장시간 직접 접촉하게 되면 합선의 원인이 되어 파손이나 오동작을 발생할 수 있습니다.
- 4) 단자대에 온도제어모듈을 연결하기전에 극성을 확인해야 합니다.
- 5) 배선을 고압선이나 동력선과 함께 배선하는 경우에는 유도장애를 일으켜 오동작이나 고장의 원인이 될 수 있습니다.

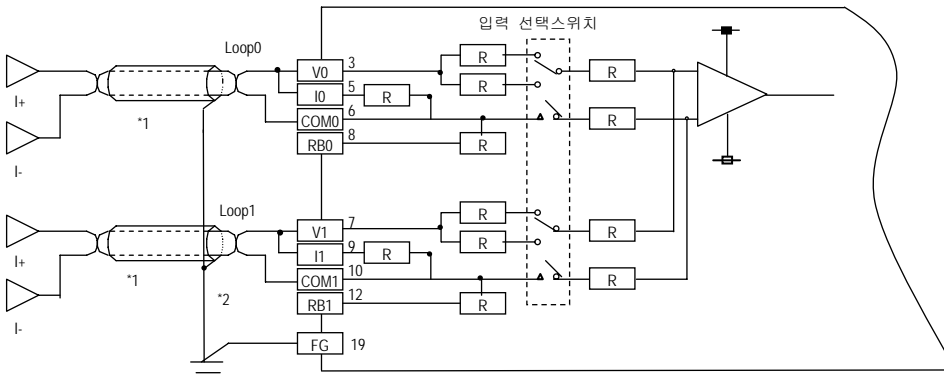
3.3.2 배선 예

1) 전압/열전대 입력의 경우



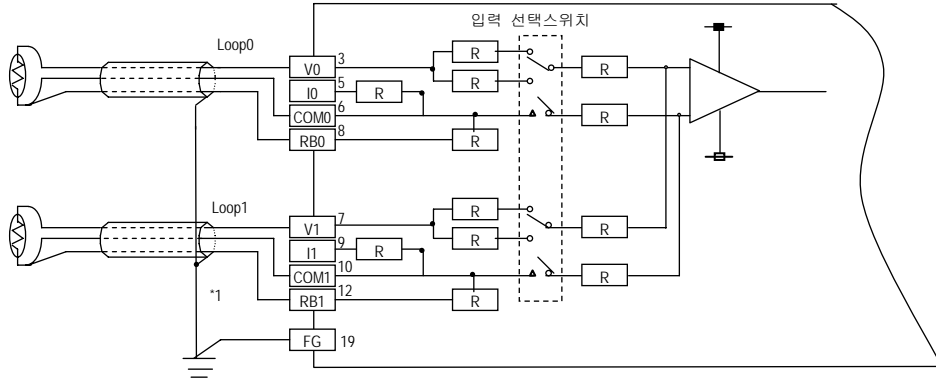
- * 주의: 전압/열전대 입력의 경우 입력선택스위치는 TC/AD에 위치합니다.
열전대 센서입력은 반드시 실드된 보상도선을 사용해 주십시오.
- *1:전압입력의 경우 전선은 2심 드위스트 실드선을 사용하여 주십시오.
- *2:노이즈가 많은 경우 접지해 주십시오.

2) 전류 입력의 경우



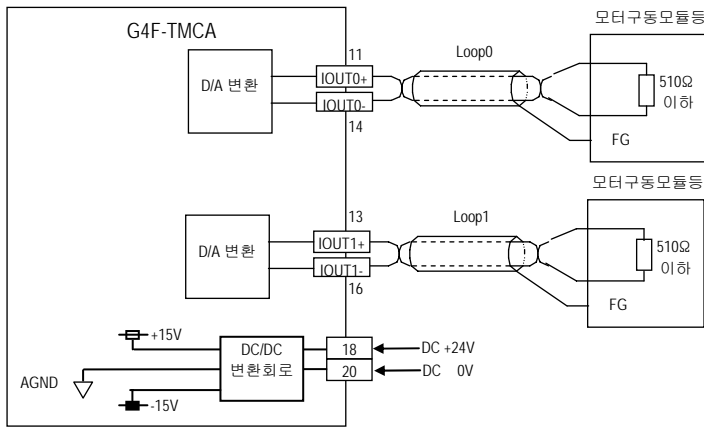
- * 주의: 전류입력의 경우 입력선택스위치는 TC/AD에 위치합니다.
- *1:전류입력의 경우 전선은 2심 드위스트 실드선을 사용하여 주십시오.
- *2:노이즈가 많은 경우 접지해 주십시오.

3) 측온저항체 입력의 경우

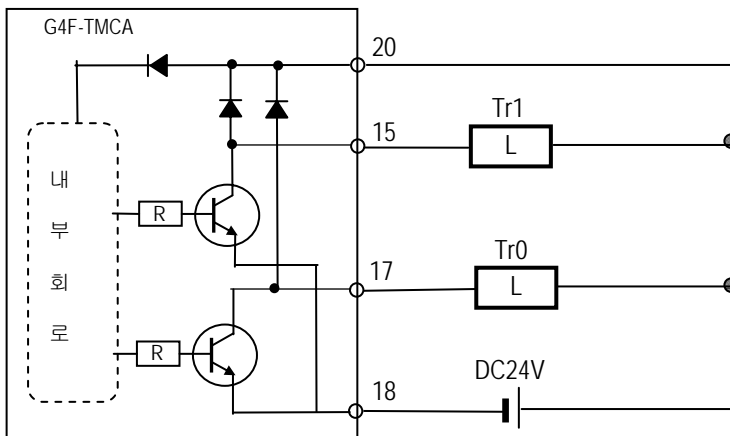


* 주의: 측온저항체입력의 경우 입력선택스위치는 RTD에 위치합니다.
*1:노이즈가 많은 경우 접지해 주십시오.

4) 전류 출력의 경우

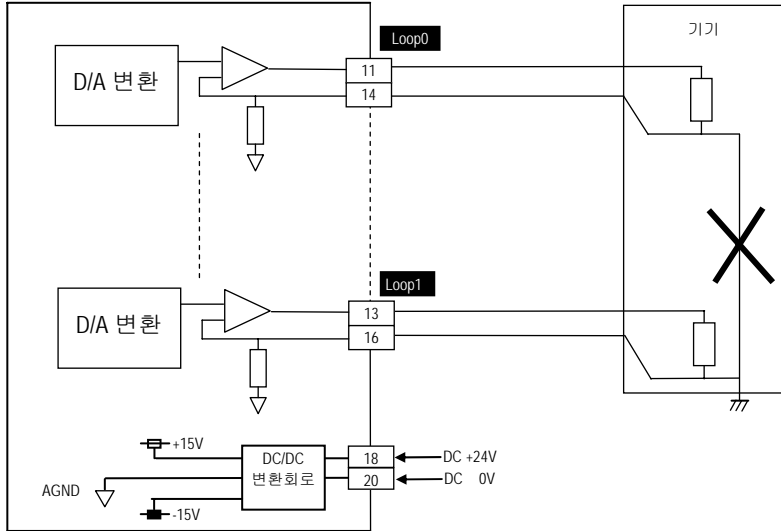


5) 펄스 출력의 경우



주 의

- ▶ 전류 출력일 경우 전류의 코먼선이 공통으로 되어 있는 기기와는 접속할 수 없습니다. 정상적인 출력이 되지 않습니다.
- ▶ 입력은 코먼선이 공통으로 되어 있으므로 전류입력시 반드시 절연되어있는 기기와 접속해야 정상적인 입력을 받을 수 있습니다.



제4장 평선블록

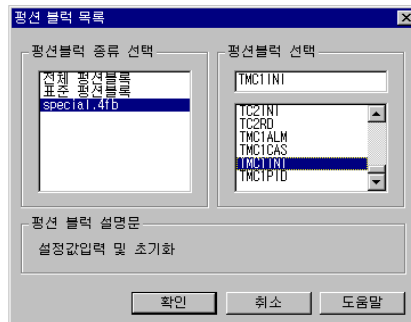
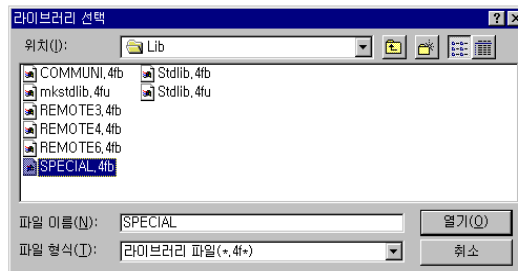
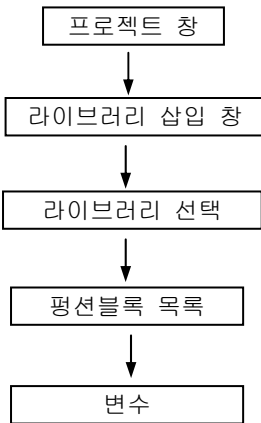
GMWIN에서 사용되는 온도제어 모듈용 평선블록에 대해서 설명합니다.

NO	로컬용	기 능
1	TMC1INI	모듈 초기화
2	TMC1PID	단일형 제어실행
3	TMC1CAS	캐스케이드 제어실행
4	TMC1ALM	알람경보(Event)동작

온도제어 모듈용 평선블록은 단일형으로만 구성되어 있습니다.

4.1 GMWIN에서 평선블록 등록

GMWIN이 실행 중일 때 평선블록은 다음 절차에 의해 등록할 수 있습니다.
평선블록 등록은 프로젝트가 열려 있는 상태에서만 가능합니다.



4.2 평선블록

4.2.1 모듈 초기화 (TMC1INI)

모듈 초기화 평선블록은 온도제어모듈의 베이스 위치, 슬롯 장착 위치, 운전 루프 지정, 운전 루프에 대한 정/역동작 지정, 제어 목표값 지정, 수동조작값 설정 및 P·I·D 상수를 설정하여 프로그램에 이용합니다.

