

LKP-RTD보드 사용자 설명서

Version Information

H/W Version : Version 1.0

소속 : (주)엘케이일레븐 연구소

주소 : 성남시 중원구 상대원동 190-1 SKn테크노파크 메가센터 1306호

전화 : 031-776-4120 / FAX : 031-766-4119

목차

1. 개요.....	5
2. 사양.....	6
3. 블록도.....	7
4. 커넥터 위치	8
5. 외부 연결	9
5.1 PMC 슬롯 핀 번호	9
5.2 RS-422 커넥터 핀 번호.....	9
5.3 LKV-080 보드와 연결.....	10
5.4 RTD 연결	11
6. 디바이스 드라이버.....	12
6.1 UART 관련 함수	12
6.2 RTD 초기화	12
6.3 RTD 타입 설정	12
6.4 RTD 저항 값 읽기	13
6.5 RTD 온도 값 읽기	13
6.6 RTD 조정 하기	13
6.7 RTD 디버깅 함수들	13
7. 예제 프로그램	15
7.1 UART.....	15
7.2 RTD.....	19

그림 목차

그림 1. LKP-RTD.....	5
그림 2. LKP-RTD 블록도	7
그림 3. LKP-RTD 커넥터 배치	8
그림 4. LKP-RTD PMC 커넥터 핀 번호	9
그림 5. LKP-RTD RS-422 커넥터 핀 번호	10
그림 6. LKP-RTD RTD 연결 방법	11

표 목차

표 1. LKV-080 P2 핀 번호	10
표 2. RTD 타입.....	12
표 3. ioctl 기능.....	17
표 4. ioctl 옵션.....	18

1. 개요

LKP-RTD 보드는 RTD 센서 인터페이스 및 RS-422 통신을 지원하는 보드이다. RTD 16채널 및 RS-422 시리얼 6 채널을 처리 할 수 있고, PMC 슬롯을 통해 LKV-080 보드와 인터페이스 된다. RTD의 경우 각각의 채널에 대해 Sigma Delta ADC가 사용되므로 multiplexing 과정에서 생기는 noise가 없고, 데이터 처리 속도를 빠르게 할 수 있다. RS-422 통신은 16550 UART와 호환된다.

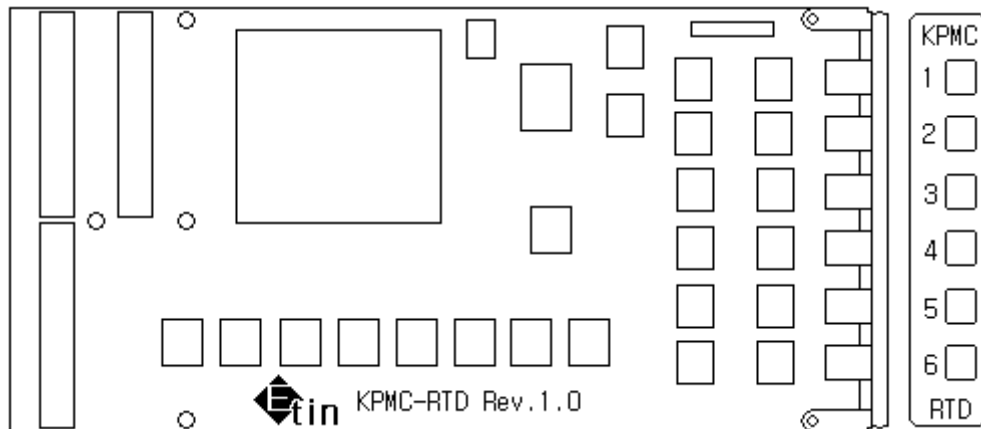


그림 1. LKP-RTD

2. 사양

PMC-RTD보드는 다음과 같은 사양을 가진다.

센서 인터페이스:

RTD(Resistive Temperature Device), 3-Wire Type

채널 :

16 채널

Resolution :

16 bit

A/D Converter:

Sigma Delta A/D Converter 16개

RS-422 인터페이스

6 채널

3. 블록도

다음은 LKP-RTD 보드의 블록도 이다. 16개의 RTD 입력은 각각의 16비트 Sigma Delta A/D 컨버터로 입력되고, 디지털로 변환 되어 PMC 인터페이스를 통해 읽을 수 있도록 되어 있다. EEPROM에는 이득이나 오프셋 등의 값을 저장 할 수 있다. 6개의 RS-422 인터페이스를 통해 외부와 통신 할 수 있다.

