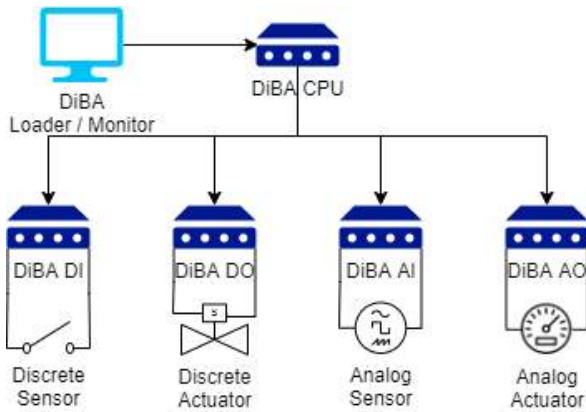


DG17E4C

1. 개요

DG17E4C는 DiBA PLC(Programmable Logic Controller)의 아날로그 입력(Analog Input) 모듈입니다. DiBA PLC는 [그림1]처럼 기능별 모듈들로 자동제어시스템을 구성하며, 사용자는 제어 대상의 크기와 특성에 따라 최적의 모듈 구성을 선택할 수 있습니다.



[그림1] 자동제어시스템의 구성

모델명 DG17E4C의 제품명은 MODBUS RTU AI입니다. 모델명은 일품표식(DG)과 출시연도, 대표모델명(E4C)으로 구성됩니다.

E4C는 MODBUS RTU slave로만 동작하므로 E5A(CPU Type 1) 등의 MODBUS RTU master에 의해 제어됩니다. 사용자는 DST file을 작성하여 E5A가 작업할 내용을 지정할 수 있습니다. (더 자세한 내용은 E5A설명서에 적혀 있습니다.)

E4C의 AI 단자는 외부에서 공급되는 전압 및 전류를 측정합니다. 전압은 0~10[V], 전류는 0~20[mA] 범위에서 측정 가능합니다. E4C의 UI(Universal Input) 단자는 RTD(Resistance Temperature Detector)라고 불리는 저항성 센서의 하나인 PT1000(백금온도센서, 0[°C]에서 1000[Ω]의 저항값을 가짐)에 의한 온도를 측정하거나, 스위치 등을 연결하여 DI(Digital Input)처럼 ON/OFF를 측정할 수 있습니다. E4C의 UI가 DI로 사용될 때, 단락 상태를 ON으로 읽고 개방 상태를 OFF로 읽습니다. 이렇게 읽은 정보는 DI 별로 할당된 LED에 표시되며, ON일 때 LED가 켜지고 OFF일 때 LED가 꺼집니다.

자동제어시스템의 사용자가 안전하게 다양한 장치들을 제어하도록 E4C는 격리(isolation) 설계가 적용되어 있습니다([그림4] 참고). 사용자가 있는 내부 영역(격리군1)은 전원과 RS485를 포함하고, 외부 영역(격리군2)은 AI 및 UI를 포함합니다.

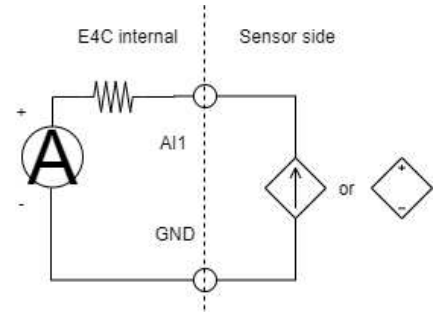
다음 표는 E4C의 AI, UI(RTD, DI) 단자를 정리한 것입니다.

단자	기능	정상 입력 범위	특성
AI (8개)	전압 측정	0~10[V]	전압이나 전류 측정을 위해 별도의 설정이 필요하지 않으며, 2가지 정보를 모두 사용할 수 있음.
	전류 측정	0~20[mA]	
UI (8개)	저항 측정 (단락 판정)	ON: 0~4[kΩ] OFF: 4[kΩ] 초과	DI 기능이나 RTD 기능 선택을 위해 별도의 설정이 필요하지 않으며, 항상 2가지 정보를 모두 사용할 수 있음.
	저항 측정 (온도 계산)	0~4[kΩ] (-200~800[°C])	

2. 사양

E4C는 8개의 AI를 가지고 있습니다. [그림2]는 그 중 AI1의 내부 회로를 이해하기 쉽게 표현한 것입니다. 나머지 AI도 동일한 형태를 가집니다.

