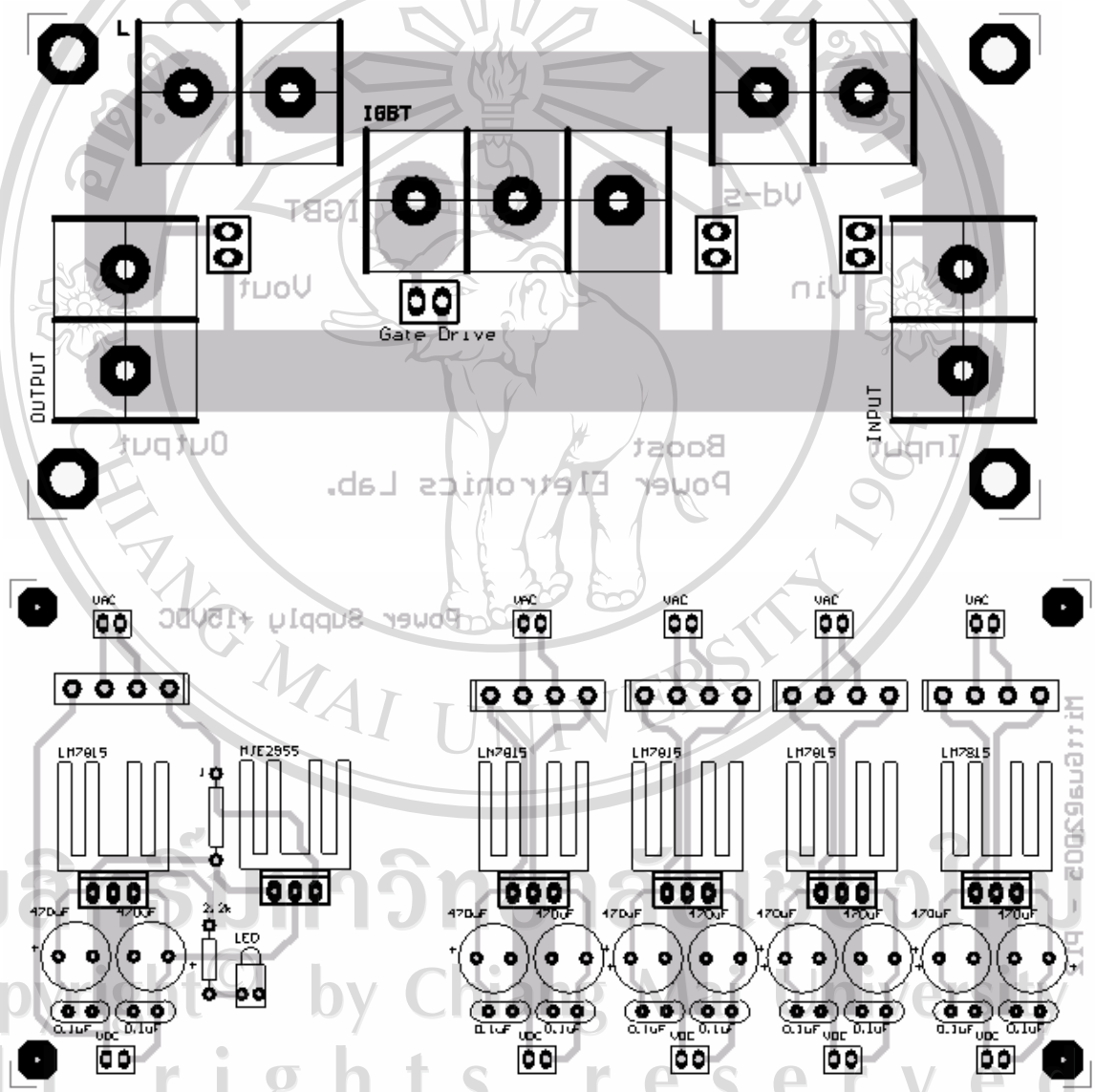
ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

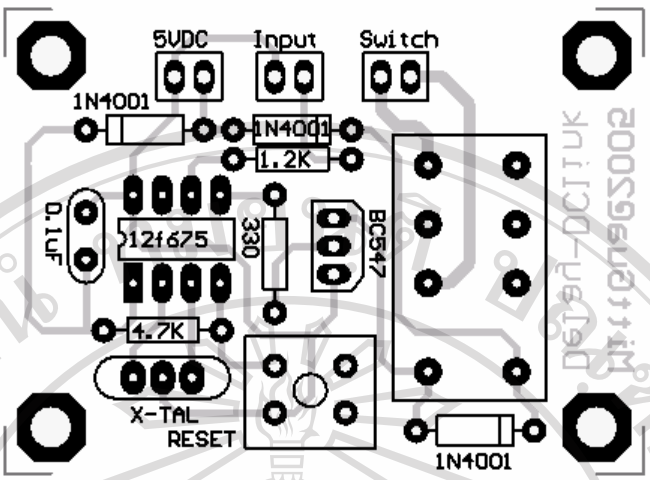
วงจรกำลัง

วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์



รูปที่ ก.1 ลายวงจรแผ่น PCB ของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ก.2 วงจรหน่วงเวลาแรงดันเชื่อมโยงไฟตรง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