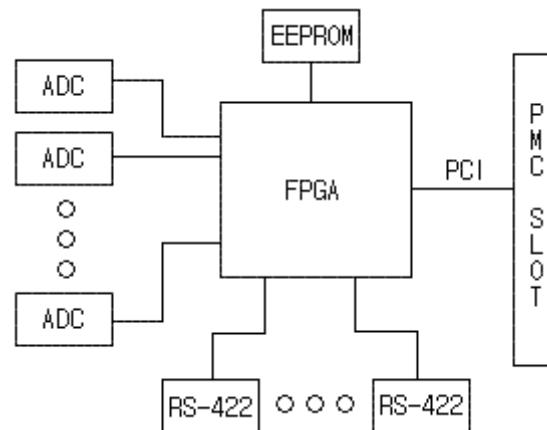


그림 2. LKP-RTD 블록도

4. 커넥터 위치

다음 그림은 LKP-RTD 보드의 커넥터 위치이다. 왼쪽에는 3개의 64핀 PMC 커넥터가 배치되고, 오른쪽에는 6개의 RS-422 커넥터가 배치된다.

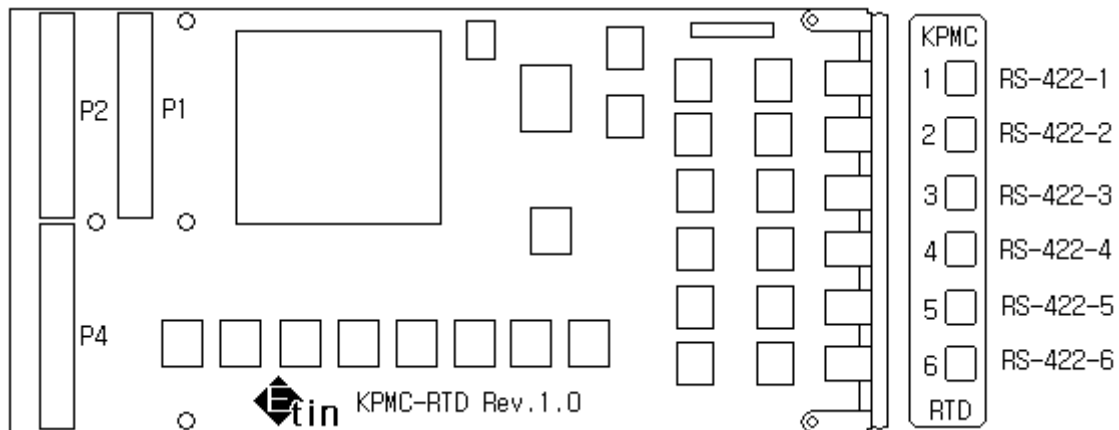


그림 3. LKP-RTD 커넥터 배치

RTD 센서는 P4 커넥터를 통해 인터페이스 되고, RS-422은 전면 커넥터를 통해 인터페이스 된다.

5. 외부 연결

5.1 PMC 슬롯 핀 번호

PMC슬롯의 핀 번호는 다음과 같다.

