
HYCON 紘康科技

交流電流量測應用說明書

HY16F198

AC Current Measure

Table of Contents

1.	內容簡介	4
2.	原理說明	5
2.1.	量測原理	5
2.2.	Hall Sensor (WCS1800).....	5
2.3.	控制晶片	6
3.	系統設計	9
3.1.	硬體說明	9
3.2.	軟體說明	9
4.	實驗紀錄和結果	11
5.	DEMO CODE及相關檔案	16
6.	參考文獻	21
7.	修訂記錄	22

注意：

- 1、本說明書中的內容，隨著產品的改進，有可能不經過預告而更改。請客戶及時到本公司網站下載更新 <http://www.hycontek.com>。
- 2、本規格書中的圖形、應用電路等，因第三方工業所有權引發的問題，本公司不承擔其責任。
- 3、本產品在單獨應用的情況下，本公司保證它的性能、典型應用和功能符合說明書中的條件。當使用在客戶的產品或設備中，以上條件我們不作保證，建議客戶做充分的評估和測試。
- 4、請注意輸入電壓、輸出電壓、負載電流的使用條件，使 IC 內的功耗不超過封裝的容許功耗。對於客戶在超出說明書中規定額定值使用產品，即使是瞬間的使用，由此所造成的損失，本公司不承擔任何責任。
- 5、本產品雖內置防靜電保護電路，但請不要施加超過保護電路性能的過大靜電。
- 6、本規格書中的產品，未經書面許可，不可使用在要求高可靠性的電路中。例如健康醫療器械、防災器械、車輛器械、車載器械及航空器械等對人體產生影響的器械或裝置，不得作為其部件使用。
- 7、本公司一直致力於提高產品的品質和可靠度，但所有的半導體產品都有一定的失效概率，這些失效概率可能會導致一些人身事故、火災事故等。當設計產品時，請充分留意冗餘設計並採用安全指標，這樣可以避免事故的發生。
- 8、本規格書中內容，未經本公司許可，嚴禁用於其他目的之轉載或複製。

1. 內容簡介

本文將介紹以 HY16F198 搭配 Hall Sensor(WCS1800)進行交流電流數值量測，最大可量測電流範圍從 0.1A~17.68A。本文實驗數據從 0A~17.6A，比較使用電表 Agilent34401A 與 HY16F198 透過交流信號計算出在不同頻率 45Hz, 50Hz, 60Hz 之間所得到的交流電流最大誤差率可以控制在 3%以內。

2. 原理說明

2.1. 量測原理

透過 WCS1800 將感應到的交流電流轉變為輸出電壓(Vout)，而輸出電壓(Vout)組成成分是包含(Vac)交流電壓訊號和(Vdc)直流電壓訊號混和而成的訊號，使用 HY16F198 量測輸出電壓(Vout)訊號，並且透過演算法分析 ADC Count 數值，進而換算出相對感測到的交流電流負載。但需注意，透過 Hall Sensor(WCS1800)轉出每 1 安培(A)的輸出電壓最大誤差為正負 6mV，詳細的 Hall Sensor 特性規格表顯示在下一頁電器特性表。

Hall Sensor(WCS1800)因為本身的輸出電壓(Vout)帶有 Vac 交流電壓加上 Vdc 直流電壓混和成分，而 Vdc 的數值為 1/2 Vdd，因此，本文應用使用 HY16F198 設定 VDDA 電壓為 3V，並且於 ADC 暫存器內設定 ADC 輸入參考電壓放大倍數為 VREF*1/2(VREF=VRPS-VRNS)，如把暫存器做為此設定，可以準確的量測到輸入電壓最大範圍 1.5V。但是這樣的連接，就無法量測到 Hall Sensor 的 Vout 輸出電壓範圍，所以需要在外部增加兩個分壓電阻，在 ADC 的 AIO(0)與 VDDA 和 VSS 之間各串 10k 歐姆電阻做分壓，因此量測到的電壓數值再透過交流信號計算分析求出感應到的交流電流，並且由 LCD Display 做電流數值顯示。