평선블록형태	구분	변수명	Datatype	내용					
G4F-TMCA TMC1INI REQ DONE BASE STAT SLOT LOOP IN_TYPE DATA TYPE BIAS ROOT FILT DR RAMP_UP RAMP_DOWN P I D OUT_TYPE SEL TIME ONOF_HYS	입력	REQ	BOOL	상승 에지서 평선블록 실행 요구 영역 ● 프로그램 수행중 이 영역에 접속된 조건이 성립되어 "0→1"로 변할 때(상승 에지) 설정값 입력 및 초기화 평선블록이 실행 됩니다..					
		BASE	USINT	베이스 위치 번호 ● 설정 범위 : 0 ~ 3					
		SLOT	USINT	슬롯의 위치 번호 ● 설정 범위 : 0 ~ 11					
		LOOP	BOOL	운전할 루프 지정 ● 0: 루프0, ●1:루프1					
		IN_TYPE	USINT	운전 루프에 대한 입력종류 지정					
				입력지정	입력종류	입력 범위	입력지정	입력종류	입력 범위
				0	K	-2000 ~ 13000	6	B	4000 ~ 18000
				1	J	-2000 ~ 10000	10	Pt100	-2000 ~ 6000
				2	E	-2000 ~ 7000	11	Jpt100	-2000 ~ 6000
				3	T	-2000 ~ 4000	20	전류	4 ~ 20mA
		4	R	0 ~ 17000	21	전압	1 ~ 5 V		
		5	S	0 ~ 17000		-			
		DATA TYPE	BOOL	열전대입력 또는 촉온저항체입력을 사용할 경우 현재값(PV)의 온도 표시 형태 지정 ● 0: 섭씨 온도, ●1: 화씨온도					
		BIAS	INT	운전 루프에 대한 입력 보정값 설정 ● 설정 범위 : -1000 ~ 1000					
		ROOT	UINT	운전 루프에 대한 개편연산 설정 (입력종류가 전압/전류 일경우만 유효) ● 설정 값 "0": 개편연산 사용안함 ● 설정 값 "1~4000": 드롭아웃(Drop Out)설정값					
		FILT	UINT	운전루프에 대한 입력 디지털 필터 설정 ● 설정 값 "0": 필터연산 사용안함 ● 설정 값 "1~1200": 입력 필터 설정값 (시정수 범위:0.0~120.0초)					
		DR	BOOL	운전 루프에 대한 정/역 동작지정 ● 0:정동작, ●1:역동작					
		RAMP_UP	UINT	운전루프에 대한 목표값 상승경사동작 시간설정 ● 설정 값 "0":상승경사동작 사용안함 ● 설정 값 "1 ~ 65535": 목표값 상승경사 시간(초)					
		RAMP_DOWN	UINT	운전루프에 대한 목표값 하강경사동작 시간설정 ● 설정 값 "0":하강경사동작 사용안함 ● 설정 값 "1 ~ 65535": 목표값 하강경사 시간(초)					
		P	UINT	운전 루프의 비례 상수(0.01 ~ 100.00) ● 비례상수 설정범위 : 1 ~ 10000 ● 평선블록에서 비례상수값을 "0"으로 설정하면 내부에서 "1"로처리(에러처리 안함)					
		I	UINT	운전 루프의 적분상수(0.0 ~ 3600.0초) ● 적분상수 설정범위 : 0 ~ 36000 ● 적분상수값이 "0" 일때 적분동작을 하지 않습니다.					
		D	UINT	운전 루프의 미분상수(0.0 ~ 3600.0초) ● 미분상수 설정범위 : 0 ~ 36000 ● 미분상수값이 "0" 일 때 미분동작을 하지 않습니다.					
		OUT_TYPE	BOOL	운전루프에 대한 출력종류 지정 (*시간비례제어출력: 오픈컬렉터 출력) ● 0:전류출력, ●1:시간비례제어출력					
		SEL TIME	USINT	출력종류에 따른 설정값 ● 전류 출력인 경우 : 온도제어모듈의 운전 정지시 출력 선택 영역 0:이전출력유지, 1:최소값, 2:중간값, 3:최대값 ● 시간 비례제어 출력일 경우 : 시간 비례 제어 주기 설정 1~100초(0으로 설정시 내부에서 1로 처리, 즉 에러처리 안함)					
		ONOF_HYS	UINT	운전제어모드가 On/Off제어일 때 조절감도 설정 ● 설정 값 "0": 조절감도 설정안함, ● 설정 값 "1~1000": 설정된 값 내에서는 출력상태가 변하지 않습니다.					
		출력	DONE	BOOL	평선블록 실행 완료 상태 표시 ● 설정값 입력 및 초기화 평선블록이 에러 없이 실행 완료되면 "1"이 출력되고, 다음 실행 때까지 "1"을 유지하며, 에러가 발생되면 "0"이 출력됩니다.				
DONE	BOOL		평선블록 실행 완료 상태 표시 ● 설정값 입력 및 초기화 평선블록이 에러 없이 실행 완료되면 "1"이 출력되고, 다음 실행 때까지 "1"을 유지하며, 에러가 발생되면 "0"이 출력됩니다.						

4.2.2 제어연산(TMC1PID)

단독운전 제어실행 평선블록은 단일 루프의 개별제어를 위해 제어방법, 제어목표값(SV), 수동조작값(Manual_MV)을 입력하고 현재 프로세스의 상태값(PV), 제어출력값(MV), 경사동작중 현재목표값(Ramp_SV), 오토튜닝출력 파라미터(튜닝으로 찾아낸 P,I,D)를 출력합니다.

평선블록형태	구분	변수명	Datatype	내용					
G4F-TMCA TMC1PID ┌───┴───┐ REQ DONE ┌───┴───┐ BASE STAT ┌───┴───┐ SLOT ALM ┌───┴───┐ LOOP PV ┌───┴───┐ CTRL MV MODE ┌───┴───┐ SV RAMP_SV ┌───┴───┐ MAN TUNE_END MV TUNE_P ┌───┴───┐ TUNE_I ┌───┴───┐ TUNE_D	입력	REQ	BOOL	평선블록 실행 요구 영역 프로그램 수행중 이 영역에 접속된 조건이 성립되어 "1"이 되면 제어연산 평선블록이 실행됩니다.					
		BASE	USINT	베이스 위치 번호 ● 온도제어 모듈이 장착된 베이스의 번호를 쓰는 영역입니다. ● 설정 범위 : 0 ~ 3					
		SLOT	USINT	슬롯의 위치 번호 ● 온도제어모듈이 장착된 슬롯의 번호를 쓰는 영역입니다. ● 설정 범위 : 0 ~ 11					
		LOOP	BOOL	운전할 루프 지정 ● 0: 루프0, ● 1: 루프1					
		CTRL MODE	USINT	운전 루프에 대한 제어종류 지정 ● 0:PID연산, ● 1:ON-OFF동작, ● 2:수동출력, ● 3:오토튜닝					
		SV0	INT	운전 루프 입력종류 지정에 따른 설정값 입력 (화씨 입력일 경우)					
				입력지정	입력종류	입력 범위	입력지정	입력종류	입력 범위
				0	K	-2000 ~ 13000	6	B	4000 ~ 18000
				1	J	-2000 ~ 10000	10	Pt100	-2000 ~ 6000
				2	E	-2000 ~ 7000	11	Jpt100	-2000 ~ 6000
				3	T	-2000 ~ 4000	20	전류	4 ~ 20mA
		4	R	0 ~ 17000	21	전압	1 ~ 5V		
	5	S	0 ~ 17000		-				
	MAN_MV	INT	운전 루프에 대한 제어종류가 수동출력인 경우 수동조작값 설정 ● 범위:0~4000						
	출력	DONE	BOOL	평선블록 실행 완료 상태 표시 ● 제어연산 평선블록이 에러 없이 실행 완료되면 "1"이 출력되고, 입력이 "1" 이면 "1"을 유지하며, 에러가 발생되면 "0"이 출력됩니다.					
		STAT	USINT	에러 상태 표시 영역 ● 제어연산 평선블록 실행 중 에러가 발생되면 에러 번호를 출력하는 영역입니다. ● 에러내용은 4.3항 참조					
		ALM	BOOL	운전중인 루프의 입력이 이상 발생시 1이 출력 ● 단선 및 입력 상하한 범위 초과시 "1" 출력					
		PV	INT	운전 중인 루프의 현재값 표시영역 해당입력 종류(온도 또는 전류/전압)에 따라 표시					
MV		INT	운전중인 루프의 현재 출력 조작값 범위:0~4000						
RAMP SV		INT	현재 진행중인 목표값을 출력						
TUNE_END		INT	운전 중인 루프가 오토튜닝이 완료되면 "0"에서 "1"로 출력						
TI TUNE_P		UINT	운전 중인 루프가 오토튜닝이 완료되었을 때의 구해진 비례상수 값이 출력되는 영역						
TUNE_I		UINT	운전 중인 루프가 오토튜닝이 완료되었을 때의 구해진 적분상수 값이 출력되는 영역						
TUNE_D		UINT	운전 중인 루프가 오토튜닝이 완료되었을 때의 구해진 미분상수 값이 출력되는 영역						

4.2.3 캐스케이드 제어실행(TMC1CAS)

캐스케이드 제어실행 평선블록은 캐스케이드제어를 위해 제어방법, 제어 목표값(SV), 수동출력값(Manual MV)을 입력하고 현재 프로세스의 상태값(PV), 제어출력값(MV), 경사동작중 현재 목표값(Ramp_SV), 오토튜닝완료 플래그 및 P,I,D 상수(튜닝으로 찾아낸 P,I,D)를 출력한다.

평선블록형태	구분	변수명	Datatype	내용		
G4F-TMCA TMC1CAS ┌───┬───┐ │ REQ │ DONE │ └───┬───┘ │ BASE │ STAT │ └───┬───┘ │ SLOT │ ALM │ └───┬───┘ │ CAS │ ALM │ │ MODE │ CODE │ │ SV0 │ PV │ └───┬───┘ │ MAN │ MV1 │ │ MV1 │ │ └───┬───┘ │ RAMP │ │ SV0 │ └───┬───┘ │ TUNE │ │ END0 │ └───┬───┘ │ TUNE │ │ P │ └───┬───┘ │ TUNE │ │ I │ └───┬───┘ │ TUNE │ │ D │	입력	REQ	BOOL	평선블록 실행 요구 영역 • 이 영역은 캐스케이드 제어실행 평선블록의 실행을 요구하는 영역입니다. • 프로그램 수행중 이 영역에 접속된 조건이 성립되어 "1"이 되면 캐스케이드 제어연산 평선블록이 실행됩니다.		
		BASE	USINT	베이스 위치 번호 • 온도제어모듈이 장착된 베이스의 번호를 쓰는 영역입니다. • 설정 범위 : 0 ~ 3		
		SLOT	USINT	슬롯의 위치 번호 • 온도제어모듈이 장착된 슬롯의 번호를 쓰는 영역입니다. • 설정 범위 : 0 ~ 11		
		CAS MODE	USINT	캐스케이드 제어시 마스터/슬레이브 제어 방식 지정		
				설정값	마스터 제어 방식	슬레이브 제어 방식
				4	PID연산	PID연산
				5	PID연산	On-Off동작
				6	On-Off동작	PID연산
				7	On-Off동작	On-Off동작
		8	-	수동출력		
	9	캐스케이드 오토튜닝				
	SV0	INT	캐스케이드 제어 목표값 (마스터 루프의 목표값) • 범위: 해당 입력종류에 따라 범위설정			
	MAN MV1	INT	캐스케이드의 제어종류가 수동출력(CAS MODE: 8)인 경우 출력값 설정 • 범위:0~4000			
	출력	DONE	BOOL	평선블록 실행 완료 상태 표시 • 제어연산 평선블록이 에러 없이 실행 완료되면 "1"이 출력되고, 입력이 "1" 이면 "1"을 유지하며, 에러가 발생되면 "0"이 출력됩니다.		
		STAT	USINT	에러 상태 표시 영역 • 제어연산 평선블록 실행 중 에러가 발생되면 에러 번호를 출력하는 영역입니다. • 에러내용은 4.3항 참조		
		ALM	BOOL (Array)	캐스케이드의 제어중 단선 및 입력 상하한 리미트 초과 발생시 "1"이 출력		
		ALM CODE	USINT (Array)	출력변수 "ALM"이 1일 때 그 에러 종류 표시 • 에러내용은 4.3항 참조		
		PV	INT (Array)	캐스케이드 루프들의 현재값 표시영역 해당입력 종류(온도 또는 전압/전류)에 따라 표시		
		MV1	INT	캐스케이드 슬레이브 루프의 현재 출력 조작값		
		RAMP SV0	INT	캐스케이드 마스터 루프가 목표값 경사동작을 사용하는 경우 현재 진행 중인 목표값 출력		
TUNE END0		INT	캐스케이드 루프가 오토튜닝이 완료되면 "0"에서 "1"로 출력			
TUNE P		INT (Array)	캐스케이드 루프가 오토튜닝이 완료되었을 때의 구해진 비례상수 값이 출력되는 영역			
TUNE I		INT (Array)	캐스케이드 루프가 오토튜닝이 완료되었을 때의 구해진 적분상수 값이 출력되는 영역			
TUNE D	INT (Array)	캐스케이드 루프가 오토튜닝이 완료되었을 때의 구해진 미분상수 값이 출력되는 영역				

알아두기
 ARRAY수는 2입니다.

제 4 장 평선블록

4.2.4 알람경보(Event)동작 (TMC1ALM)

알람경보(Event)동작 평선블록은 온도제어모듈의 현재값, 조작값, 편차(현재값과 목표값의 차이)의 상태에 대한 경보동작을 출력하는 평선블록으로 Event 종류, Event 설정값, Event 불감대를 설정하고 Event 조건이 성립되면 출력변수 "ARM_OUT" 에 1이 출력됩니다.