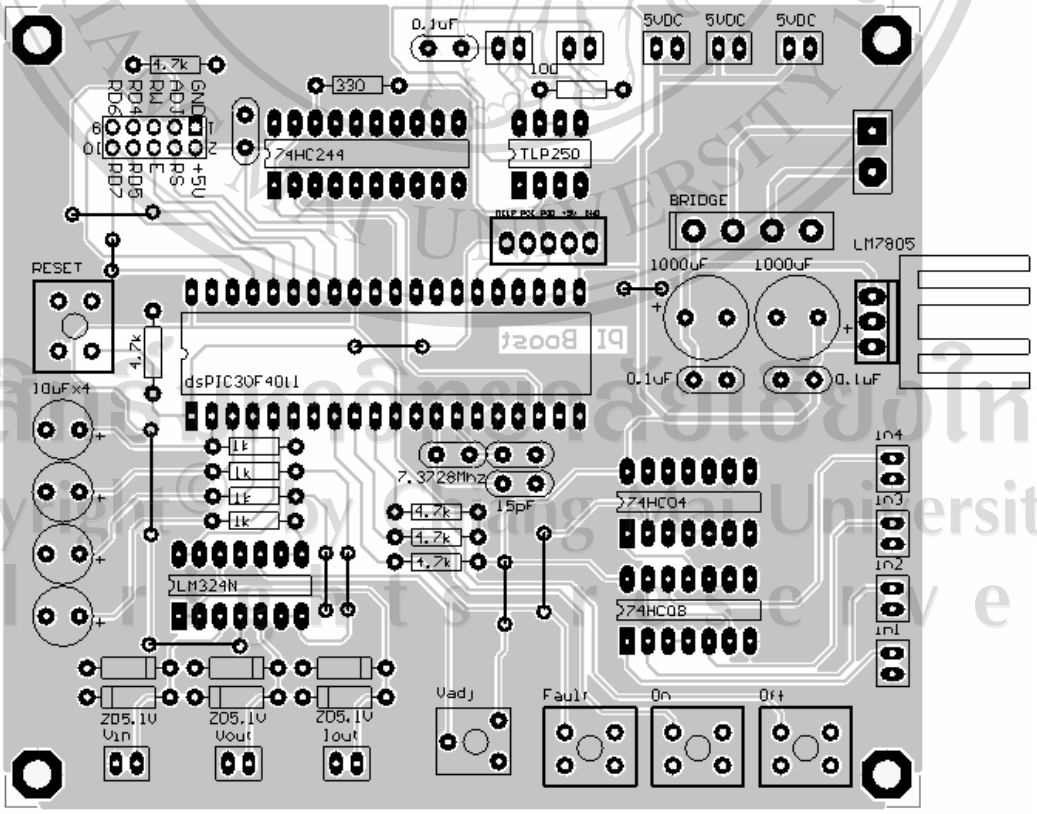
ภาคผนวก ข

ส่วนควบคุม

ส่วนของวงจรควบคุมการสวิตช์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์

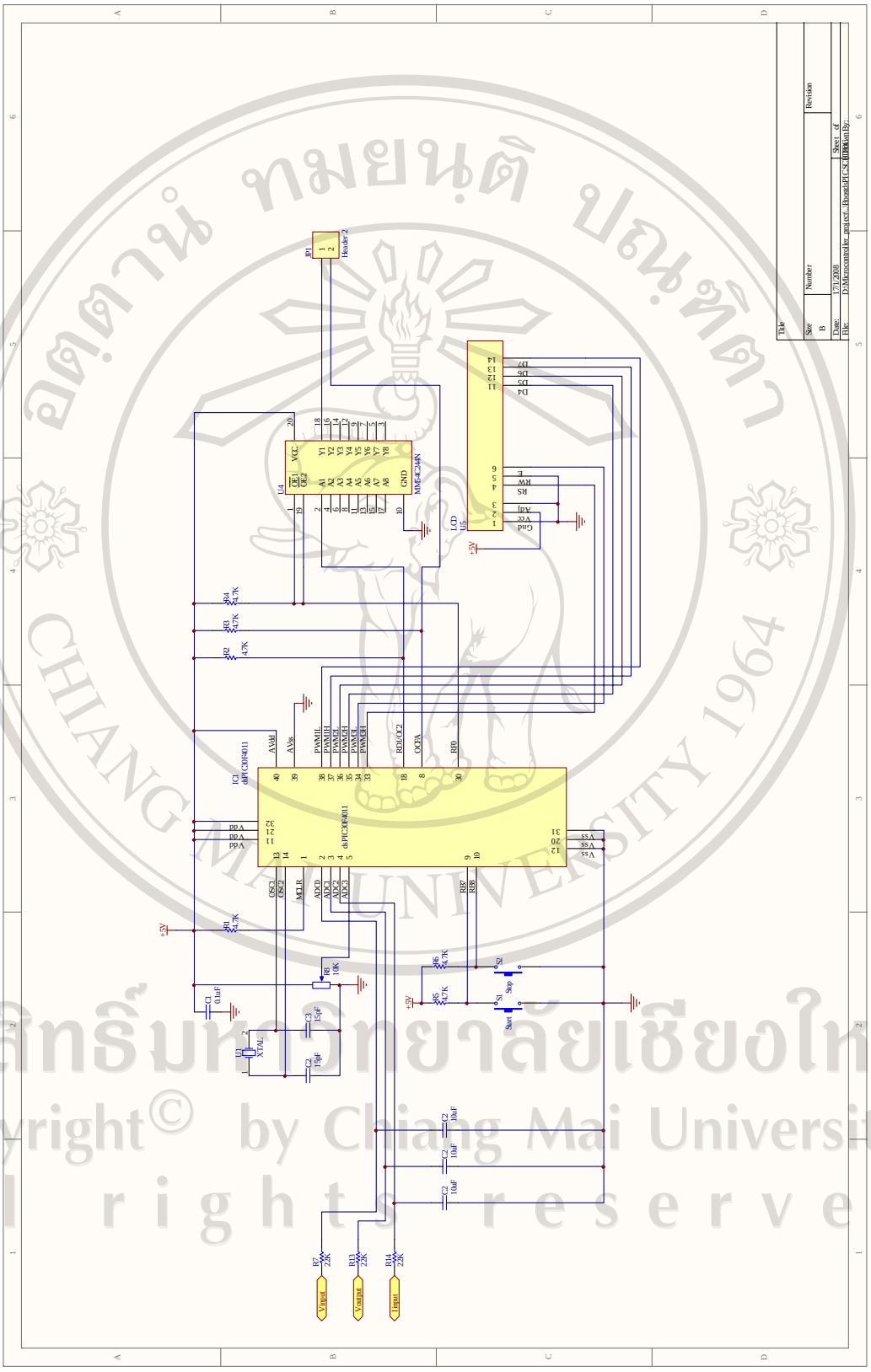
คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F4011

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ CPU แบบ RISC
- ความเร็วในการทำงาน 30 MIPS
- มีชุดการประมวลผลแบบ DSP
- ชุดคำสั่ง 24 บิต สามารถประมวลผลข้อมูลได้ 16 บิต
- สามารถทำการคูณเลข 16 บิตได้ภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ไซเคิล