2.2. Hall Sensor (WCS1800)

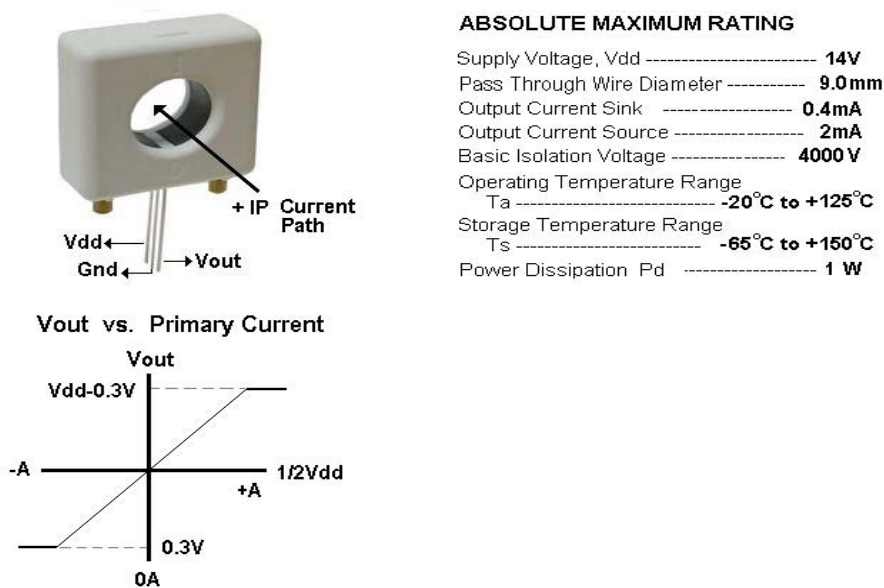


圖 1 Hall Sensor(WCS1800)

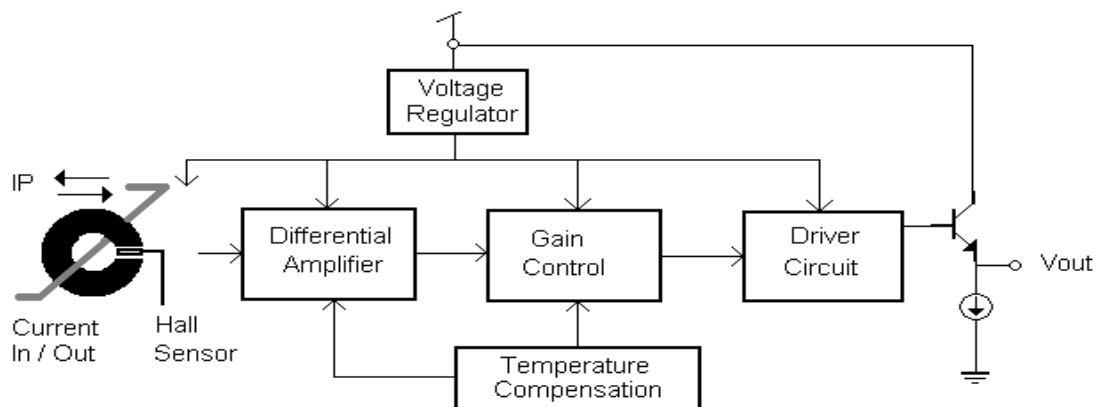


圖 2 Hall Sensor 應用方塊圖

Hall Sensor Electrical Characteristics: (T=+25°C, Vdd=5.0V)

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Units
Supply Voltage	Vdd	—	3.0	—	12	V
Supply Current	I _{supply}	I _P =0 A	—	3.5	6.0	mA
Zero Current V _{out}	V _{0G}	I _P =0 A, Vdd=5V	2.4	2.5	2.6	V
Conductor Through Hole			—	9.0	—	mm
Sensitivity	WCS1800	I _P = ± 10A	54	60	66	mV/A
Bandwidth	BW		—	23	—	kHz
Measurable Current Range	WCS1800	Vdd=5V (DC)	—	± 35	—	A
		Vdd=5V (AC RMS)	—	25	—	