평선블록형태	구분	변수명	Datatype	내용	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> G4F-TMCA TMC1ALM ----- REQ DONE ----- BASE STAT ----- SLOT ALM OUT ----- LOOP ----- ALM SEL ----- ALM DATA ----- ALM HYS </div>	입력	REQ	BOOL	평선블록 실행 요구 영역 • 이 영역은 알람 경보 동작 평선블록의 실행을 요구하는 영역입니다. • 프로그램 수행중 이 영역에 접속된 조건이 성립되어 "1"이 되면 알람 경보 동작 평선블록이 실행됩니다.	
		BASE	USINT	베이스 위치 번호 • 온도제어모듈이 장착된 베이스의 번호를 쓰는 영역입니다. • 설정 범위 0 ~ 3	
		SLOT	USINT	슬롯의 위치 번호 • 온도제어모듈이 장착된 슬롯의 번호를 쓰는 영역입니다. • 설정 범위 : 0 ~ 11	
		LOOP	BOOL	운전할 루프 지정 • 0: 루프0, • 1: 루프1	
		ALM SEL	USINT	운전 중인 루프에 대한 Event종류 지정	
				설정값	기능 설명
				0	Event 동작 사용안함.
				1	현재값 상한 경보
				2	현재값 하한 경보
				3	조작값 상한 경보
				4	조작값 하한 경보
				5	편차 상한 경보
	6			편차 하한 경보	
	7	절대값편차 상한 경보			
	8	절대값편차 하한 경보			
ALM DATA	INT	지정된 Event 종류에 따라 Event 기준값 설정 • 현재값,편차,절대값편차를 지정한 경우: 입력종류에 따라 범위결정 • 조작값을 지정하는 경우:0~4000			
ALM HYS	INT	Event 불감대 범위 지정 • Event 발생 조건이 되어도 여기서 지정한 범위 내에 있으면 현재 Event 상태유지 • 현재값,편차,절대값편차를 지정한 경우: 입력종류에 따라 범위결정 • 조작값을 지정하는경우:0~4000			
출력	DONE	BOOL	평선블록 실행 완료 상태 표시 • 알람경보 동작 평선블록이 에러 없이 실행 완료되면 "1"이 출력되고, 입력이 "1" 이면 "1"을 유지하며, 에러가 발생되면 "0"이 출력됩니다.		
	STAT	USINT	에러 상태 표시 영역 • 알람경보 동작 평선블록 실행 중 에러가 발생되면 에러 번호를 출력하는 영역입니다. • 에러내용은 항 참조		
	ALM OUT	BOOL	Event 발생 조건에 의해 알람경보를 내는 영역 Event 조건이 성립시 1출력(Event On) Event 조건이 성립시 0출력(Event Off)		

4.3 평선블록 상의 에러 코드

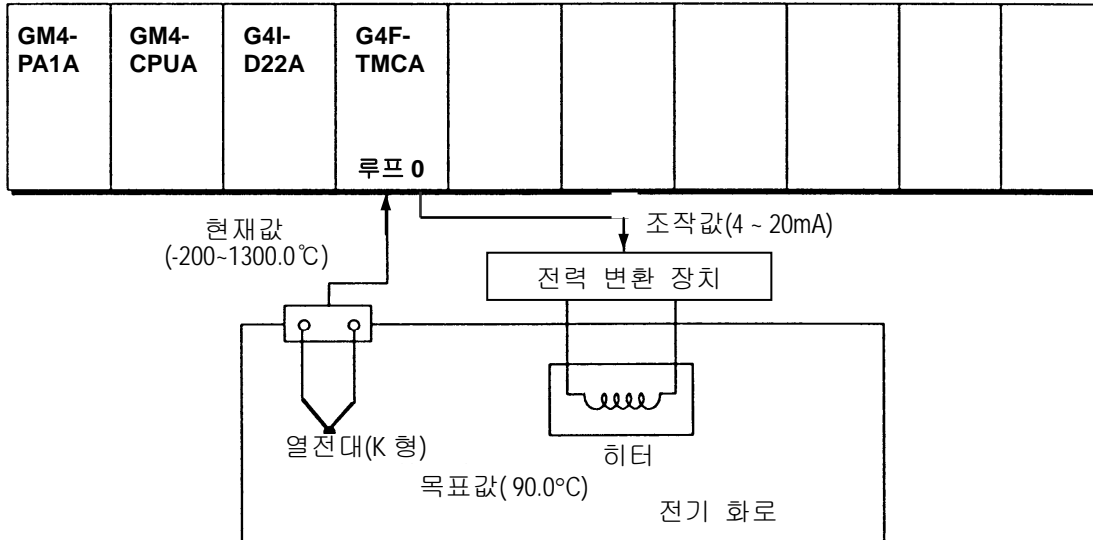
출력변수 STAT에 나타내는 에러 종류 및 조치 방법에 대해서 설명합니다.

STAT번호	내 용	조 치 방 법
0	정상 동작중	-
1	베이스의 위치가 설정 범위 초과	설정 범위 내로 수정(4.2항 참조)
2	해당 베이스의 H/W 에러	A/S 의뢰
3	슬롯의 위치 번호가 설정 범위 초과	온도제어 모듈이 장착된 올바른 슬롯 번호 지정
4	지정한 슬롯에 온도제어 모듈이 비어 있음	지정된 슬롯에 온도제어 모듈을 장착
5	온도제어 모듈이 아닌 다른 모듈이 장착되어 있음	지정된 슬롯에 온도제어 어 모듈을 장착
7	온도제어 모듈의 H/W 에러	A/S 의뢰
8	온도제어 모듈의 공용 메모리 에러	A/S 의뢰
9	평선블록이 초기화 되지 않음	해당 평선블록을 초기화
10	초기화 평선블록의 입력 변수 중 범위 설정 초과	초기화 평선블록(TMC1INI)의 입력변수중 설정 범위 초과된 값을 설정범위내로 수정
12	제어 평선블록의 입력 변수 중 범위 설정 초과	제어 평선블록(TMC1PID, TMC1CAS, TMC1ALM)의 입력변수중 설정 범위 초과된 값을 설정범위내로 수정
16	열전대입력 또는 축온저항체 입력 단선	단선된 열전대/축온저항체 입력의 센서를 교체 또는 연결 열전대 사용시 기준점점 보상기 이상
17	입력 범위 초과	아날로그 입력 종류와 초기화 평선블록에서 설정한 입력 종류가 일치하도록 수정 또는 사용하는 열전대와 측정 온도 범위를 확인

제 5 장 프로그램

5.1 자동 동조기능을 사용한 제어 프로그램

1) 시스템 구성



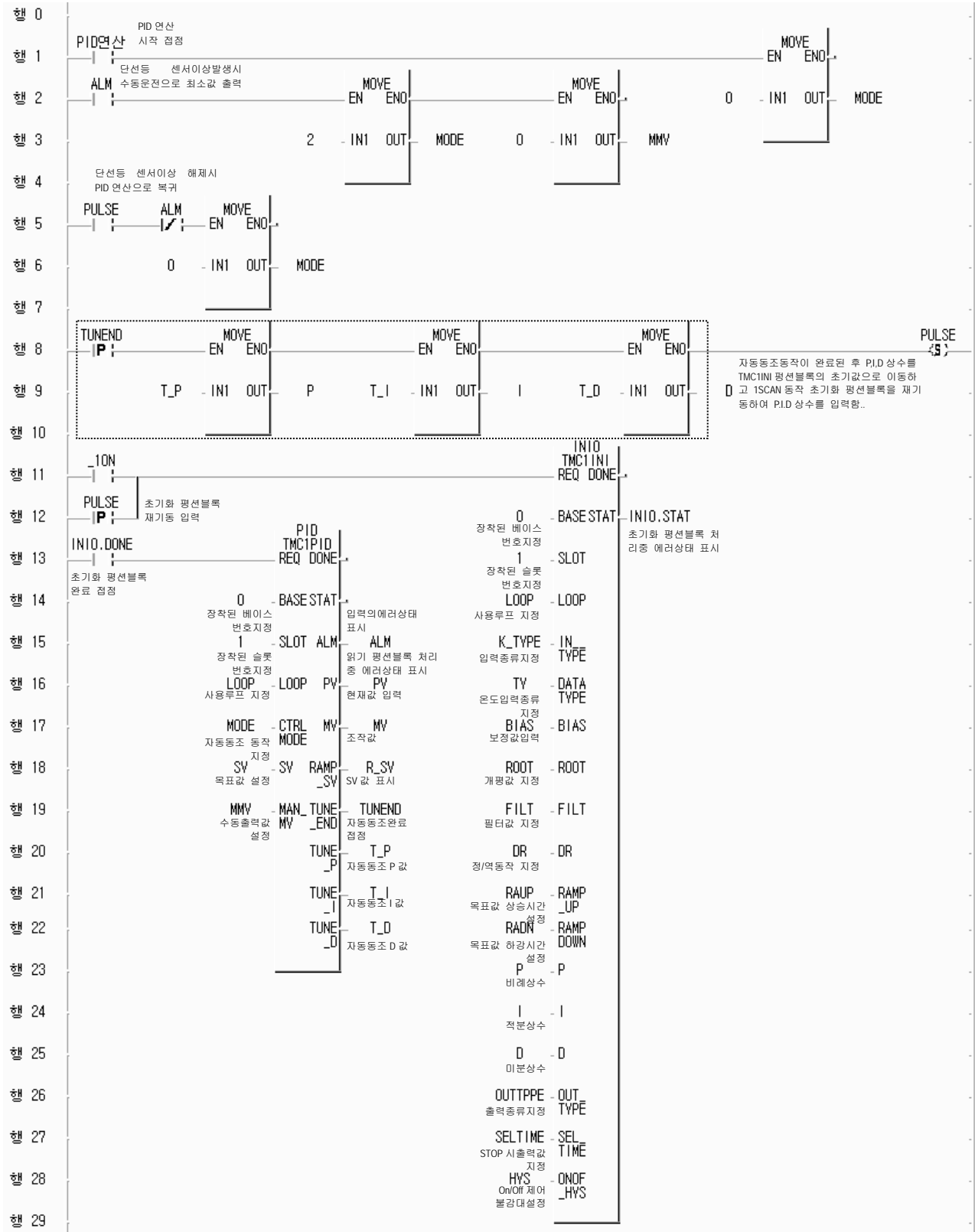
2) 초기 설정 내용

- (1) 입력 설정
 - 열전대 종류 지정 : K 형(IN_TYPE=0)
- (2) 제어 설정
 - 가) 사용 루프 지정 : 루프 0
 - 나) 정/역 동작 지정 : 정동작
 - 다) 자동/수동 연산 지정 : 오토튜닝 후 PID 연산(CTRL_MODE=3⇒0)
 - 라) 목표값 설정 : 90°C
 - 마) PID 상수값 설정 : 오토튜닝값
- (3) 출력 설정
 - 아날로그 출력 : 4 ~ 20mA(OUT_TYPE=0)

