

Assignment IV

Title : ADC

การทำ Enable ADC ผ่าน Linux Command

- เข้าไปที่ `/sys/bus/iio` โดยใช้คำสั่ง `cd`
- แล้วเรียกดูว่ามี Directory อะไรให้ใช้บ้าง โดยใช้คำสั่ง `ls` จากภาพจะพบว่ามี Directory ให้เราใช้
- ในขั้นตอนต่อมา ให้เราเข้าไปที่ Directory ที่ชื่อว่า **devices** โดยใช้คำสั่ง `cd` ทำการเช็คว่ามีอะไรให้เราใช้งานบ้างโดยใช้คำสั่ง `ls` เช่นเดิม ดังที่แสดง

```
debian@beaglebone:~$ cd /sys/bus/iio
debian@beaglebone:/sys/bus/iio$ ls
devices drivers drivers_autoprobe drivers_probe uevent
debian@beaglebone:/sys/bus/iio$ cd devices/
debian@beaglebone:/sys/bus/iio/devices$ ls
iio:device0
```

(Figure 1)

- พิมพ์คำสั่ง `sudo su` เพื่อเข้าสู่ `root` แล้วทำการเช็คว่ามี **device0** แล้วหรือยัง โดยใช้คำสั่ง `ls`
- ต่อมาเราจะใช้งาน **ADC channel 0** จึงใช้ `in_voltage0_raw` เมื่อเจอแล้วให้ใช้ตัวแปลง ADC ได้โดยใช้คำสั่ง `cat` ถ้าต้องการเปลี่ยน channel สามารถทำได้โดยเปลี่ยนจาก 0 เป็นเลขใดก็ได้ แต่ต้องอยู่ในช่วง 0 - 7

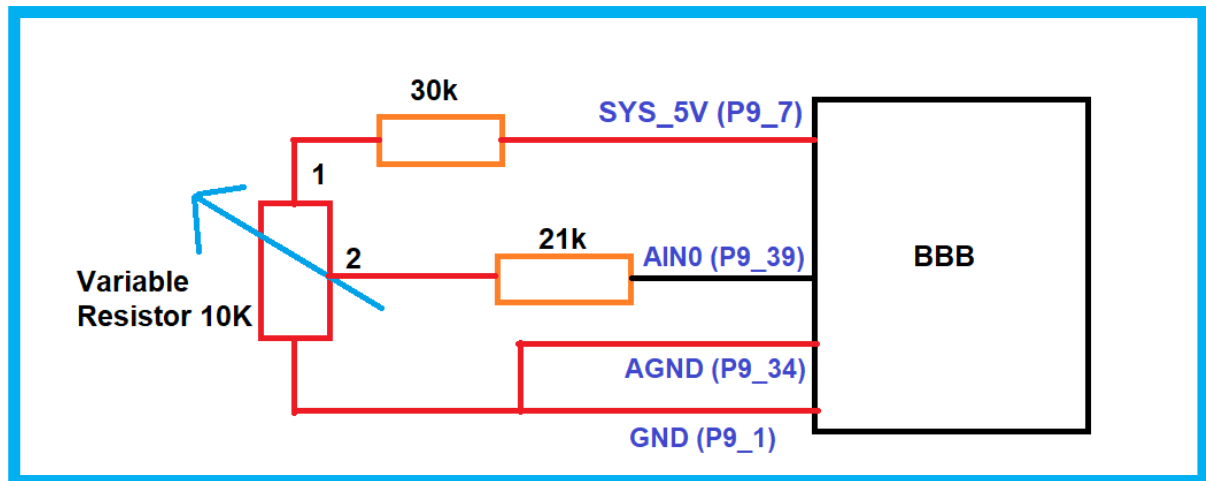
```
debian@beaglebone:/sys/bus/iio/devices$ sudo su
[sudo] password for debian:
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices# ls
iio:device0
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices# cd iio:device0
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# ls
buffer          in_voltage2_raw in_voltage6_raw power
dev             in_voltage3_raw in_voltage7_raw scan_elements
in_voltage0_raw in_voltage4_raw name      subsystem
in_voltage1_raw in_voltage5_raw of_node   uevent
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# cat in_voltage0_raw
4
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# cat in_voltage0_raw
1406
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# cat in_voltage0_raw
2176
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# cat in_voltage0_raw
2938
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# cat in_voltage0_raw
4050
root@beaglebone:/sys/bus/iio/devices/iio:device0# cat in_voltage0_raw
4095
```

(Figure 2)