AI는 sensor 측에서 공급하는 전압 혹은 전류를 측정합니다. AI의 내부 저항은 500[Ω]이므로 sensor 측에서 20[mA]를 공급하면 AI 단자에서는 10[V]가 측정됩니다.

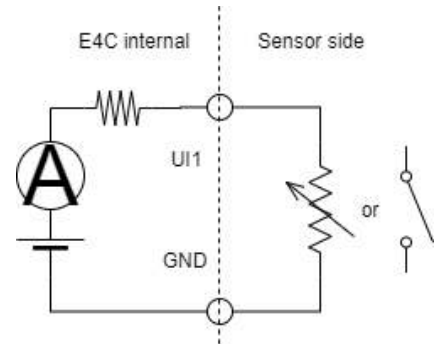


[그림2] AI의 내부 회로 모델과 사용 예

E4C는 8개의 UI를 가지고 있습니다. [그림3]은 그 중 UI1의 내부 회로를 이해하기 쉽게 표현한 것입니다. 나머지 UI도 동일한 형태를 가집니다. 사용자는 UI에 스위치, 저항, 온도센서(PT1000) 등을 연결하여 사용할 수 있습니다.

(주의) UI의 sensor 측에 전원을 연결하면 제품 고장의 원인이 될 수 있습니다.

UI는 sensor 측의 저항을 측정합니다. 사용 예는 온도센서(PT1000)를 연결한 경우에 대한 등가회로가 됩니다. 가변저항 대신에 스위치를 연결하면 ON/OFF를 읽을 수 있습니다. UI 외부의 회로가 연결되어 저항값이 약 4[kΩ] 이하로 떨어지면 UI는 DI로서 ON이라고 판단합니다.



[그림3] UI의 내부 회로 모델과 사용 예

3. 운용 기본 사항

E4C의 정보는 모두 MODBUS의 Holding Register 영역에 mapping되어 있고, 다른 영역으로는 접근할 수 없습니다. MODBUS RTU master가 E4C에게 보낸 요청을 정상적으로 처리할 수 없는 경우, 오류 응답을 합니다. 오류 응답에는 오류 코드가 포함되며, E4C가 사용하는 오류 코드는 다음과 같습니다.

오류 코드	오류 이름	오류 내용
1	Illegal Function	지원하지 않는 Function
2	Illegal Address	존재하지 않는 Register 혹은 읽기 전용에 대한 쓰기 요청
3	Illegal Value	유효 범위 밖의 값

E4C의 Dip Switch를 조작하여 통신 속도(baudrate)와 Slave ID를 설정합니다. Dip Switch를 E4C 본체 안쪽으로 밀면 ON, E4C 바깥쪽으로 밀면 OFF입니다. Baudrate은 다음과 같이 설정할 수 있습니다.

Dip Switch: Baudrate1	Dip Switch: Baudrate0	설정된 baudrate [bps]	공통 설정
OFF	OFF	9600	No Parity 8 Data Bits 1 Stop Bit
OFF	ON	19200	
ON	OFF	38400	
ON	ON	57600	

E4C의 Slave ID는 Dip Switch를 2진수로 읽은 값과 같습니다. Dip Switch가 ON이면 1, OFF면 0으로 보고, Address5 ~ Address0을 $2^5(=32) \sim 2^0(=1)$ 로 봐서 Slave ID를 계산합니다. 아래에 2가지 예를 들고, 표에 정리합니다.(2#은 2진수 표기에 대한 지시자입니다) Slave ID를 0으로 설정하면 E4C는 어떤 응답도 하지 않습니다.

(예1) Slave ID를 37로 설정하기. Address5 ~ Address0 = 2#100101

(예2) Slave ID를 1로 설정하기. Address5 ~ Address0 = 2#000001

Dip Switch 이름	자리의 값	(예1) 37 = 2#100101 = $1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	(예2) 1 = 2#000001 = $0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
Address5	2^5	1 = ON	0 = OFF
Address4	2^4	0 = OFF	0 = OFF
Address3	2^3	0 = OFF	0 = OFF
Address2	2^2	1 = ON	0 = OFF
Address1	2^1	0 = OFF	0 = OFF
Address0	2^0	1 = ON	1 = ON

UI 단자에서 측정된 온도는 “RTD”(단위 [0.1 °C])에 저장되고, DI 정보는 “RTD 연결 여부”에 저장됩니다. UI 단자와 PT1000 사이의 전선이 길면, 전선의 저항값이 더해져서 측정된 온도의 오차가 커집니다. 전선의 저항값을 미리 반영하여 온도의 오차를 줄이려면 “RTD 선로저항 보정”(단위 [0.1 Ω])을 갱신합니다. “RTD 선로저항 보정”에 저장된 값은 E4C의 전원이 꺼져도 유지되므로 설치가 끝난 후, 선로저항을 측정하여 1회만 반영하면 됩니다.