3) 프로그램 설명

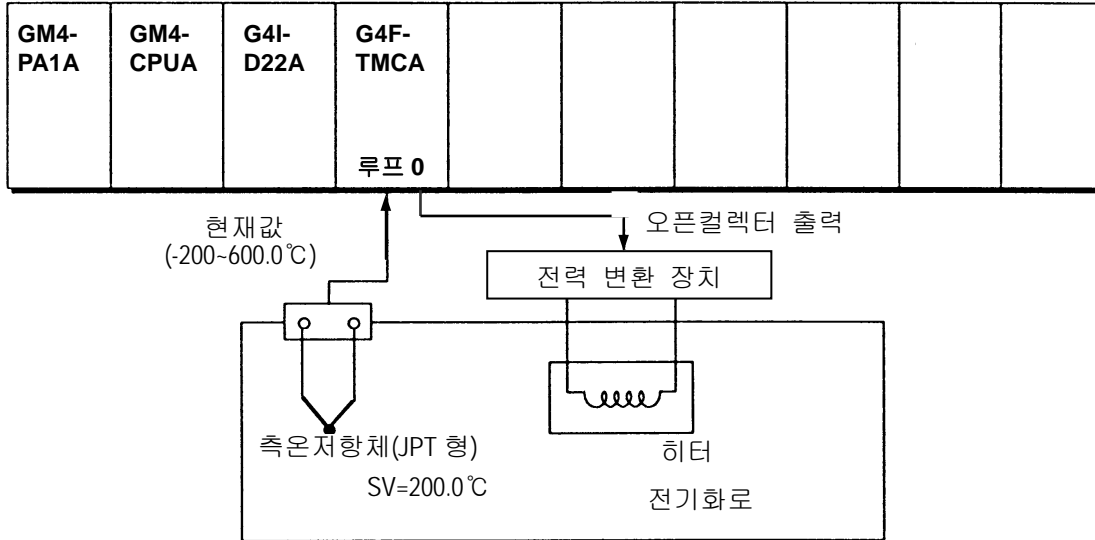
- (1) 입력 종류를 K 형 센서로 온도값으로 읽어 현재값(PV)으로 사용한다.
- (2) PID 제어는 90°C 를 설정값(SV)으로 설정하고 초기에 오토튜닝 제어모드에서 계산된 P,I,D 상수값으로 PID 연산 접점을 On 하면 PID 제어모드를 수행한다.
- (3) PID 제어중 센서단선이 발생하면 수동조작으로 최소값을 출력하고 단선이 해제되면 다시 PID 연산으로 전환됩니다.
- (4) PID 연산결과인 조작값(MV)로 전류출력합니다.

4) 프로그램



5.2 PID 연산을 사용한 제어 프로그램

1) 시스템 구성



2) 초기 설정 내용

(1) 입력 설정

측온저항체 : JPT 형 (IN_YTPE=11)

(2) 제어 설정

가) 사용 루프 지정 : 루프 0

나) 정/역 동작 지정 : 정동작

다) 동작모드지정 : PID 연산(CTRL_MODE=0)

라) 목표값 설정 : 200.0°C

마) PID 상수값 설정 : P 상수, I 상수, D 상수 입력 푸시버튼으로 상수값 입력

(3) 출력 설정

가) 오픈컬렉터 출력(OUT_TYPE=1)

나) 제어주기 : 4 초 (SEL_TIME=4)

3) 프로그램 설명

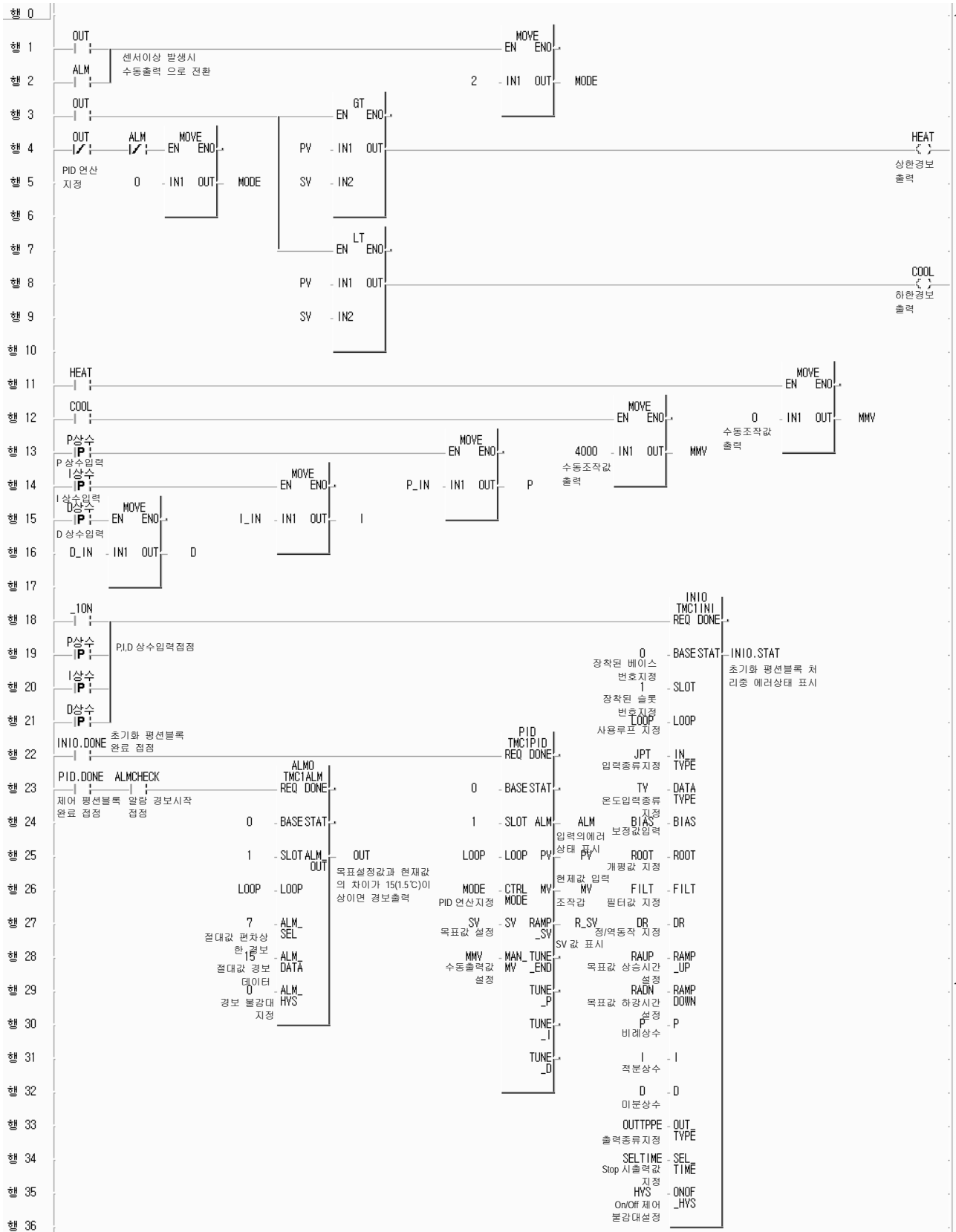
(1) 입력 종류를 JPT 형 측온저항체로 온도값으로 읽어 현재값(PV)으로 사용한다.

(2) 제어모드는 PID 제어모드로 설정하고 설정값(SV)을 200.0°C 로 하고 푸시버튼을 사용하여 P,I,D 상수를 입력하면서 PID 제어모드를 수행한다.

(3) PID 제어의 조작값(MV)을 오픈컬렉터로 출력합니다.

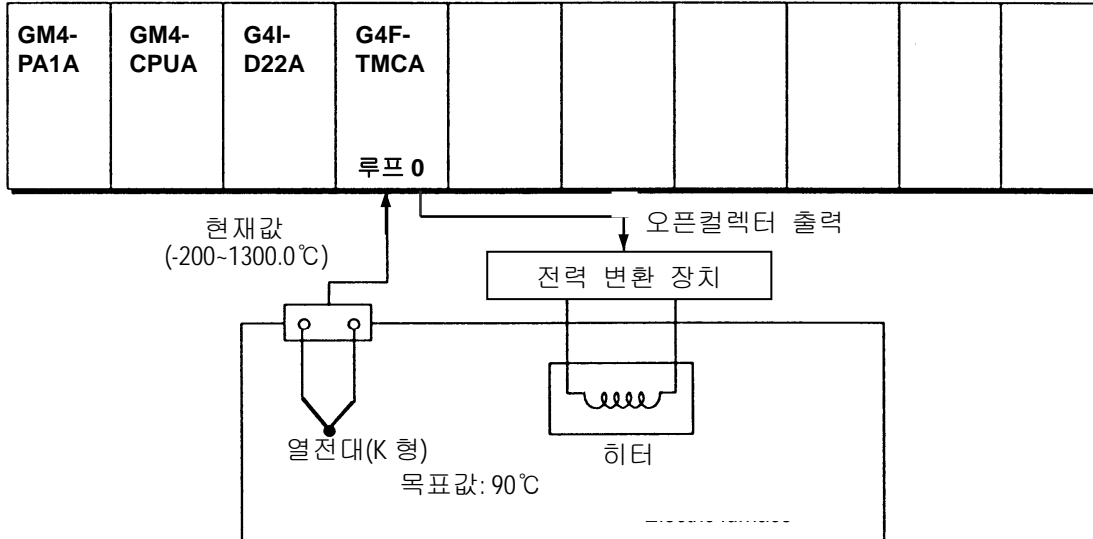
(4) PID 제어중 알람경보 시작버튼을 On 한 후 현재값과 설정값의 절대값차가 15(1.5°C)이상이 되면 경보가 출력되며 이때 현재값이 설정값보다 크면 상한경보가 발생하고 현재값이 설정값보다 작으면 하한 경보가 출력됩니다.

4) 프로그램



5.3 On/Off 동작을 사용한 제어 프로그램

1) 시스템 구성



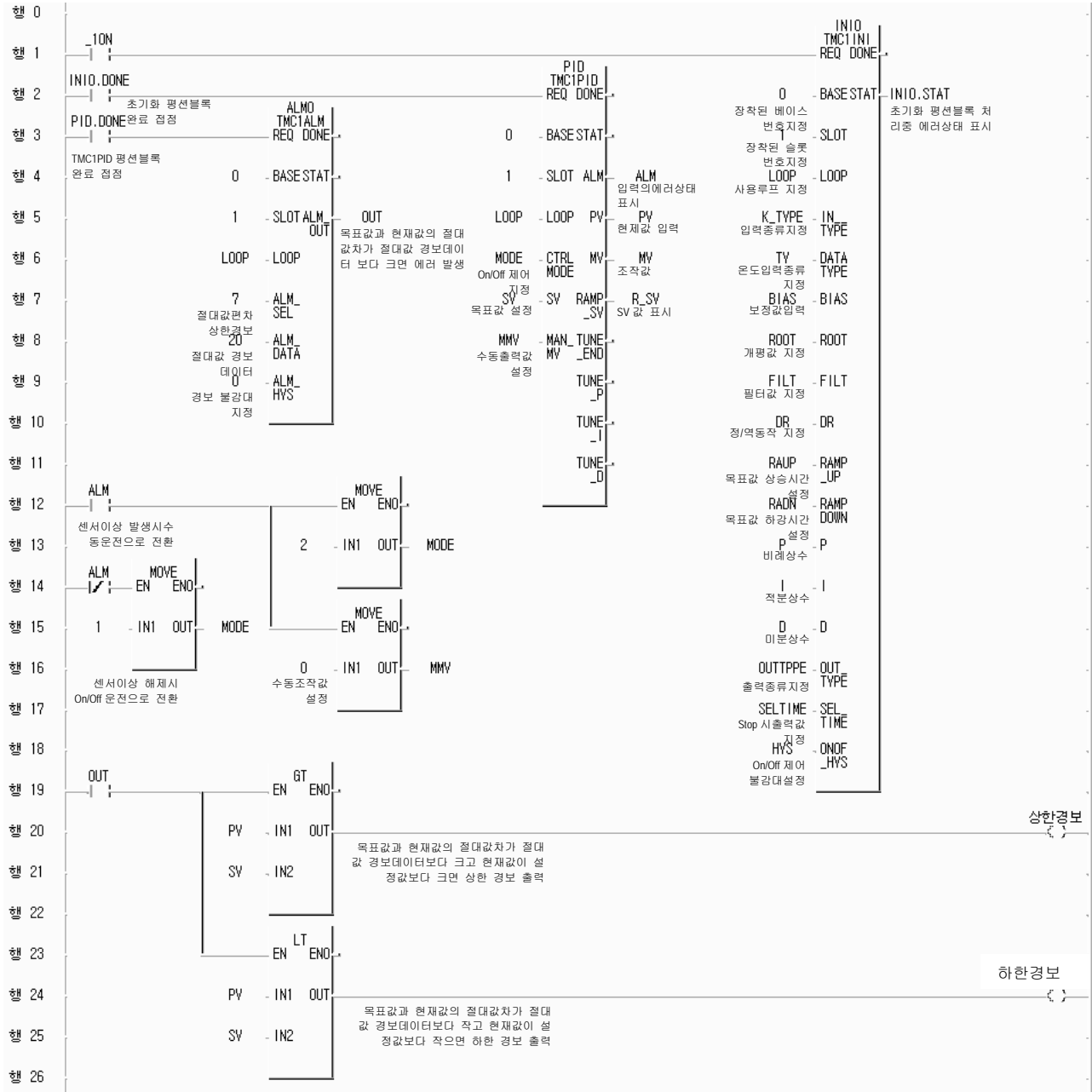
2) 초기 설정 내용

- (1) 입력 설정
 - 열전대입력 : K 형 (IN_TYPE=0)
- (2) 제어 설정
 - 가) 사용 루프 지정 : 루프 0
 - 나) 정/역 동작 지정 : 정동작
 - 다) 동작모드지정 : On/Off 동작(CTRL_MODE=1)
 - 라) 목표값 설정 : 90.0°C
 - 마) On/Off 히스테리시스 설정: 2.0°C
- (3) 출력 설정
 - 가) On/Off 출력(OUT_TYPE=1)
 - 나) 제어주기 : 4 초(SEL_TIME=4)