2.3. 控制晶片

單片機簡介：HY16F 系列 32 位元高性能 Flash 單片機(HY16F198)

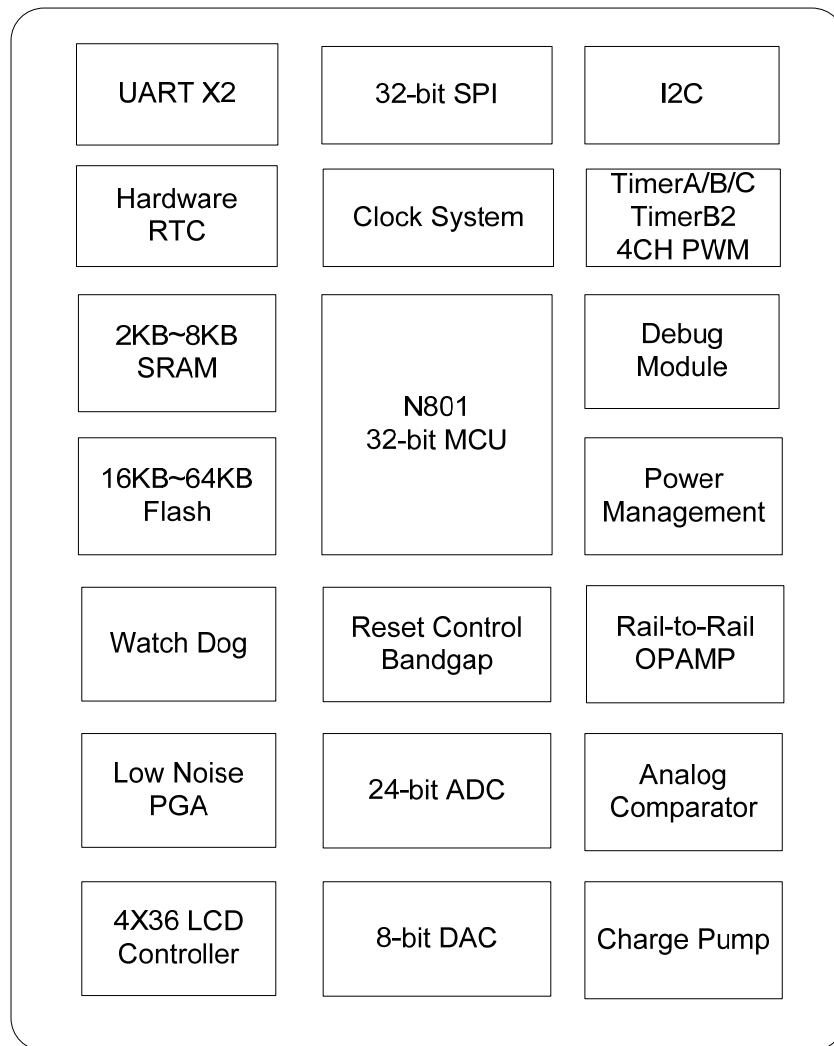


圖 3 紘康 HY16F 系列 32 位元高性能 Flash 單片機(HY16F198)

- (1) 採用最新 Andes 32 位元 CPU 核心 N801 處理器。
- (2) 電壓操作範圍 2.2~3.6V，以及 -40°C~85°C 工作溫度範圍。
- (3) 支援外部 20MHz 石英震盪器或內部 16MHz 高精度 RC 震盪器，擁有多種 CPU 工作時脈切換選擇，可讓使用者達到最佳省電規劃。
 - (3.1) 運行模式 350uA @ 2MHz/2
 - (3.2) 待機模式 10uA @ 32KHz/2
 - (3.3) 休眠模式 2.5uA
- (4) 程式記憶體 64KBytes Flash ROM
- (5) 資料記憶體 8KBytes SRAM。
- (6) 擁有 BOR and WDT 功能，可防止 CPU 死機。
- (7) 24-bit 高精準度 $\Sigma \Delta$ ADC 類比數位轉換器
 - (7.1) 內置 PGA (Programmable Gain Amplifier) 最高可達 128 倍放大。
 - (7.2) 內置溫度感測器。
- (8) 超低輸入雜訊運算放大器。
- (9) 16-bit Timer A
- (10) 16-bit Timer B 模組具 PWM 波形產生功能