	J1				J2				J4		
TCK	1	2	-12V	+12V	1	2	TRST#		1	2	
Ground	3	4	INTA#	TMS	3	4	TDO	AINP9	3	4	AINP1
INTB#	5	6	INTC#	TDI	5	6	Ground	AINN9	5	6	AINN1
BUSMODE1#	7	8	+5V	Ground	7	8	PCI-RSVD	IOUTN9	7	8	IOUTN1
INTD#	9	10	PCI-RSVD	PCI-RSVD	9	10	PCI-RSVD		9	10	
Ground	11	12	3.3Vaux	BUSMODE2#	11	12	+3.3V	AINP10	11	12	AINP2
CLK	13	14	Ground	RST#	13	14	BUSMODE3#	AINN10	13	14	AINN2
Ground	15	16	GNT#	3.3V	15	16	BUSMODE4#	IOUTN10	15	16	IOUTN2
REQ#	17	18	+5V	PME#	17	18	Ground		17	18	
V(I/O)	19	20	AD[31]	AD[30]	19	20	AD[29]	AINP11	19	20	AINP3
AD[28]	21	22	AD[27]	Ground	21	22	AD[26]	AINN11	21	22	AINN3
AD[25]	23	24	Ground	AD[24]	23	24	+3.3V	IOUTN11	23	24	IOUTN3
Ground	25	26	C/BE[3]#	IDSEL	25	26	AD[23]		25	26	
AD[22]	27	28	AD[21]	+3.3V	27	28	AD[20]	AINP12	27	28	AINP4
AD[19]	29	30	+5V	AD[18]	29	30	Ground	AINN12	29	30	AINN4
V(I/O)	31	32	AD[17]	AD[16]	31	32	C/BE[2]#	IOUTN12	31	32	IOUTN4
FRAME#	33	34	Ground	Ground	33	34	PMC-RSVD		33	34	
Ground	35	36	IRDY#	TRDY#	35	36	+3.3V	AINP13	35	36	AINP5
DEVSEL#	37	38	+5V	Ground	37	38	STOP#	AINN13	37	38	AINN5
Ground	39	40	LOCK#	PERR#	39	40	Ground	IOUTN13	39	40	IOUTN5
PCI-RSVD	41	42	PCI-RSVD	+3.3V	41	42	SERR		41	42	
PAR	43	44	Ground	C/BE[1]#	43	44	Ground	AINP14	43	44	AINP6
V(I/O)	45	46	AD[15]	AD[14]	45	46	AD[13]	AINN14	45	46	AINN6
AD[12]	47	48	AD[11]	M66EN	47	48	AD[10]	IOUTN14	47	48	IOUTN6
AD[09]	49	50	+5V	AD[08]	49	50	+3.3V		49	50	
Ground	51	52	C/BE[0]#	AD[07]	51	52	PMC-RSVD	AINP15	51	52	AINP7
AD[06]	53	54	AD[05]	+3.3V	53	54	PMC-RSVD	AINN15	53	54	AINN7
AD[04]	55	56	Ground	PMC-RSVD	55	56	Ground	IOUTN15	55	56	IOUTN7
V(I/O)	57	58	AD[03]	PMC-RSVD	57	58	PMC-RSVD		57	58	
AD[02]	59	60	AD[01]	Ground	59	60	PMC-RSVD	AINP16	59	60	AINP8
AD[00]	61	62	+5V	ACK64#	61	62	+3.3V	AINN16	61	62	AINN8
Ground	63	64	REQ64#	Ground	63	64	PMC-RSVD	IOUTN16	63	64	IOUTN8

그림 4. LKP-RTD PMC 커넥터 핀 번호

J1과 J2에는 PCI 신호가 인터페이스 되고, J4에는 16개의 RTD 신호가 인터페이스 된다.

5.2 RS-422 커넥터 핀 번호

RS-422 커넥터의 핀 번호는 다음과 같다.

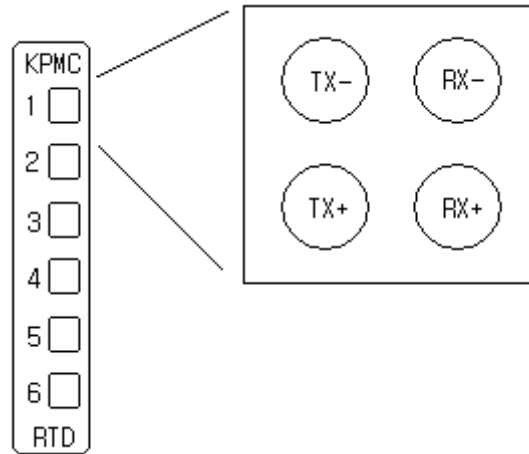


그림 5. LKP-RTD RS-422 커넥터 핀 번호

RS-422 커넥터는 DF11-4DP-2DS를 사용한다. 이 커넥터에 인터페이스 할 때는 DF11-4DS-2C 커넥터와 DF11-22SC 핀을 사용할 수 있다.

5.3 LKV-080 보드와 연결

LKV-080 보드와 연결 했을 때 LKV-080의 P2로 연결되는 핀 번호는 다음과 같다.