3) 프로그램 설명

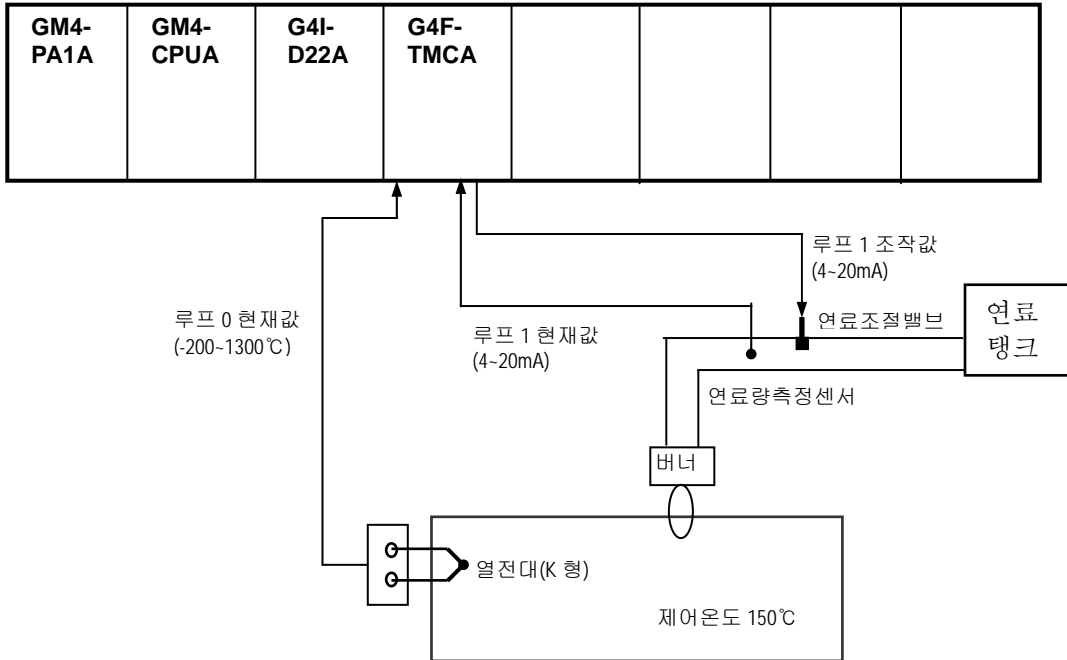
- (1) 입력 종류를 K 형 센서로 온도값으로 읽어 현재값(PV)으로 사용한다.
- (2) 제어모드는 On/Off 동작, 설정값(SV)온도인 90.0°C 와 현재 입력값(PV)을 비교하여 현재값이 설정값 보다 크면 Off 동작, 현재값이 설정값 보다 작으면 On 동작을 수행하는데 이때 절대값 편차가 20(2.0°C)이상이면 알람이 출력됩니다. 알람을 사용하여 현재값이 설정값보다 크면 상한경보가 발생되고 반대로 현재값이 설정값보다 작으면 하한경보동작이 출력됩니다.
- (3) On/Off 동작의 조작값(MV)은 오픈컬렉터로 출력합니다.
- (4) On/Off 제어중 센서단선이 발생하면 수동조작으로 최소값을 출력하고 단선이 해제되면 다시 On/Off 동작으로 전환됩니다

4) 프로그램



5.4 캐스케이드를 사용한 제어 프로그램

1) 시스템 구성



2) 초기 설정 내용

(1) 입력 설정

- 루프 0(마스터): K 형 (IN_TYPE=0)
- 루프 1(슬레이브): 전류 (IN_TYPE=20)

(2) 제어 설정

- 가) 사용 루프 지정 루프 0:마스터
루프 1:슬레이브
- 나) 정/역 동작 지정 : 정동작
- 다) 동작모드지정 : 자동동조 후 PID 제어/PID 제어동작(CAS_MODE=4)
- 라) 목표값 설정 : 150.0℃

(3) 출력 설정

- 루프 1:전류출력(OUT_TYPE=0)

3) 프로그램 설명

- (1) 입력 종류를 K 형 센서로 온도값으로 읽어 마스터의 현재값(PV0)으로 사용합니다.
- (2) 제어모드는 캐스케이드 자동동조 동작 후 PID 제어/PID 제어동작으로 전환합니다.
- (3) 마스터의 설정온도(SV0) 150.0℃와 마스터의 현재 입력값(PV0)을 비교하여 캐스케이드 오토튜닝에서 계산된 P,I,D 상수값으로 PID 제어로 마스터의 조작값(SV)를 출력합니다.
- (4) 마스터의 조작값(MV0 또는 SV1)은 슬레이브의 설정값(MV0 또는 SV1)으로 됩니다.
- (5) 슬레이브의 현재값(PV1)는 유량을 측정 슬레이브의 설정값(MV0 또는 SV1)과 비교하여 슬레이브 조작값(MV1)으로 밸브 개폐를 조정해서 최종으로 마스터의 설정온도(SV0:150℃)를 제어하게 됩니다.

제 5 장 프로그램

4) 프로그램

행	TOGGLE	INI0 TMC1 IN1 REQ DONE	TOGGLE	INI1 TMC1 IN1 REQ DONE	HW_ON ()
행 1	✓		✓		초기화 완료점점
행 2	0	BASE STAT	0	BASE STAT	
행 3	1	SLOT	장착된 베이스 번호지정	SLOT	
행 4	0	LOOP	장착된 슬롯 번호지정	LOOP	
행 5	0	IN TYPE	사용루프 지정	IN TYPE	
행 6	0	DATA TYPE	21 입력종류지정	DATA TYPE	
행 7	0	BIAS	0 온도입력종류 지정	BIAS	
행 8	0	ROOT	0 보정값입력	ROOT	
행 9	0	FILT	0 개평값 지정	FILT	
행 10	0	DR	0 필터값 지정	DR	
행 11	0	RAMP UP	0 정/역동작 지정	RAMP UP	
행 12	0	RAMP DOWN	0 목표값 상승시간 설정	RAMP DOWN	
행 13	PB0	P	0 목표값 하강시간 설정	P	
행 14	T10	I	PBT 비례상수	I	
행 15	T00	D	T11 적분상수	D	
행 16	0	OUT TYPE	T01 미분상수	OUT TYPE	
행 17	0	SEL TIME	0 출력종류지정	SEL TIME	
행 18	0	ONOF _HYS	0 Stop 시 출력값 지정	ONOF _HYS	
행 19			0 On/Off 제어 불감대설정		캐스케이드 자동동조 초기동작이 완료된 후 마스터/슬레이브의 PID 상수를 초기화 평선분류의 PID 상수로 이동 후 재기동
행 20	HW_ON	CAS TMC1 CAS REQ DONE	END	ONEACT	
행 21	0	BASE STAT		MOVE ENO	PP[0] - IN1 OUT - PB0 I1[0] - IN1 OUT - T10 DD[0] - IN1 OUT - T00
행 22	1	SLOT ALM		MOVE ENO	
행 23	MODE	CAS ALM MODE CODE		MOVE ENO	
행 24	SV	SVO PV	PV	MOVE ENO	PP[1] - IN1 OUT - PB1 I1[1] - IN1 OUT - T11 DD[1] - IN1 OUT - T01
행 25	MANV	MANV1	MANV1		
행 26	RAMP _SVO		조작값	MOVE ENO	
행 27	TUNE ENDO		END	4 - IN1 OUT	MODE
행 28	TUNE _P		자동동조 완료점점		캐스케이드 오토튜닝완료 후 PID 제어/PID 제어로 전환
행 29	TUNE _I		자동동조 P값	EQ ENO	
행 30	TUNE _D		자동동조 I값	MODE - IN1 OUT	
행 31			자동동조 D값	9 - IN2	초기 캐스케이드 오토튜닝으로설정
행 32					

제 6 장 트러블 슈팅

온도제어모듈 사용시 발생하는 에러의 내용및 트러블 슈팅에 대해서 설명합니다.

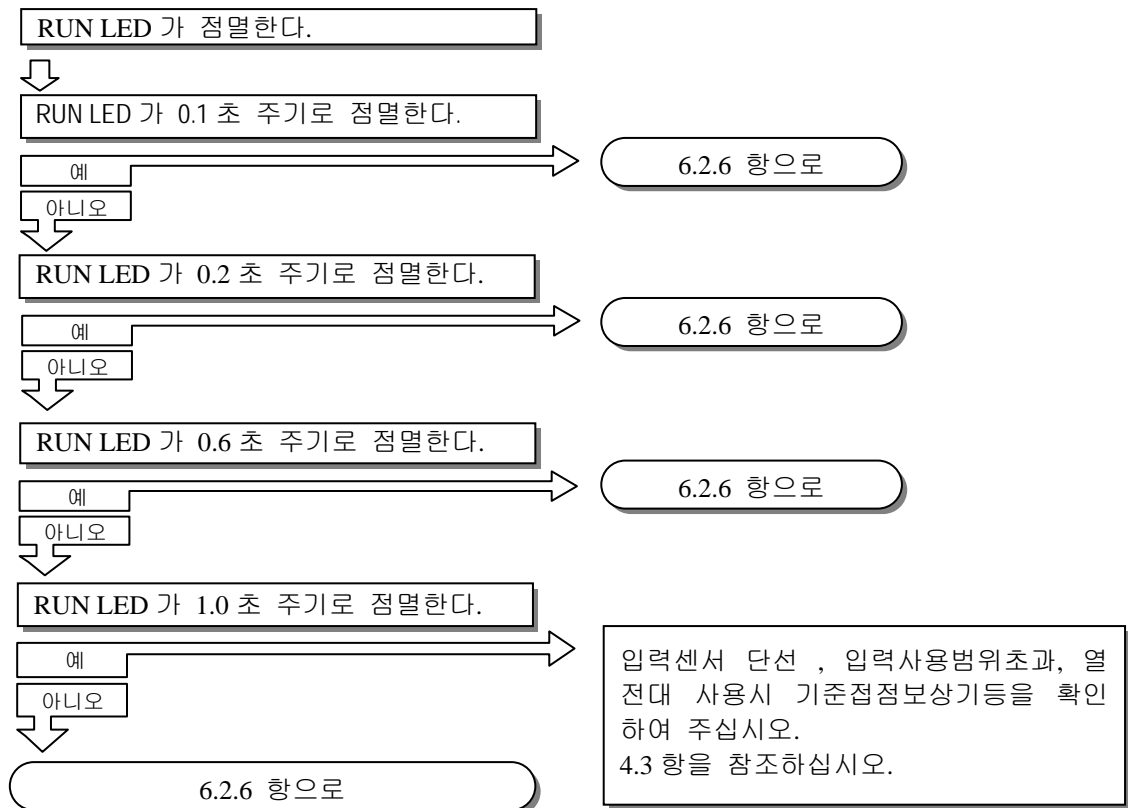
6.1 RUN LED 점멸에 의한 에러

온도제어 모듈의 RUN LED 가 점멸할 때에 발생하는 에러에 대해서 설명합니다.