- (11)16-bit Timer C 模組具 Capture/Compare 功能
- (12)硬體串列通訊 SPI 模組
- (13)硬體串列通訊 I2C 模組
- (14)硬體串列通訊 UART 模組
- (15)硬體 RTC 時鐘功能模組
- (16)硬體 Touch KEY 功能模組

3. 系統設計

3.1. 硬體說明

HY16F198 搭配 Hall Sensor 連接電路如下，AIO1 與 Hall Sensor 的 Vout 接，AIO0 透過 10k 電阻分壓電路連接在 VDDA 與 VSS 之間，這樣就可以量測到帶有 1/2VDDA 的交流電壓訊號。

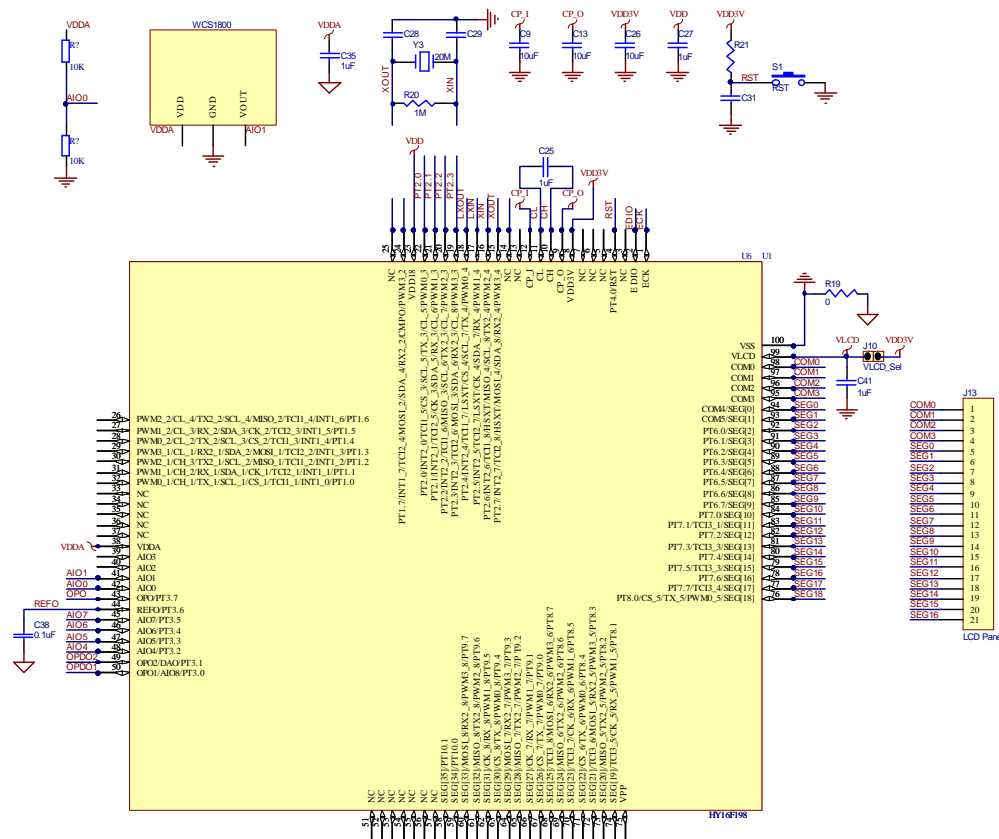


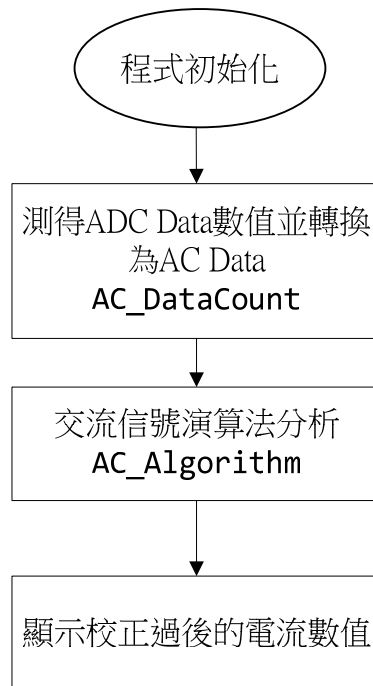
圖4 HY16F198與WCS1800 Hall Sensor 硬體線路連接圖

主要元件介紹

- (1)MCU：HY16F198，功能為量測電信號、控制、運算包含功能為儲存校正參數。
- (2)LCD Display：負責顯示量測出來的電流數值。
- (3)10K 歐姆分壓電路：主要做為分壓電路應用，可以量測到帶有 1/2VDDA 的交流電壓訊號。
- (4)Hall Sensor：將感應到的交流電流轉換為 Vac 加上 Vdc 的混合電壓輸出訊號。

3.2. 軟體說明

程式流程圖



函式使用說明：

1. void AC_DataCount(int index, int ADC_Data) : 把量測到的 ADC Data 轉換成 AC Data。
int index : 代表所量測到的 ADC Data 資料筆數。
int ADC_Data : 使用 HY16F198 ADC 所量測到的 ADC Data 數值。
2. long long AC_Algorithm(void) : AC Data 透過交流信號演算法計算出電流數值。

4. 實驗紀錄和結果

使用 Fluke5502A 當做交流電流輸出源給 Hell Sensor，比較使用 HY16F198 和 Agilent34401A 所量測到的 Vout，並且採取單點校正試算出電流數值，單點校正數值統一採用(60Hz/2000mA)時所得到的數值為校正參考點，並且分別比較量測在不同頻率 45Hz, 50Hz, 60Hz 時候，兩者之間的量測誤差率，所測得結果如下表(1)、表(2)、表(3)。