AI 단자에서 측정된 전압은 “AI 전압”(단위 [mV])에 저장됩니다. 외부 AO 전압에 오차가 있거나 전선이 길면, 측정되는 전압에서 오차가 발생할 수 있습니다. “AI 전압 보정”(단위 [mV])을 이용하여 -1000 ~ 1000 [mV] 사이의 오차를 보정할 수 있습니다. “AI 전압 보정”에 저장된 값은 E4C의 전원이 꺼져도 유지됩니다.

E4C가 공장초기값으로 설정된 경우, “AI 맞춤”은 AI에서 측정된 전류(단위 [μA])와 동일합니다. 사용자는 “AI 맞춤 최소”(단위 [mV]), “AI 맞춤 최대”(단위 [mV]), “AI 맞춤 배율”을 이용하여 “AI 맞춤”의 값을 원하는 범위의 값으로 변환할 수 있습니다. 변환식은 다음과 같습니다.

$$AI \text{ 맞춤} = \frac{AI \text{ 전압} - AI \text{ 맞춤 최소}}{AI \text{ 맞춤 최대} - AI \text{ 맞춤 최소}} \times AI \text{ 맞춤 배율}$$

공장초기값은 “AI 맞춤 최소”가 0, “AI 맞춤 최대”가 10000, “AI 맞춤 배율”이 20000이므로 “AI 전압”의 범위인 0과 10000 [mV]을 넣어서 계산하면 “AI 맞춤”이 측정된 전류(0과 20000 [μA])로 변환되는 것을 볼 수 있습니다.

AI 전압 = 0 [mV] = 0 [V] 일 때,

$$AI \text{ 맞춤} = \frac{0 - 0}{10000 - 0} \times 20000 = 0 \text{ [}\mu\text{A]} = 0 \text{ [mA]}$$

AI 전압 = 10000 [mV] = 10 [V] 일 때,

$$\text{AI 맞춤} = \frac{10000 - 0}{10000 - 0} \times 20000 = 20000 [\mu\text{A}] = 20 [\text{mA}]$$

“AI 맞춤”의 변환식은 “AI 전압”을 “AI 맞춤 최소”를 0으로, “AI 맞춤 최대”를 1로 정규화(normalization, 0~1 사이의 값으로 바꿔서 단위가 없는 상태로 변경)한 후, “AI 맞춤 배율”을 곱해서 새로운 단위로 변환하는 과정입니다. “AI 전압”이 “AI 맞춤 최소”보다 낮은 경우에 “AI 맞춤”은 0이고, “AI 전압”이 “AI 맞춤 최대”보다 높은 경우에 “AI 맞춤”은 설정된 “AI 맞춤 배율”과 같습니다. 다음의 예는 외부 AO의 출력 전류 범위가 4~10 [mA]이고, E4C에서 이를 0~100의 범위로 변환해서 “AI 맞춤”에 저장하기 위한 것입니다.

설계 목표	외부 AO의 출력 전류 범위: 4 ~ 10 [mA] “AI 맞춤”의 변환 결과 범위: 0 ~ 100
제품 특성	AI 단자의 내부 저항: 500 [Ω]
설계 목표를 변환식 정보로 환산	외부 AO의 출력 전압 범위: 2000 ~ 5000 [mV]
“AI 맞춤 최소” 추출	외부 AO 출력 전압 최솟값: 2000 [mV]
“AI 맞춤 최대” 추출	외부 AO 출력 전압 최댓값: 5000 [mV]
“AI 맞춤 배율” 추출	“AI 맞춤” 변환 결과의 최댓값: 100
(예) 외부 AO의 전류 = 1 [mA]	측정된 “AI 전압” = 500 [mV] “AI 전압”이 “AI 맞춤 최소”보다 작으므로 “AI 맞춤” = 0
(예) 외부 AO의 전류 = 4 [mA]	측정된 “AI 전압” = 2000 [mV] 변환식에 사용되는 “AI 전압” = 2000 [mV] “AI 맞춤” = $\frac{2000 - 2000}{5000 - 2000} \times 100 = 0$
(예) 외부 AO의 전류 = 5 [mA]	측정된 “AI 전압” = 2500 [mV] 변환식에 사용되는 “AI 전압” = 2500 [mV] “AI 맞춤” = $\frac{2500 - 2000}{5000 - 2000} \times 100 = 16$
(예) 외부 AO의 전류 = 10 [mA]	측정된 “AI 전압” = 5000 [mV] 변환식에 사용되는 “AI 전압” = 5000 [mV] “AI 맞춤” = $\frac{5000 - 2000}{5000 - 2000} \times 100 = 100$
(예) 외부 AO의 전류 = 12 [mA]	측정된 “AI 전압” = 6000 [mV] “AI 전압”이 “AI 맞춤 최대”보다 크므로 “AI 맞춤” = 100