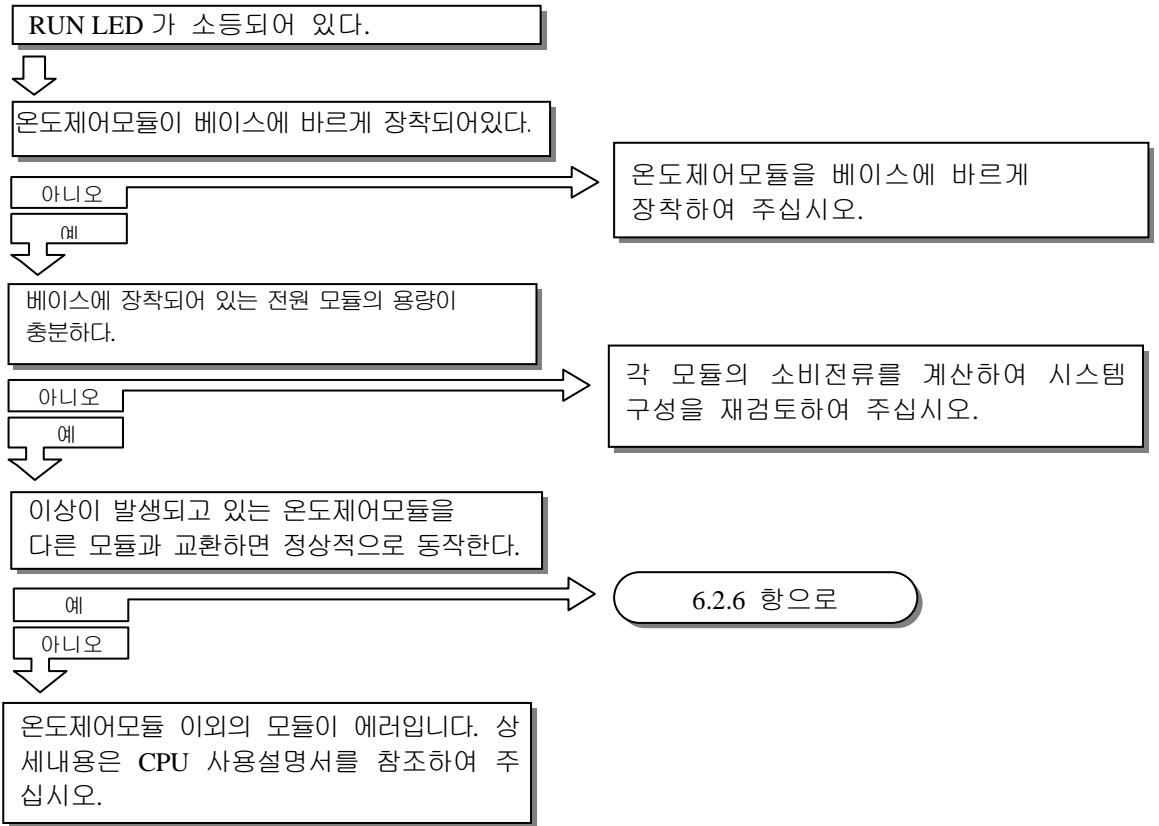
RUN LED 의 상태	내 용	비 고
0.1 초 주기 점멸	WDT 에러	A/S 의뢰
0.2 초 주기 점멸	시스템 에러	"
	내부 메모리 에러	"
0.6 초 주기 점멸	A/D 변환 에러	"
1 초 주기 점멸	센서 단선,입력범위 초과 기준점점 보상기 이상	6.2 항 참조

6.2 트러블 슈팅 순서

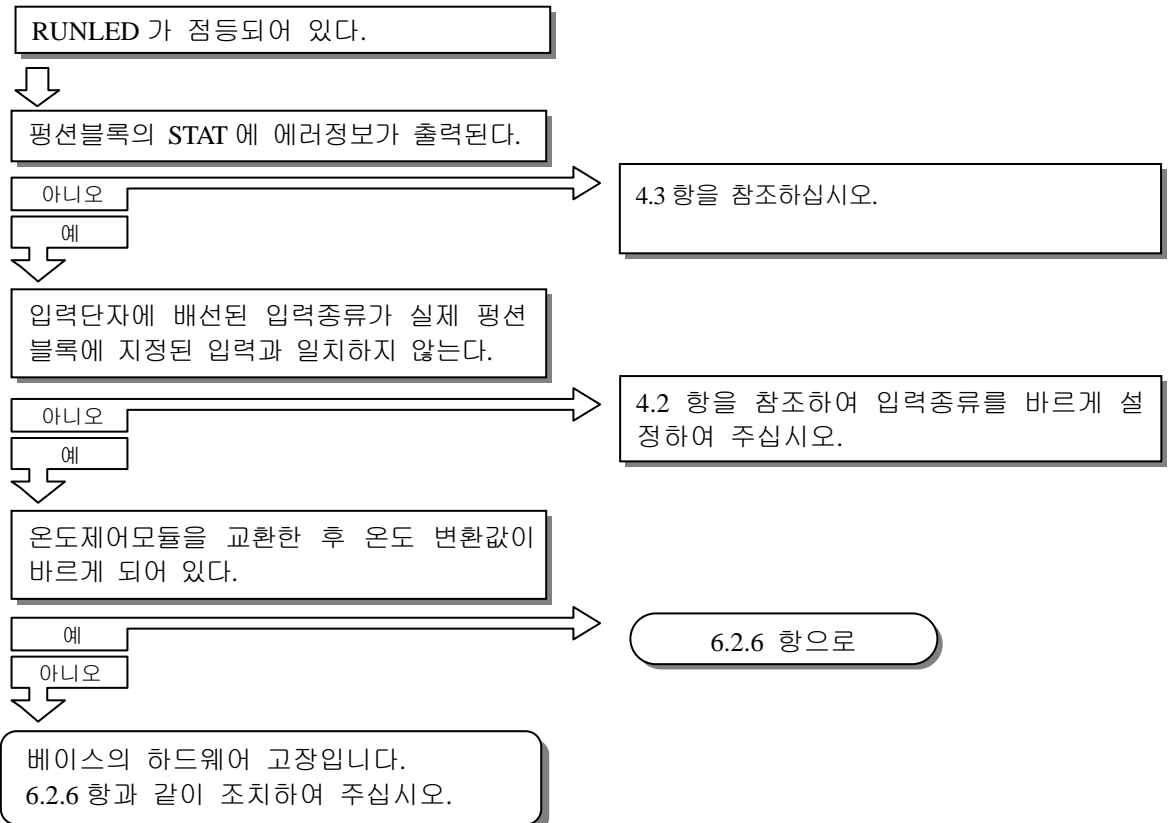
6.2.1 RUN LED가 점멸한다.



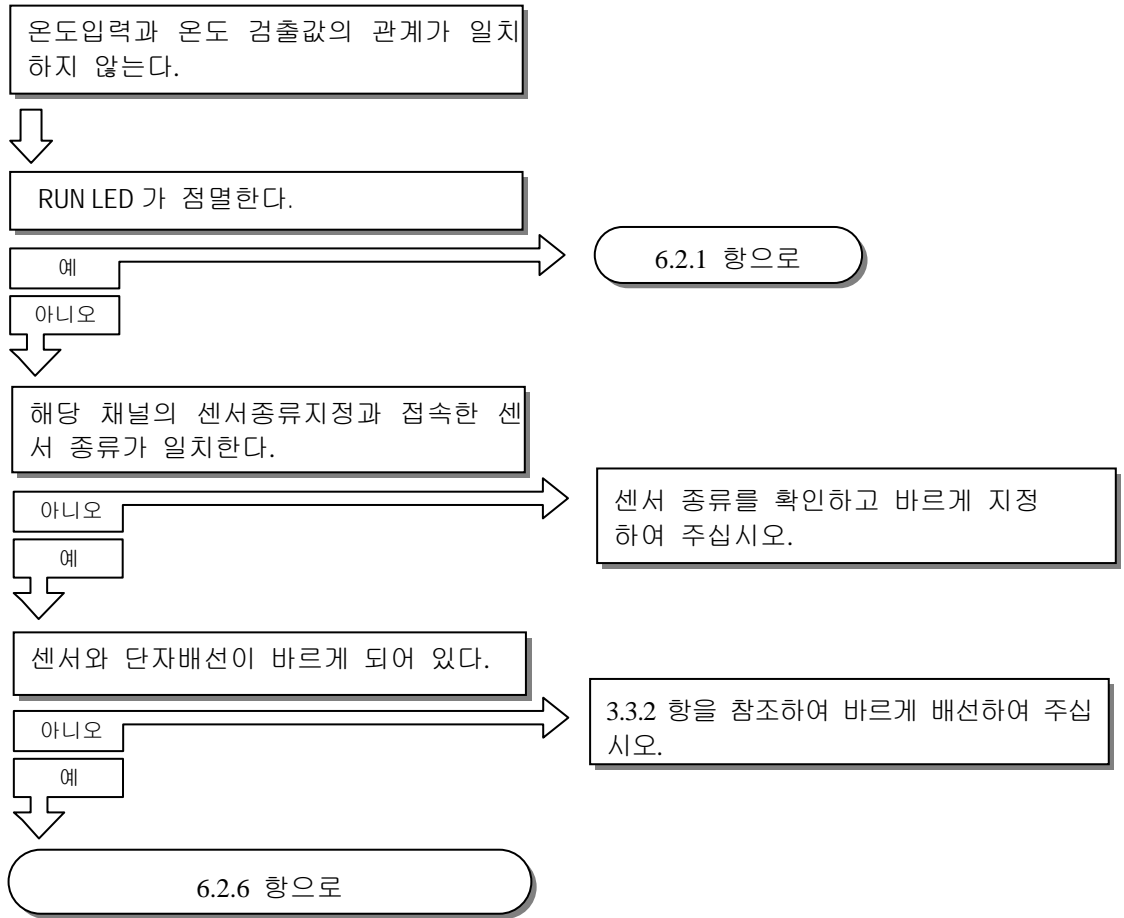
6.2.2 RUN LED가 소등되어 있다.