Exercise 13

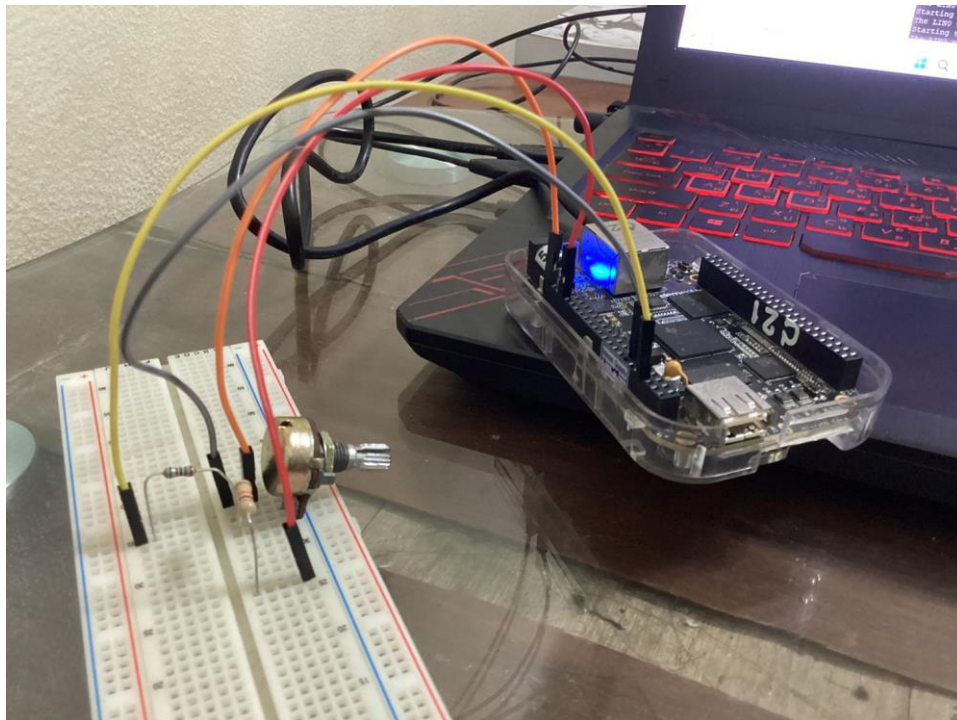
งานที่ได้รับมอบหมาย : 1. ให้ไปศึกษาด้วยตนเอง รายละเอียดคำสั่งทุกบรรทัด ทดสอบการทำงานของ ADC และทำการบันทึกภาพการแสดงค่าที่อ่านได้

Schematic



(Figure 3)

Circuit



(Figure 4)

คำสั่งที่ใช้งาน

```

#include<iostream>
#include<fstream>
#include<string>
#include<sstream> //ดึง Library มาใช้
using namespace std;
#define LIN0_PATH
"/sys/bus/iio/devices/iio:device0/in_voltage" //กำหนด path

int readAnalog(int number){ //ฟังก์ชันสำหรับอ่านค่า ADC
stringstream ss; //ประกาศตัวแปรเก็บค่า SS
ss << LIN0_PATH << number << "_raw"; //ดึงค่าจาก LIN0_PATH มายัง ss
fstream fs; //ประกาศตัวแปร fs
fs.open(ss.str().c_str(), fstream::in); //เปิดไฟล์จากตัวแปร ss แบบอ่าน
fs >> number; //นำค่าจากตัวแปร fs ไปเก็บที่ number
fs.close(); //ปิดไฟล์
return number; //return ค่า
}

int main(int argc, char* argv[ ]){
cout << "Starting the readLIN0 program" << endl; //แสดงข้อความ
int value = readAnalog(0); //อ่านค่าจาก ADC0 แล้วเก็บไว้ที่ตัวแปร value
cout << "The LIN0 value was " << value << " out of 4095." <<
endl; //แสดงข้อความและค่าที่ตัวแปร value บันทึกมาจาก readAnalog(0)
return 0; // return ค่า
}

```

- หลังจากพิมพ์คำสั่งโดยใช้คำสั่งสร้างไฟล์ nano แล้ว
- ให้เราทำการ Compile โดยใช้คำสั่ง `g++ readADC0.cpp -o readADC0`
- เมื่อเสร็จแล้วให้เราทำการรันโปรแกรม

```

root@beaglebone:/home/debian# nano readADC0.cpp
root@beaglebone:/home/debian# g++ readADC0.cpp -o readADC0
root@beaglebone:/home/debian# ./readADC0
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 4095 out of 4095.
root@beaglebone:/home/debian# ./readADC0
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 4095 out of 4095.
root@beaglebone:/home/debian# ./readADC0
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 1936 out of 4095.
root@beaglebone:/home/debian# ./readADC0
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 7 out of 4095.
root@beaglebone:/home/debian# █

```

(Figure 5)

จากภาพข้างต้น เนื่องจากเราไม่ได้ใช้เพิ่มคำสั่งให้ทำการวนลูปหรือทำการแสดงผลซ้ำ ๆ ไม่รู้จบ เราต้องทำการพิมพ์คำสั่ง `./readADC0` เองทุกครั้ง (Manual) เมื่อต้องการทราบค่าที่แปลงมาจาก ADC0