표 1. LKV-080 P2 핀 번호

핀	신호	핀	신호
A1		C1	
A2	INP1	C2	INP9
A3	INN1	C3	INN9
A4	IOUTN1	C4	IOUTN9
A5		C5	
A6	INP2	C6	INP10
A7	INN2	C7	INN10
A8	IOUTN2	C8	IOUTN10
A9		C9	
A10	INP3	C10	INP11
A11	INN3	C11	INN11
A12	IOUTN3	C12	IOUTN11
A13		C13	
A14	INP4	C14	INP12
A15	INN4	C15	INN12
A16	IOUTN4	C16	IOUTN12
A17		C17	

핀	신호	핀	신호
A18	INP5	C18	INP13
A19	INN5	C19	INN13
A20	IOUTN5	C20	IOUTN13
A21		C21	
A22	INP6	C22	INP14
A23	INN6	C23	INN14
A24	IOUTN6	C24	IOUTN14
A25		C25	
A26	INP7	C26	INP15
A27	INN7	C27	INN15
A28	IOUTN7	C28	IOUTN15
A29		C29	
A30	INP8	C30	INP16
A31	INN8	C31	INN16
A32	IOUTN8	C32	IOUTN16

5.4 RTD 연결

RTD 연결 방법은 다음 그림과 같다.

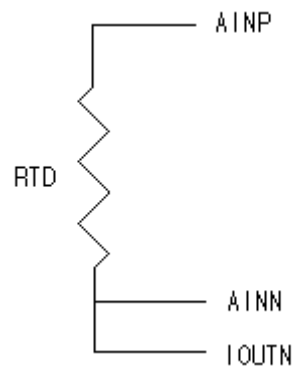


그림 6. LKP-RTD RTD 연결 방법

6. 디바이스 드라이버

6.1 UART 관련 함수

UART는 대부분 기능이 16550과 호환 되므로 16550 드라이버를 그대로 사용한다.

6.2 RTD 초기화

RTD 초기화 함수는 다음과 같이 정의된다.

```
STATUS sysRtdInit(void);
```

이 함수는 RTD 인터페이스에 사용되는 A/D 변환기, 각 채널 별 이득 값 및 RTD 타입을 초기화 하는 함수 이다. RTD 타입은 Pt 100 타입(계수 0.00392)으로 초기화 된다.

초기화가 정상적으로 이루어 졌을 경우 OK를 아닐 경우 ERROR를 리턴 한다.

6.3 RTD 타입 설정

RTD 타입을 설정하는 함수는 다음과 같이 정의 된다.

```
STATUS sysRtdSetType(int channel, int type);
```

첫째 인자는 채널 번호로, 16개의 채널이 있으므로 0에서 15까지의 값이 들어갈 수 있다. 둘째 인자는 RTD 타입으로 다음과 같이 설정된다.

표 2. RTD 타입

번호	이름	설명
0	NONE	초기화 되지 않은 상태
1	RTD_CU10_TYPE	Cu 10 타입, 계수 0.00427
2	RTD_DIN_TYPE	Pt 100 타입, 계수 0.00385
3	RTD_PURE_TYPE	Pt 100 타입, 계수 0.00392
4	RTD_N_120_TYPE	Ni 120 타입, 계수 0.00672

리턴 값은 함수가 성공한 경우 OK, 없는 채널 번호를 선택하거나 없는 타입일 경우 ERROR이다.

설정된 타입을 얻는 함수는 다음과 같다.

```
int sysRtdGetType(int channel);
```

첫째 인자는 채널 번호 이다.

리턴 값은 설정 되어있는 타입이다.

6.4 RTD 저항 값 읽기

RTD의 저항 값을 읽는 함수는 다음과 같다.

```
float sysRtdGetResistance(int channel);
```

첫째 인자는 채널 번호이다.

리턴 값은 저항 값이다.

6.5 RTD 온도 값 읽기

RTD의 온도를 읽는 함수는 다음과 같다.

```
float sysRtdGetTemperature(int channel);
```

첫째 인자는 채널 번호이다.

리턴 값은 온도 값(섭씨) 이다.

6.6 RTD 조정 하기

RTD의 이득 값을 조정하는 함수는 다음과 같다.

```
STATUS sysRtdCalibrate(void);
```

리턴 값은 이득 값이 조정되어 EEPROM에 저장되면 OK를 아니면 에러를 리턴 한다.

이 함수는 반드시 각 채널에 100옴 저항을 연결하고, 실행 시켜야 한다.

출하할 때 이득 값이 측정되어 저장된 상태로 출하 되므로 별도로 이 함수를 실행 시킬 필요는 없다.