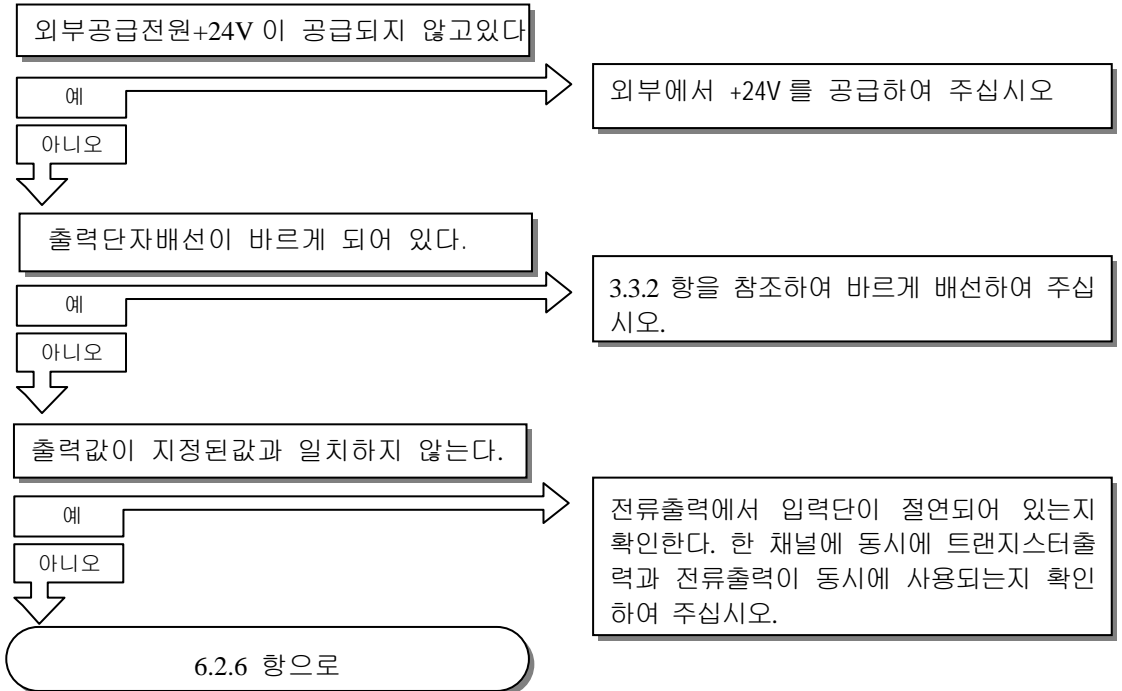
6.2.3 온도 변환값을 모듈이 읽지 못한다.



6.2.4 온도 검출 값과 입력값이 일치하지 않는다.



6.2.5 출력이 정상적으로 출력되지 않는다.

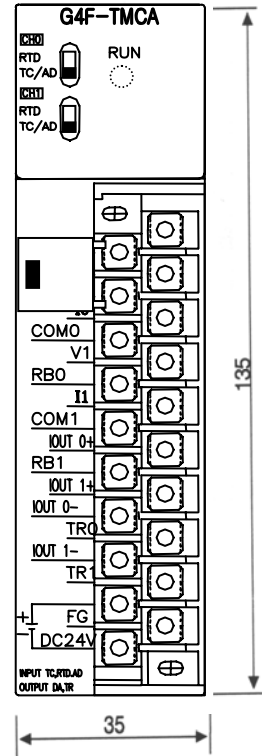
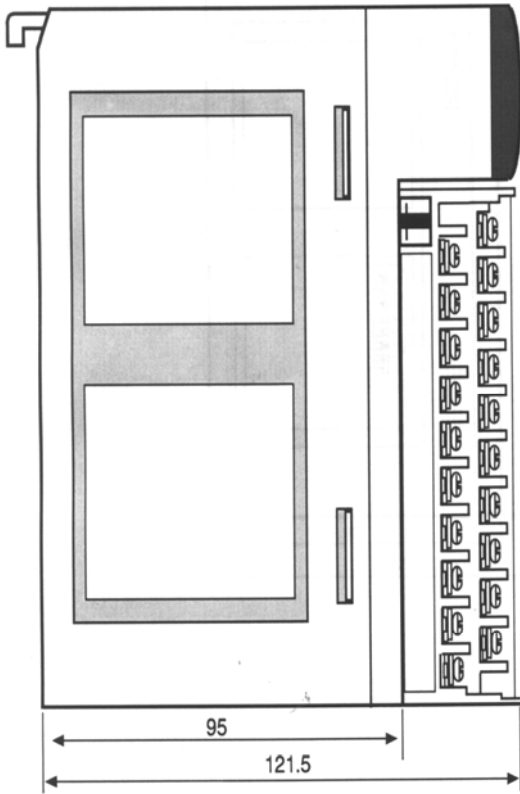
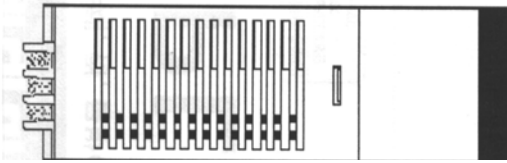


6.2.6 온도제어모듈의 하드웨어 고장

온도제어모듈의 하드웨어 고장입니다.
가까운 대리점이나 A/S 센터로 연락하고 상담하여
주십시오.

제 7 외형치수

(단위 : mm)



부록 1

1.1 백금 측은 저항체의 기준 저항값

Pt100Ω

단위: Ω

-200	-100	-0	온도 (°C)	온도 (°C)	0	100	200	300	400	500	600
18.49	60.25	100.00	-0	0	100.00	138.50	175.84	212.02	247.04	280.90	313.59
	56.19	96.09	-10	10	103.90	142.29	179.51	215.57	250.48	284.22	
	52.11	92.16	-20	20	107.79	146.06	183.17	219.12	253.90	287.53	
	48.00	88.22	-30	30	111.67	149.82	186.82	222.65	257.32	290.83	
	43.87	84.27	-40	40	115.54	153.58	190.45	226.17	260.72	294.11	
	39.71	80.31	-50	50	119.40	157.31	194.07	229.67	264.11	297.39	
	35.53	76.33	-60	60	123.24	161.04	197.69	233.17	267.49	300.65	
	31.32	72.33	-70	70	127.07	164.76	201.29	236.65	270.86	303.91	
	27.08	68.33	-80	80	130.89	168.46	204.88	240.13	274.22	307.15	
	22.80	64.30	-90	90	134.70	172.16	208.45	243.59	277.56	310.38	

Jpt 100Ω

단위 : Ω

-200	-100	-0	온도(°C)	온도(°C)	0	100	200	300	400	500	600
17.14	59.57	100.00	-0	0	100.00	139.16	177.13	213.30	249.56	284.02	317.28
	55.44	96.02	-10	10	103.97	143.01	180.86	217.54	253.06	284.40	
	51.29	92.02	-20	20	107.93	146.85	184.58	221.15	256.55	290.77	
	47.11	88.01	-30	30	111.88	150.67	188.29	224.74	260.02	294.12	
	42.91	83.99	-40	40	115.81	154.49	191.99	228.32	263.49	297.47	
	38.68	79.96	-50	50	119.73	158.29	195.67	231.89	266.94	300.80	
	34.42	75.91	-60	60	123.64	162.08	199.35	235.45	270.38	304.12	
	30.12	71.85	-70	70	127.54	165.86	203.01	238.99	273.80	307.43	
	25.80	67.77	-80	80	131.42	169.63	206.66	242.53	277.22	310.72	
	21.46	63.68	-90	90	135.30	173.38	210.30	246.05	280.63	314.01	

2.1 열기전력표

▶ K 형

단위 : μV

-200	-100	-0	온도 (°C)	온도 (°C)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
-5891	-3553	0	-0	0	0	4095	8137	12207	16395	20640	24902	29128	33277	37325	41269	45108	48828	52398
	-3852	-392	-10	10	397	4508	8537	12623	16818	21066	25327	29547	33686	37724	41657	45486	49192	
	-4138	-777	-20	20	798	4919	8938	13039	17241	21493	25751	29965	34095	38122	42045	45863	49555	
	-4410	-1156	-30	30	1203	5327	9341	13456	17664	21919	26176	30383	34502	38519	42432	46238	49916	
	-4669	-1527	-40	40	1611	5733	9745	13874	18088	22346	26599	30799	34909	38915	42817	46612	50276	
	-4912	-1889	-50	50	2022	6137	10151	14292	18513	22772	27022	31214	35314	39310	43202	46985	50633	
	-5141	-2243	-60	60	2436	6539	10560	14712	18938	23198	27445	31629	35718	39703	43585	47356	50990	
	-5354	-2586	-70	70	2850	6939	10969	15132	19363	23624	27867	32042	36121	40096	43968	47726	51344	
	-5550	-2920	-80	80	3266	7338	11381	15552	19788	24050	28288	32455	36524	40488	44349	48095	51697	
	-5730	-3242	-90	90	3681	7737	11793	15974	20214	24476	28709	32866	36925	40879	44729	48462	52049	

▶ J 형

단위 : μV

-200	-100	-0	온도 (°C)	온도 (°C)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
-7890	-4632	0	-0	0	0	5268	10777	16325	21846	27388	33096	39130	45498	51875	57942
	-5036	-501	-10	10	507	5812	11332	16879	22397	27949	33683	39754	46144	52496	
	-5426	-995	-20	20	1019	6359	11887	17432	22949	28511	34273	40382	46790	53115	
	-5801	-1481	-30	30	1536	6907	12442	17984	23501	29075	34867	41013	47434	53729	
	-6159	-1960	-40	40	2058	7457	12998	18537	24054	29642	35464	41647	48076	54341	
	-6499	-2431	-50	50	2585	8008	13553	19089	24607	30210	36066	42283	48716	54948	
	-6821	-2892	-60	60	3115	8560	14108	19640	25161	30782	36671	42922	49354	55553	
	-7122	-3344	-70	70	3649	9113	14663	20192	25716	31356	37280	43563	49989	56155	
	-7402	-3785	-80	80	4186	9667	15217	20743	26272	31933	37893	44207	50621	56753	
	-7659	-4215	-90	90	4725	10222	15771	21295	26829	32513	38510	44852	51249	57349	

부록 1

▶ E 형

단위 : μV

-200	-100	-0	온도 (°C)	온도 (°C)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
-8824	-5237	0	-0	0	0	6317	13419	21033	28943	36999	45085	53110	61022
	-5680	-581	-10	10	591	6996	14161	21814	29744	37808	45891	53907	
	-6107	-1151	-20	20	1192	7683	14909	22597	30546	38617	46697	54703	
	-6516	-1709	-30	30	1801	8377	15661	23383	31350	39426	47502	55498	
	-6907	-2254	-40	40	2419	9078	16417	24171	32155	40236	48306	56291	
	-7279	-2787	-50	50	3047	9787	17178	24961	32960	41045	49109	57083	
	-7631	-3306	-60	60	3683	10501	17942	25754	33767	41853	49911	57873	
	-7963	-3811	-70	70	4329	11222	18710	26549	34574	42662	50713	58663	
	-8273	-4301	-80	80	4983	11949	19481	27345	35382	43470	51513	59451	
	-8561	-4777	-90	90	5646	12681	20256	28143	36190	44278	52312	60237	

▶ T 형

단위 : μV

-200	-100	-0	온도 (°C)	온도 (°C)	0	100	200	300	400
-5603	-3378	0	-0	0	0	4277	9286	14860	20869
	-3656	-383	-10	10	391	4749	9820	15443	
	-3923	-757	-20	20	789	5227	10360	16030	
	-4177	-1121	-30	30	1196	5712	10905	16621	
	-4419	-1475	-40	40	1611	6204	11456	17217	
	-4648	-1819	-50	50	2035	6702	12011	17816	
	-4865	-2152	-60	60	2467	7207	12572	18420	
	-5069	-2475	-70	70	2908	7718	13137	19027	
	-5261	-2788	-80	80	3357	8235	13707	19638	
	-5439	-3089	-90	90	3813	8757	14281	20252	

▶ B 형 기준 열기전력

단위 : μV

($^{\circ}C$)	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
0	786	1241	1791	2430	3154	3957	4833	5777	6783	7845	8952	10094	11257	12426	13585
10	827	1292	1851	2499	3231	4041	4924	5875	6887	7953	9065	10210	11374	12543	
20	870	1344	1912	2569	3308	4126	5016	5973	6991	8063	9178	10325	11491	12659	
30	913	1397	1974	2639	3387	4212	5109	6073	7096	8172	9291	10441	11608	12776	
40	957	1450	2036	2710	3466	4298	5202	6172	7202	8283	9405	10558	11725	12892	
50	1002	1505	2100	2782	3546	4386	5297	6273	7308	8393	9519	10674	11842	13008	
60	1048	1560	2164	2855	3626	4474	5391	6374	7414	8504	9634	10790	11959	13124	
70	1095	1617	2230	2928	3708	4562	5487	6475	7521	8616	9748	10907	12076	13239	
80	1143	1674	2296	3003	3790	4652	5583	6577	7628	8727	9863	11024	12193	13354	
90	1192	1732	2363	3078	3873	4742	5680	6680	7736	8839	9979	11141	12310	13470	