만약 외부 AO 단자의 출력 범위가 4~20 [mA]라고 표시된 경우, 이 출력값을 4,000~20,000 [uA]로 읽기를 원하면 공장초기값을 그대로 사용해야 합니다. “AI 맞춤 최소”를 2000 [mV]로 설정하면 “AI 맞춤”에 저장된 값의 단위는 [uA]가 아닙니다. 이때 AI 단자에 4000 [uA]가 들어온 경우, “AI 맞춤”의 값은 0으로 읽히게 됩니다.


4. MODBUS Protocol Memory Map

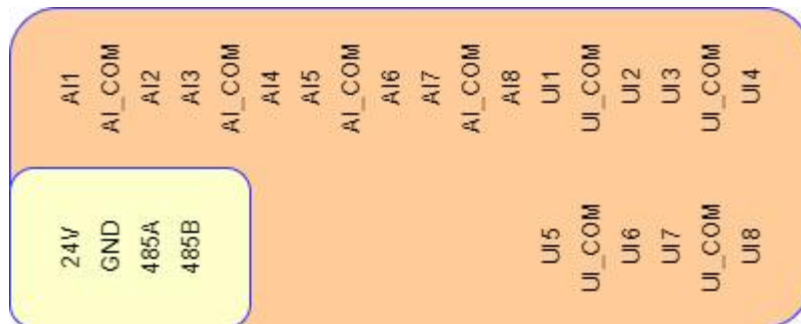
E4C는 MODBUS slave로서 Holding Register만 제공합니다. Holding Register는 읽기와 쓰기가 모두 가능한 영역이지만, E4C가 Register를 제공하지 않는 주소에서는 읽기와 쓰기가 모두 불가능합니다. 또한, 읽기만 가능한 주소도 있으므로 MODBUS master는 아래의 표를 참고하여 접근해야 합니다. 표에 나타나지 않은 주소는 Register가 존재하지 않습니다.

주소	Read/Write	이름	값(= 의미)
0	R	RTD 1 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C] (예) -123으로 읽히면, -12.3 [°C] 입니다.
1	R	RTD 2 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
2	R	RTD 3 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
3	R	RTD 4 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
4	R	RTD 5 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
5	R	RTD 6 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
6	R	RTD 7 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
7	R	RTD 8 (PT1000)	-2000~8000 = 온도 [0.1 °C]
8	R	RTD 연결 여부 (DI로 사용 가능)	0~255 = bit mapped in the word Bit 0 (LSB): RTD 1 {1 = connected, 0 = NC} ... Bit 7: RTD 8 {1 = connected, 0 = NC}
10	R	AI 전압 1	0~10000 = 전압 [mV] (예) 123으로 읽히면, 123 [mV] 입니다.
11	R	AI 전압 2	0~10000 = 전압 [mV]
12	R	AI 전압 3	0~10000 = 전압 [mV]
13	R	AI 전압 4	0~10000 = 전압 [mV]
14	R	AI 전압 5	0~10000 = 전압 [mV]
15	R	AI 전압 6	0~10000 = 전압 [mV]
16	R	AI 전압 7	0~10000 = 전압 [mV]
17	R	AI 전압 8	0~10000 = 전압 [mV]
20	R	AI 맞춤 1	0~배율
21	R	AI 맞춤 2	0~배율
22	R	AI 맞춤 3	0~배율
23	R	AI 맞춤 4	0~배율
24	R	AI 맞춤 5	0~배율
25	R	AI 맞춤 6	0~배율