6.7 RTD 디버깅 함수들

다음은 RTD를 디버깅 하기 위해 사용되는 함수 들이다.

```
STATUS sysRtdDumpAdc(int channel);
```

```
STATUS sysRtdDumpEeprom(void);
```

```
STATUS sysRtdDumpResistance(void);
```

```
STATUS sysRtdDumpTemperature(void);
```

sysRtdDumpAdc는 ADC의 레지스터 값을 표시한다.

sysRtdDumpEeprom은 EEPROM에 저장되어 있는 데이터를 표시한다.

sysRtdDumpResistance는 각 채널의 저항 값을 표시한다.

sysRtdDumpTemperature는 각 채널의 온도 값을 표시한다.

7. 예제 프로그램

LKV-080 보드의 BSP에는 LKP-RTD 보드 드라이버가 포함되어 있고, 보드 초기화할 때 검색해서 LKP-RTD 보드가 설치되어 있으면 자동으로 초기화 하므로, LKV-080 보드에서는 별도의 초기화 과정 없이 바로 LKP-RTD 보드에서 제공하는 기능들을 사용 할 수 있다.

어플리케이션에서 LKP-RTD 보드의 설치 여부에 관한 별도의 확인이 필요 하다면 다음과 같은 코드로 가능하다.

```
#define RTD_PCI_VENDOR_ID 0x1895
#define RTD_PCI_DEVICE_ID 0x0002

Int b,d,f;
if (pciFindDevice(RTD_PCI_VENDOR_ID, RTD_PCI_DEVICE_ID, 0, &b, &d, &f) != OK) {
    printf("LKP-RTD board is not foundWn");
    return ERROR;
}
```

7.1 UART

UART는 16550과 호환 되므로, 별도의 드라이버를 제공하지 않고, vxWorks가 제공하는 tty 드라이버를 사용하게 되어 있다. LKV-080 보드에서 LKP-RTD를 설치하고 devs 명령을 실행 시키면 다음과 같이 출력된다.

```
-> devs
drv name
0 /null
1 /tyCo/0
1 /tyCo/1
1 /tyCo/2
1 /tyCo/3
1 /tyCo/4
1 /tyCo/5
1 /tyCo/6
1 /tyCo/7
1 /tyCo/8
1 /tyCo/9
5 host:
6 /pty/rlogin.S
7 /pty/rlogin.M
```

8 /vio

value = 25 = 0x19

->

‘/tyCo/0’에서 ‘/tyCo/3’까지는 LKV-080에 내장되어 있는 시리얼 포트이고, ‘/tyCo/4’에서 ‘/tyCo/9’까지는 LKP-RTD의 시리얼 포트이다.

UART로 값을 보낼 때는 open 함수로 디바이스를 열고, write 함수로 쓰면 된다. 다음은 LKP-RTD의 첫 번째 포트에 “Hello, World!”를 출력하는 예제이다.

```
int uart_example1(void)
{
    int fd = open("/tyCo/4", O_RDWR, 0);
    if (fd < 0) {
        printf("Error opening /tyCo/4Wn");
        return -1;
    }
    write(fd, "Hello World!Wn", 13);
    close(fd);
    return 0;
}
```

이때 baud rate는 콘솔과 같은 baud rate로 설정된다.

UART에서 받을 때는 open 함수로 디바이스를 열고, read 함수로 읽으면 된다. 다음은 LKP-RTD의 두 번째 포트에서 값을 읽어오는 예제이다.

```
int uart_example2(void)
{
    char c;
    int fd = open("/tyCo/5", O_RDWR, 0);
    if (fd < 0) {
        printf("Error opening /tyCo/5Wn");
        return -1;
    }
    FOREVER {
        read(fd, &c, 1);
        putchar(c);
    }
}
```



```

    }
    close(fd);
    return 0;
}

```

tty 디바이스는 ioctl 함수를 통해 다양한 기능이 가능하다. tty가 지원하는 기능은 다음과 같다.

표 3. ioctl 기능

FIOBAUDRATE	Baud rate 설정
FIOCANCEL	Read/Write 동작 취소
FIOFLUSH	입력과 출력 버퍼의 모든 값을 버림
FIOGETNAME	fd의 이름을 얻음
FIOGETOPTIONS	옵션을 읽음
FIONREAD	입력 버퍼에서 읽지 않은 바이트 수를 구함
FIONWRITE	출력 버퍼에서 출력되지 않은 바이트 수를 구함
FIOSETOPTIONS	옵션을 설정.