Agilent34401A 與 HY16F198 之間所試算出的電流數值最大誤差率可以在 3%以內。由實驗結果可以得知，使用 HY16F198 搭配 Hell Sensor 再搭配交流信號演算法，是可以做為不錯的交流電流數值量測應用。

頻率	參考標準源： 使用 Fluke5502A 輸出電流到 Hall Sensor (mA)	Agilent 34401A 試算出來的電流數值 (mA)	HY16F198+交流信號演算法試算出來的電流數值 (mA)	Agilent 34401A 與 HY16F198 之間的 Error rate (%)
45HZ	0	0	0	0
45HZ	400	428	435	1.60
45HZ	800	871	875	0.43
45HZ	1200	1314	1310	-0.32
45HZ	1600	1757	1748	-0.49
45HZ	2000	2199	2187	-0.54
45HZ	2400	2641	2622	-0.70
45HZ	2800	3081	3055	-0.86
45HZ	3200	3521	3490	-0.89
45HZ	3600	3960	3923	-0.94
45HZ	4000	4399	4355	-0.99
45HZ	4400	4836	4785	-1.06
45HZ	4800	5271	5216	-1.04
45HZ	5200	5704	5644	-1.06
45HZ	5600	6137	6074	-1.03
45HZ	6000	6570	6500	-1.06
45HZ	6400	7000	6928	-1.03
45HZ	6800	7429	7351	-1.05
45HZ	7200	7857	7776	-1.03
45HZ	7600	8287	8199	-1.07
45HZ	8000	8722	8620	-1.17
45HZ	8400	9159	9038	-1.32
45HZ	8800	9595	9452	-1.49
45HZ	9200	10027	9870	-1.57
45HZ	9600	10457	10280	-1.69