เมื่อเราทำการปรับค่าความต้านทานจากตัวต้านทานปรับค่าได้ เมื่อเราปรับในทิศทางเข็มนาฬิกา (ค่าความต้านทานลดลง) จะทำให้ค่าที่แปลงมาจาก ADC0 มีค่าเพิ่มขึ้น เราสามารถคำนวณได้ว่าค่าที่แปลงมานั้นเมื่อเทียบกับค่าในสัญญาณอนาล็อกมีค่าเท่าใดโดยใช้วิธีคำนวณดังนี้

$$V_{input} = \frac{ADC}{2^{number\ of\ ADC\ bit} - 1} \times V_{ref}$$

โดยที่ แรงดันที่บอร์ดจ่ายให้วงจรคือ 1.8 V (V_{ref}) และจำนวนบิตที่ ADC แปลงได้คือ 12 หรือก็คือ 2^{12} หรือ 4096

ตัวอย่าง ADC แปลงสัญญาณอนาล็อกมาเป็นสัญญาณดิจิตอลได้เป็น 1936 ดังนั้น แรงดันที่แปลงมา คือ

$$V_{input} = \frac{1936}{2^{12} - 1} \times 1.8 = 0.85\ V$$

งานที่ได้รับมอบหมาย : 2. ดัดแปลงโปรแกรมให้แสดง-อ่านค่า ADC ได้ต่อเนื่องไม่รู้จบ

- เพิ่ม library : **unistd.h** สำหรับใช้คำสั่ง *usleep()* เพื่อทำการ Delay การแสดงผลของคำสั่ง
- เพิ่มคำสั่ง *while (1)* เพื่อให้โปรแกรมวนลูป อ่านค่าได้ต่อเนื่องไม่รู้จบ
- เพิ่มคำสั่ง *usleep(1500000)* เพื่อให้โปรแกรม Delay 1.5 sec

คำสั่งที่ใช้งาน

```
#include<iostream>
#include<fstream>
#include<string>
#include<sstream>
#include<unistd.h>
using namespace std;
#define LIN0_PATH "/sys/bus/iio/devices/iio:device0/in_voltage"
int readAnalog(int number){
    stringstream ss;
    ss << LIN0_PATH << number << "_raw";
    fstream fs;
    fs.open(ss.str().c_str(), fstream::in);
    fs >> number;
    fs.close();
    return number;
}
int main(int argc, char* argv[ ]){
    while(1){
        cout << "Starting the readLIN0 program" << endl;
        int value = readAnalog(0);
        cout << "The LIN0 value was " << value << " out of 4095." << endl;
        usleep(1500000);
    }
    return 0;
}
```

การแสดงผล

```

root@beaglebone:/home/debian# nano readADC0.cpp
root@beaglebone:/home/debian# g++ readADC0.cpp -o readADC0
root@beaglebone:/home/debian# ./readADC0
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 516 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 993 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 1371 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 1579 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 1664 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 1813 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 1927 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2049 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2286 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2352 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2398 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2539 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2603 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2798 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 2957 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 3146 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 3362 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 3624 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 3870 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 4022 out of 4095.
Starting the readLIN0 program
The LIN0 value was 4095 out of 4095.

```

(Figure 6)

จากภาพจะเห็นว่า คำสั่งจะทำการรันเองอัตโนมัติไม่รู้จักจบ จนกว่าเราจะกดปุ่ม ctrl + C โปรแกรมถึงจะหยุดทำงาน ทำให้ง่ายต่อการอ่านค่า ADC ที่บอร์ดแปลงมา โดยที่ค่า R ยิ่งเพิ่มมากขึ้นเท่าไร ค่าที่แปลงมาจาก ADC จะยิ่งลดลงเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม (Ohm's law)

ผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการและกราฟแสดงแนวโน้ม

	A	B	C
1	Measured Value	ADC	ADC(Volt)
2	0.0021	6	0.003
3	0.046	110	0.048
4	0.089	201	0.088
5	0.135	306	0.135
6	0.181	409	0.180
7	0.22	502	0.221
8	0.264	601	0.264
9	0.31	705	0.310
10	0.358	799	0.351
11	0.405	915	0.402
12	0.449	1010	0.444
13	0.488	1098	0.483
14	0.537	1201	0.528
15	0.581	1309	0.575
16	0.632	1415	0.622
17	0.673	1512	0.665
18	0.722	1624	0.714
19	0.753	1697	0.746
20	0.807	1803	0.793
21	0.853	1905	0.837
22	0.903	2023	0.889
23	0.935	2113	0.929
24	0.974	2207	0.970
25	1.022	2311	1.016
26	1.071	2408	1.058
27	1.107	2499	1.098
28	1.146	2606	1.145
29	1.204	2705	1.189
30	1.255	2817	1.238
31	1.296	2918	1.283
32	1.335	3008	1.322
33	1.377	3111	1.367
34	1.423	3201	1.407
35	1.456	3317	1.458
36	1.521	3416	1.502
37	1.561	3521	1.548
38	1.593	3617	1.590
39	1.653	3695	1.624
40	1.703	3814	1.676
41	1.745	3915	1.721
42	1.774	4003	1.75956
43	1.846	4095	1.8

Table