▶ R 형 기준 열기전력

단위 : μV

($^{\circ}C$)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
0	0	647	1468	2400	3407	4471	5582	6741	7949	9203	10503	11846	13224	14624	16035	17445	18842	20215
10	54	723	1557	2498	3511	4580	5696	6860	8072	9331	10636	11983	13363	14765	16176	17585	18981	20350
20	111	800	1647	2596	3616	4689	5810	6979	8196	9460	10768	12119	13502	14906	16317	17726	19119	20483
30	171	879	1738	2695	3721	4799	5925	7098	8320	9589	10902	12257	13642	15047	16458	17866	19257	20616
40	232	959	1830	2795	3826	4910	6040	7218	8445	9718	11035	12394	13782	15188	16599	18006	19395	20748
50	296	1041	1923	2896	3933	5021	6155	7339	8570	9848	11170	12532	13922	15329	16741	18146	19533	20878
60	363	1124	2017	2997	4039	5132	6272	7460	8696	9978	11304	12669	14062	15470	16882	18286	19670	21006
70	431	1208	2111	3099	4146	5244	6388	7582	8822	10109	11439	12808	14202	15611	17022	18425	19807	
80	501	1294	2207	3201	4254	5356	6505	7704	8949	10240	11574	12946	14343	15752	17163	18564	19944	
90	573	1380	2303	3304	4362	5469	6623	7826	9076	10371	11710	13085	14483	15893	17304	18703	20080	

▶ S 형 기준 열기전력

단위 : μV

(t_c)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
0	0	645	1440	2323	3260	4234	5237	6274	7345	8448	9598	10754	11947	13155	14368	15576	16771	17942
10	55	719	1525	2414	3356	4333	5339	6380	7454	8560	9700	10872	12067	13276	14489	15697	16890	18056
20	113	795	1611	2506	3452	4432	5442	6486	7563	8673	9816	10991	12188	13397	14610	15817	17008	18170
30	173	872	1698	2599	3549	4532	5544	6592	7672	8786	9932	11110	12308	13519	14731	15937	17125	18282
40	235	950	1785	2692	3645	4632	5648	6699	7782	8899	10048	11229	12429	13640	14852	16057	17243	18394
50	299	1029	1873	2786	3743	4732	5751	6805	7892	9012	10165	11348	12550	13761	14973	16176	17360	18504
60	365	1109	1962	2880	3840	4832	5855	6913	8003	9126	10282	11467	12671	13883	15094	16296	17477	18612
70	432	1190	2051	2974	3938	4933	5960	7020	8114	9240	10400	11587	12792	14004	15215	16415	17594	
80	502	1273	2141	3069	4036	5034	6064	7128	8225	9355	10517	11707	12913	14215	15336	16534	17711	
90	573	1356	2232	3164	4135	5136	6169	7236	8336	9470	10635	11827	13034	14247	15456	16653	17826	

2.2 열전대

2.2.1 상용한도 및 과열 사용한도

구성재료의 기호	구 기 호 (참고)	소 선 지 림 (mm)	상 용 한 도 (1) °C	과 열 사 용 한 도 (2) °C
B	-	0.50	1500	1700
R	-	0.50	1400	1600
S				
K	CA	0.65	650	850
		1.00	750	950
		1.60	850	1050
		2.30	900	1100
		3.20	1000	1200
E	CRC	0.65	450	500
		1.00	500	550
		1.60	550	650
		2.30	600	750
		3.20	700	800
J	IC	0.65	400	500
		1.00	450	550
		1.60	500	650
		2.30	550	750
		3.20	600	750
T	CC	0.32	200	250
		0.65	200	250
		1.00	250	300
		1.60	300	300

알 아 두 기

주(1): 상용 한도란, 공기 중에 있어서 연속 사용할 수 있는 온도의 한도를 말합니다.
 (2): 과열 사용 한도란, 필요상 부득이한 경우에 단시간 사용할 수 있는 온도의 한도를 말합니다.

2.2.2 온도에 대한 허용차

구성재료의 기호	구 기 호 (참고)	측 정 온 도	계 급	허 용 차 (1)
B	-	600°C 이상 1700°C 미만	0.5 급	± 4 °C 또는 측정온도의 ± 0.5%
R	-	0°C 이상 1600°C 미만	0.25 급	± 1.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.25%
S				
K	CA	0 °C 이상 1000°C 미만	0.4 급	± 1.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.4%
		0°C 이상 1200°C 미만	0.75 급	± 2.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.75%
		-200°C 이상 0°C 미만	1.5 급	± 2.5 °C 또는 측정온도의 ± 1.5%
E	CRC	0°C 이상 800°C 미만	0.4 급	± 1.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.4%
		0°C 이상 800°C 미만	0.75 급	± 2.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.75%
		-200 °C 이상 0°C 미만	1.5 급	± 2.5 °C 또는 측정온도의 ± 1.5%
J	IC	0°C 이상 750°C 미만	0.4 급	± 1.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.4%
		0°C 이상 750°C 미만	0.75 급	± 2.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.75%
T	CC	0°C 이상 350°C 미만	0.4 급	± 0.5 °C 또는 측정온도의 ± 0.4%
		0°C 이상 350°C 미만	0.75 급	± 1 °C 또는 측정온도의 ± 0.75%
		-200°C 이상 0°C 미만	1.5 급	± 1 °C 또는 측정온도의 ± 1.5%

알 아 두 기

주(1): 허용차란, 열기전력을 기준 열기전력표에 의하여 환산한 온도에서 측온 점점의 온도를 뺀 값의 허용되는 최대 한도를 말합니다.
또한, 허용차는 °C 또는 %의 큰 값으로 합니다.

2.3 보상도선

2.3.1 보상도선의 종류와 규격

조합해서 사용한 열전쌍의 종류		보상도선의 종류		사용구분 및 허용차에 의한 구분비	구 성 재 료		사용 온도 범위 (°C)	열전쌍과 접속점의 온도 (°C)	보상도선의 전기 저항 (Ω) ⁽³⁾	왕복선의 전기 저항 (Ω) ⁽³⁾	표면 피복의 색별	심선 피복의 색별		비 고		
					+각(脚)	-각(脚)						+	-			
B	-	BX-G	-	일반용 보통급	구리	구리	0~90	0~100	- ⁽¹⁾	0.05	회색	적색	백색	컴펜세이션형		
R	-	RX-G SX-G	-	일반용 보통급	구리	구리 및 니켈을 주로 한 합금	0~90	0~150	+3 ⁽²⁾	0.1	흑색	적색	백색	컴펜세이션형		
S		RX-H SX-H		내열용 보통급			-7									
K	CA	KX-G	WCA-G	일반용 보통급	니켈 및 크롬을 주로 한 합금	니켈을 주로 한 합금	-20~90	-20~150	±2.5	1.5	청색	적색	백색	익스펜션형		
		KX-GS	WCA-G S	일반용 보통급			±1.5									
		KX-H	WCA-H	내열용 보통급			±2.5									
		KX-HS	WCA-H S	내열용 보통급			±1.5									
		WX-G	WCA-G	일반용 보통급	철	구리 및 니켈을 주로 한 합금	-20~90		±3.0	0.5					0.5	컴펜세이션형
		WX-H	WCA-H	내열용 보통급			0~150									
				VX-G	WCA-G	일반용 보통급	구리		구리 및 니켈을 주로 한 합금	-20~90					-20~100	
E	CRC	EX-G	WCRC-G	일반용 보통급	크롬 및 니켈을 주로 한 합금	구리 및 니켈을 주로 한 합금	-20~90	±2.5	1.5	자색	적색	백색	익스펜션형			
		EX-H	WCRC-H	내열용 보통급			0~150									
J	IC	JX-G	WIC-G	일반용 보통급	철	구리 및 니켈을 주로 한 합금	-20~90	-20~150	±2.5	0.8	황색	적색	백색	익스펜션형		
		JX-H	WIC-H	내열용 보통급			0~150									
T	CC	TX-G	WCC-C	일반용 보통급	구리	구리 및 니켈을 주로 한 합금	-20~90	±2.0	0.8	갈색	적색	백색	익스펜션형			
		TX-GS	-	일반용 정밀급										±1.0		
		TX-H	WCC-H	내열용 보통급			±2.0									
		TX-HS	-	내열용 정밀급			±1.0									

알아두기

- 주(1): BX-G는 +측과 -측에 동일한 재료의 심선(구리)을 사용하고 있으므로 오차의 허용차는 규정하지 않습니다.
- (2): 열전쌍 R 및 S의 기준 열전쌍 기전력 특성이 비직선성이므로 실제의 온도 측정 오차를 표시하는 것은 아닙니다.
- (3): 공칭 단면적 1.25mm² 이상의 것에 대하여 적용합니다.

Leader in Electrics & Automation

LS산전주식회사

10310000362

■ 본사 : 서울시 중구 남대문로 5가 84-11 연세재단 세브란스 빌딩(14F,17F) (우)100-753

■ 구입 문의

PLC 영업팀 TEL:(02)2034-4620~34 FAX:(02)2034-4622
부산 영업팀 TEL:(051)310-6855~59 FAX:(051)515-0406
대구 영업팀 TEL:(053)603-7740~5 FAX:(053)603-7788
서부 영업팀(광주) TEL:(062)510-1885~91 FAX:(062)526-3262
서부 영업팀(대전) TEL:(042)480-8919~20 FAX:(042)489-8672

■ 기술문의

고객지원센터 TEL:1544-2080 FAX:(02)3660-7021

■ A/S 문의

고객지원센터 TEL:1544-2080 FAX:(02)3660-7021
천안 고객지원팀 TEL:(041)550-8308~9 FAX:(041)554-3949
부산 고객지원팀 TEL:(051)310-6920~5 FAX:(051)310-6851
대구 고객지원팀 TEL:(053)603-7751~4 FAX:(053)603-7788
광주 고객지원팀 TEL:(062)510-1883,1892 FAX:(062)526-3262

■ 교육 문의

LS산전 연수원 TEL:(043)268-2631~2 FAX:(043)268-2633~4
서울교육장 TEL:1544-2080 FAX:(02)3660-7021
부산교육장 TEL:(051)310-6856~60 FAX:(051)310-6851

■ 서비스 지정점

명 산전(서울) TEL:(02)462-3053 FAX:(02)462-3054
우진 산전(의정부) TEL:(031)877-8273 FAX:(031)878-8279
신진시스템(안산) TEL:(031)495-9606 FAX:(031)494-9606
태영시스템(대전) TEL:(042)670-7363 FAX:(042)670-7364
서진 산전(울산) TEL:(052)227-0335 FAX:(052)227-0337
동영 산전(창원) TEL:(055)288-9305 FAX:(055)288-9306
대명시스템(대구) TEL:(053)564-4370 FAX:(053)564-4371
정석시스템(광주) TEL:(062)526-4151 FAX:(062)526-4152

■ 인터넷 기술상담

<http://www.lsis.biz>



고객상담센터

TEL : 광국 어디서나 1544-2080 FAX : (02)3660-7021

※ 본 설명서에 기재된 제품은 예고 없이 단종이나 제품에 변동이 있을 수 있으므로 구입시 반드시 확인 바랍니다.
※ 제품 사용 중 이상이 생겼거나 불편한 점은 LS산전으로 문의 바랍니다.