45HZ	10000	10883	10691	-1.76
45HZ	10400	11306	11102	-1.81
45HZ	10800	11727	11509	-1.86
45HZ	11200	12142	11909	-1.92
45HZ	11600	12553	12311	-1.93
45HZ	12000	12848	12719	-1.01
45HZ	12400	13251	13119	-0.99
45HZ	12800	13649	13516	-0.97
45HZ	13200	14046	13911	-0.96
45HZ	13600	14441	14301	-0.97
45HZ	14000	14834	14691	-0.96
45HZ	14400	15221	15077	-0.95
45HZ	14800	15606	15461	-0.93
45HZ	15200	15989	15838	-0.94
45HZ	15600	16368	16216	-0.93
45HZ	16000	16740	16590	-0.89
45HZ	16400	17118	16960	-0.92
45HZ	16800	17485	17324	-0.92
45HZ	17200	17856	17684	-0.96
45HZ	17600	18215	18039	-0.97

表(1) 45Hz

頻率	參考標準源： 使用 Fluke5502A 輸出 電流到 Hall Sensor (mA)	Agilent 34401A 試算出來的電流數值 (mA)	HY16F198+交流 信號演算法試算 出來的電流數值 (mA)	Agilent 34401A 與 HY16F198 之間的 Error rate (%)
50HZ	0	0	0	0
50HZ	400	415	417	0.52
50HZ	800	845	849	0.44
50HZ	1200	1275	1275	-0.03
50HZ	1600	1704	1696	-0.46
50HZ	2000	2133	2126	-0.32
50HZ	2400	2561	2547	-0.56
50HZ	2800	2988	2968	-0.68
50HZ	3200	3415	3388	-0.80
50HZ	3600	3841	3811	-0.78
50HZ	4000	4264	4230	-0.80

50HZ	4400	4689	4649	-0.86
50HZ	4800	5113	5064	-0.96
50HZ	5200	5533	5481	-0.94
50HZ	5600	5953	5896	-0.96
50HZ	6000	6373	6313	-0.95
50HZ	6400	6793	6724	-1.02
50HZ	6800	7209	7135	-1.02
50HZ	7200	7627	7545	-1.08
50HZ	7600	8052	7953	-1.23
50HZ	8000	8482	8363	-1.40
50HZ	8400	8910	8767	-1.60
50HZ	8800	9332	9171	-1.72
50HZ	9200	9756	9575	-1.86
50HZ	9600	10176	9979	-1.94
50HZ	10000	10594	10372	-2.09
50HZ	10400	11013	10771	-2.20
50HZ	10800	11425	11166	-2.27
50HZ	11200	11834	11559	-2.33
50HZ	11600	12230	11949	-2.30
50HZ	12000	12523	12346	-1.41
50HZ	12400	12909	12733	-1.36
50HZ	12800	13301	13119	-1.37
50HZ	13200	13689	13509	-1.31
50HZ	13600	14076	13890	-1.32
50HZ	14000	14461	14268	-1.33
50HZ	14400	14843	14639	-1.38
50HZ	14800	15222	15017	-1.35
50HZ	15200	15600	15383	-1.39
50HZ	15600	15973	15750	-1.40
50HZ	16000	16344	16114	-1.41
50HZ	16400	16709	16474	-1.40
50HZ	16800	17073	16833	-1.40
50HZ	17200	17433	17187	-1.41
50HZ	17600	17792	17537	-1.43