주소	Read/Write	이름	값(= 의미)
26	R	AI 맞춤 7	0~배율
27	R	AI 맞춤 8	0~배율
1000	R/W	RTD 1 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]: 공장초기값 0 (예) 12로 읽히면, 1.2 [Ω] 입니다.
1001	R/W	RTD 2 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1002	R/W	RTD 3 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1003	R/W	RTD 4 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1004	R/W	RTD 5 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1005	R/W	RTD 6 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1006	R/W	RTD 7 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1007	R/W	RTD 8 선로저항 보정	0~100 = 선로저항 [0.1 Ω]
1010	R/W	AI 전압 1 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]: 공장초기값 0
1011	R/W	AI 전압 2 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1012	R/W	AI 전압 3 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1013	R/W	AI 전압 4 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1014	R/W	AI 전압 5 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1015	R/W	AI 전압 6 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1016	R/W	AI 전압 7 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1017	R/W	AI 전압 8 보정	-1000~1000 = 보정전압 [mV]
1020	R/W	AI 맞춤 최소 1	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]: 공장초기값 0
1021	R/W	AI 맞춤 최소 2	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]
1022	R/W	AI 맞춤 최소 3	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]
1023	R/W	AI 맞춤 최소 4	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]
1024	R/W	AI 맞춤 최소 5	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]
1025	R/W	AI 맞춤 최소 6	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]
1026	R/W	AI 맞춤 최소 7	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]
1027	R/W	AI 맞춤 최소 8	0~3000 = 감지범위 최소전압 [mV]

주소	Read/Write	이름	값(= 의미)
1030	R/W	AI 맞춤 최대 1	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]: 공장초기값 10000
1031	R/W	AI 맞춤 최대 2	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1032	R/W	AI 맞춤 최대 3	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1033	R/W	AI 맞춤 최대 4	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1034	R/W	AI 맞춤 최대 5	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1035	R/W	AI 맞춤 최대 6	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1036	R/W	AI 맞춤 최대 7	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1037	R/W	AI 맞춤 최대 8	4000~10000 = 감지범위 최대전압 [mV]
1040	R/W	AI 맞춤 배율 1	100~30000 = 표시범위 최댓값: 공장초기값 20000
1041	R/W	AI 맞춤 배율 2	100~30000 = 표시범위 최댓값
1042	R/W	AI 맞춤 배율 3	100~30000 = 표시범위 최댓값
1043	R/W	AI 맞춤 배율 4	100~30000 = 표시범위 최댓값
1044	R/W	AI 맞춤 배율 5	100~30000 = 표시범위 최댓값
1045	R/W	AI 맞춤 배율 6	100~30000 = 표시범위 최댓값
1046	R/W	AI 맞춤 배율 7	100~30000 = 표시범위 최댓값
1047	R/W	AI 맞춤 배율 8	100~30000 = 표시범위 최댓값
9000	R	사용 가능한 입력 총 수	16
9001	R	RTD (PT1000) 수	8
9002	R	AI (전압/전류) 수	8
9900	R	Design Year	2017
9901	R	Family Number	69
9902	R	Product Number	4
9903	R	Compatibility number	67
9990	R	Version	2
9991	R	Lot	0~199

	MSIP-REM-Diu-DGE4C 상호명: 일품 주식회사, 제조자: 일품 주식회사, 제조국: 한국 모델명: DG17E4C, 파생모델명: MOAI16
사용 환경	정상 동작 온도 범위 = -10 ~ 65 [°C] 이슬이 맺히지 않을 것. 먼지가 없을 것.
전원	정격 전압 = DC 24 [V] (동작 가능 범위 19 ~ 27 [V]) 최대 소모 전류 = 500 [mA]
통신	물리 규격: TIA/EIA-485A (RS485) 선로상 최대 장치 수 = 64 node ESD 보호 = 15 [kV]까지 데이터 프로토콜: MODBUS RTU protocol
AI 입력 방식	전압: 0 ~ 10 [V] 전류: 0 ~ 20 [mA]
UI 입력 방식	저항: 0 ~ 4 [kΩ]
DI 감지 표시	ON 감지시 LED 점등
격리 (isolation)	포토커플러. 최대 격리 전압 = 3.75 [kV rms] 격리군1: 전원 단자, RS485 단자 격리군2: E4C 전원, AI 단자, UI 단자
외형 치수	가로 145 [mm], 세로 90 [mm], 높이 41 [mm]
고정 방식	DIN rail에 장착 가능 나사 4개로 고정 가능 (가로 135 [mm], 세로 70 [mm])



[그림4] E4C의 내부 격리