다음은 LKP-RTD 보드의 세 번째 포트의 Baud rate를 115200으로 변경하고, "Hello World!"를 출력하는 예제이다.

```

int uart_example3(void)
{
    int fd = open("/tyCo/6", O_RDWR, 0);
    if (fd < 0) {
        printf("Error opening /tyCo/6Wn");
        return -1;
    }
    ioctl(fd, FIOBAUDRATE, 115200);
    write(fd, "Hello World!Wn", 13);
    close(fd);
    return 0;
}

```

다음은 LKP-RTD 보드의 네 번째 포트의 baud rate를 115200으로 변경하고, 값을 읽어오는 예제이다.

```

int uart_example4(void)

```

```
{
    char c;
    int fd = open("/tyCo/7", O_RDWR, 0);
    if (fd < 0) {
        printf("Error opening /tyCo/7Wn");
        return -1;
    }
    ioctl(fd, FIOBAUDRATE, 115200);
    FOREVER {
        read(fd, &c, 1);
        putchar(c);
    }
    close(fd);
    return 0;
}
```

옵션 값은 다음과 같다.

표 4. ioctl 옵션

OPT_ECHO	입력 에코
OPT_CRMOD	If를 crlf로 변경
OPT_TANDEM	^S/^Q 플로우 컨트롤 프로토콜
OPT_7_BIT	입력에서 8번째 비트를 없앴
OPT_MON_TRAP	^X 활성화
OPT_ABORT	^C 활성화
OPT_TERMINAL	위의 모든 옵션 셋
OPT_RAW	위의 모든 옵션 셋 안 함

다음은 LKP-RTD 보드의 옵션을 읽어오는 예제이다.

```
int uart_example5(void)
{
    int opt;
    int fd = open("/tyCo/8", O_RDWR, 0);
    if (fd < 0) {
        printf("Error opening /tyCo/8Wn");
    }
}
```

```

        return -1;
    }
    opt = ioctl(fd, FIOGETOPTIONS, 0);
    if (opt & OPT_ECHO) printf("OPT_ECHOWn");
    if (opt & OPT_CRMOD) printf("OPT_CRMODWn");
    if (opt & OPT_TANDEM) printf("OPT_TANDEMWn");
    if (opt & OPT_7_BIT) printf("OPT_7_BITWn");
    if (opt & OPT_MON_TRAP) printf("OPT_MON_TRAPWn");
    if (opt & OPT_ABORT) printf("OPT_ABORTWn");
    if (opt & OPT_LINE) printf("OPT_LINEWn");
    if (opt == 0) printf("OPT_RAWWn");
    close(fd);
    return 0;
}

```

초기의 옵션은 OPT_RAW로 설정 되므로 위 예제의 출력 값은 다음과 같다.

-> uart_example5

OPT_RAW

value = 0 = 0x0

->

7.2 RTD

RTD의 온도를 구할 때는 sysRtdGetTemperature 함수를 이용한다.

첫 번째 인자는 채널 번호이고 0부터 시작한다.

리턴 값은 float 형으로 온도 값이 리턴 된다.

사용 방법은 다음 예제와 같다.

```
#define RTD_CHANNELS 16
```

```
float sysRtdGetTemperature(int channel);
```

```
int rtd_example(void)
```

```
{
```

```
    int i;
```

```
    for (i = 0; i < RTD_CHANNELS; i++)
```

```
        printf("The temperature of channel %d is %f CelsiusWn",
```

```
        i, sysRtdGetTemperature(i));  
  
    return 0;  
}
```

콘솔에 표시되는 값은 다음과 같다.

-> rtd_example

```
The temperature of channel 0 is 0.001408 Celsius  
The temperature of channel 1 is 0.016267 Celsius  
The temperature of channel 2 is 0.034851 Celsius  
The temperature of channel 3 is 0.034889 Celsius  
The temperature of channel 4 is 0.001408 Celsius  
The temperature of channel 5 is 0.034755 Celsius  
The temperature of channel 6 is 0.071578 Celsius  
The temperature of channel 7 is -0.053960 Celsius  
The temperature of channel 8 is 0.001408 Celsius  
The temperature of channel 9 is 0.016343 Celsius  
The temperature of channel 10 is 0.016267 Celsius  
The temperature of channel 11 is 0.016343 Celsius  
The temperature of channel 12 is 0.001408 Celsius  
The temperature of channel 13 is 0.001408 Celsius  
The temperature of channel 14 is 0.001408 Celsius  
The temperature of channel 15 is 0.016324 Celsius  
value = 50 = 0x32 = '2'
```

->