表(2) 50Hz

頻率	參考標準源： 使用 Fluke5502A 輸出 電流到 Hall Sensor (mA)	Agilent 34401A 試算出來的電流數值 (mA)	HY16F198+交流 信號演算法試算 出來的電流數值 (mA)	Agilent 34401A 與 HY16F198 之間的 Error rate (%)
60HZ	0	0	0	0
60HZ	400	390	384	-1.48
60HZ	800	790	800	1.31
60HZ	1200	1199	1202	0.22
60HZ	1600	1597	1599	0.14
60HZ	2000	2000	2000	0.00
60HZ	2400	2402	2400	-0.09
60HZ	2800	2804	2802	-0.06
60HZ	3200	3205	3199	-0.17
60HZ	3600	3605	3592	-0.37
60HZ	4000	4004	3986	-0.44
60HZ	4400	4403	4374	-0.65
60HZ	4800	4795	4764	-0.65
60HZ	5200	5193	5159	-0.66
60HZ	5600	5591	5549	-0.75
60HZ	6000	5980	5939	-0.69
60HZ	6400	6377	6325	-0.81
60HZ	6800	6767	6715	-0.77
60HZ	7200	7158	7102	-0.79
60HZ	7600	7553	7488	-0.86
60HZ	8000	7948	7870	-0.98
60HZ	8400	8366	8256	-1.31
60HZ	8800	8760	8636	-1.41
60HZ	9200	9165	9019	-1.59
60HZ	9600	9556	9395	-1.69
60HZ	10000	9957	9772	-1.86
60HZ	10400	10349	10150	-1.93
60HZ	10800	10754	10523	-2.15
60HZ	11200	11144	10896	-2.23
60HZ	11600	11539	11265	-2.37
60HZ	12000	11759	11637	-1.03
60HZ	12400	12136	12005	-1.08
60HZ	12800	12490	12369	-0.97

60HZ	13200	12877	12736	-1.09
60HZ	13600	13236	13095	-1.06
60HZ	14000	13591	13457	-0.99
60HZ	14400	13968	13795	-1.24
60HZ	14800	14320	14149	-1.20
60HZ	15200	14676	14502	-1.19
60HZ	15600	15029	14849	-1.20
60HZ	16000	15387	15199	-1.22
60HZ	16400	15728	15545	-1.16
60HZ	16800	16068	15878	-1.18
60HZ	17200	16406	16214	-1.17
60HZ	17600	16750	16547	-1.21

表(3) 60HZ

5. Demo Code 及相關檔案

```
/*-----*/
/* Includes                                     */
/*-----*/

#include "HY16F198.h"
#include "DrvADC.h"
#include "DrvClock.h"
#include "DrvGPIO.h"
#include "DrvLCD.h"
#include "DrvPMU.h"
#include "ModuleID.h"
#include "Sysinfra.h"
#include "System.h"
#include "Display.h"
#include "my define.h"
#include "stdlib.h"
#include "hyprintf.h"
#include "ctype.h"
#include "DrvUART.h"
#include "ACFunction.h"

/*-----*/
/* STRUCTURES                                 */
/*-----*/

typedef union _MCUSTATUS
{
    char _byte;
    struct
    {
        unsigned b_ADCdone:1;
        unsigned b_TMAdone:1;
        unsigned b_TMBdone:1;
        unsigned b_TMC0done:1;
        unsigned b_TMC1done:1;
        unsigned b_RTCdone:1;
        unsigned b_UART_TxDone:1;
        unsigned b_UART_RxDone:1;
    };
} MCUSTATUS;
```



```
/*-----*/
/* DEFINITIONS */
/*-----*/

/*-----*/
/* Global CONSTANTS */
/*-----*/
MCUSTATUS MCUSTATUSbits;
int Count;

/*-----*/
/* Function PROTOTYPES */
/*-----*/
void InitalADC(void);
void Delay(unsigned int num);

/*-----*/
/* MAIN function */
/*-----*/
int main(void)
{
    long long AC_Value;

    DisplayInit();
    ClearLCDframe();
    Delay(10000);
    DisplayHYcon();
    Delay(1000);
    MCUSTATUSbits._byte = 0;
    Count=0;
    InitalADC();
    SYS_EnableGIE(7,0x1FF); //Enable GIE(Global Interrupt)

    while(1)
    {
        if(MCUSTATUSbits.b_ADCdone) //b_ADCdone=1 execute below
        {
            MCUSTATUSbits.b_ADCdone=0;
            AC_Value = AC_Algorithm(); // To do AC algorithm and to show current value
        }
    }
}
```

```
    AC_Value=AC_Value/0.5770; // Using 60HZ gain value, calibrate at 2000mA
    LCD_DATA_DISPLAY(AC_Value); //Display AC Value
    Count=0;
    DrvADC_CombFilter(0);
    DrvADC_ClearIntFlag();
    DrvADC_EnableInt();
    DrvADC_CombFilter(1);
}
}
return 0;
}

/*-----*/
/* ADC Interrupt Subroutines */
/*-----*/
void HW2_ISR(void)
{
    int ADCData;

    if(DrvADC_ReadIntFlag())
    {
        DrvADC_ClearIntFlag();
        ADCData=DrvADC_GetConversionData();
        AC_DataCount(Count++,ADCData); // AC Algorithm : to get ADCData
        if(Count>=AC_DataLen) //to do 4096 times
        {
            DrvADC_DisableInt();
            MCUSTATUSbits.b_ADCdone=1;
        }
    }
}

/*-----*/
/* ADC Initialization Subroutines */
/*-----*/
void InitalADC(void)
{
    //Set ADC input pin
    DrvADC_SetADCInputChannel(ADC_Input_AI01,ADC_Input_AI00); //Set the ADC
    positive/negative input voltage source.
}
```

```

    DrvADC_InputSwitch(OPEN);           //ADC signal input (positive and negative)
short(VISHR) control.
    DrvADC_RefInputShort(OPEN);        //Set the ADC reference input (positive and
negative) short(VRSR) control.

    DrvADC_Gain(ADC_PGA_Disable,ADC_PGA_Disable); //Input signal gain for modulator.
    DrvADC_DCOffset(0);                 //DC offset input voltage selection
(VREF=REFP-REFN)
    DrvADC_RefVoltage(VDDA,VSSA); //Set the ADC reference voltage.
    DrvADC_FullRefRange(1);             //Set the ADC full reference range select.
                                         //0: Full reference range input
                                         //1: 1/2 reference range input

    DrvADC_OSR(10);                     //10 : OSR=32
    DrvADC_CombFilter(ENABLE);          //Enable OSR
    DrvADC_ClkEnable(0,1);              //Setting ADC CLOCK ADCK=HS_CK/6 & Rising edge is high

//Set VDDA voltage
    DrvPMU_VDDA_LDO_Ctrl(E_VDD3V);
    DrvPMU_BandgapEnable();
    DrvPMU_REFO_Enable();
    DrvPMU_AnalogGround(ENABLE); //ADC analog ground source selection.
                                         //1 : Enable buffer and use internal source(need to work with
ADC)
//Set ADC interrupt
    DrvADC_EnableInt();
    DrvADC_ClearIntFlag();
    DrvADC_Enable();
}

/*-----*/
/* Software Delay Subroutines */
/*-----*/
void Delay(unsigned int num)
{
    for(;num>0;num--)
        asm("NOP");
}

/*-----*/
/* End Of File */

```

/*-----*/



CurrentMeterV11.rar

6. 參考文獻

- [1] <http://www.winson.com.tw/Data%20Sheet/WCS1800.pdf>, WCS1800 Hall Sensor Datasheet
- [2] http://www.hycontek.com/attachments/MSP/DS-HY16F198_TC.pdf, 紘康科技 HY16F198 Datasheet.
- [3] http://www.hycontek.com/attachments/MSP/UG-HY16F198_TC.pdf, 紘康科技 HY16F198 User Guide.

7. 修訂記錄

以下描述本文件差異較大的地方，而標點符號與字形的改變不在此描述範圍。

日期	文件版次	頁次	摘要
2014/11/25	V01	All	1.初版發行