- มีวงจรเฟตข้อมูลคู่ ทำให้สามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว
- มีวงจร A/D ความละเอียด 10 บิต 9 ช่อง 500 Ksps
- มี PWM สำหรับควบคุมมอเตอร์ 6 ช่อง และมีวงจร Dead Time ภายในตัว
- มี Interrupt เพื่อให้หยุดการทำงานของ PWM ในกรณีเกิดความผิดพลาดจากระบบวงจรควบคุม



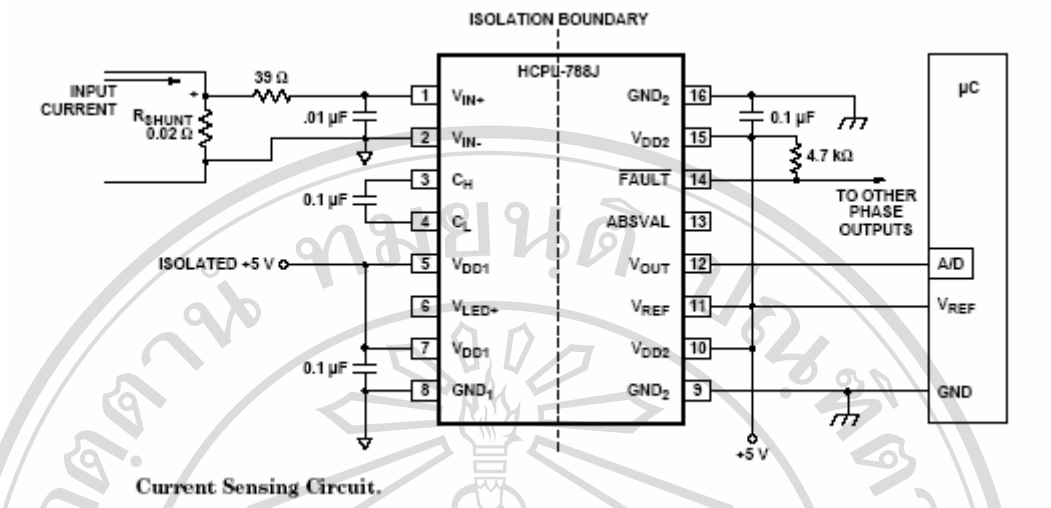
รูปที่ ข.1 วงจรควบคุมการทำงานบูสต์อนเวอร์เตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

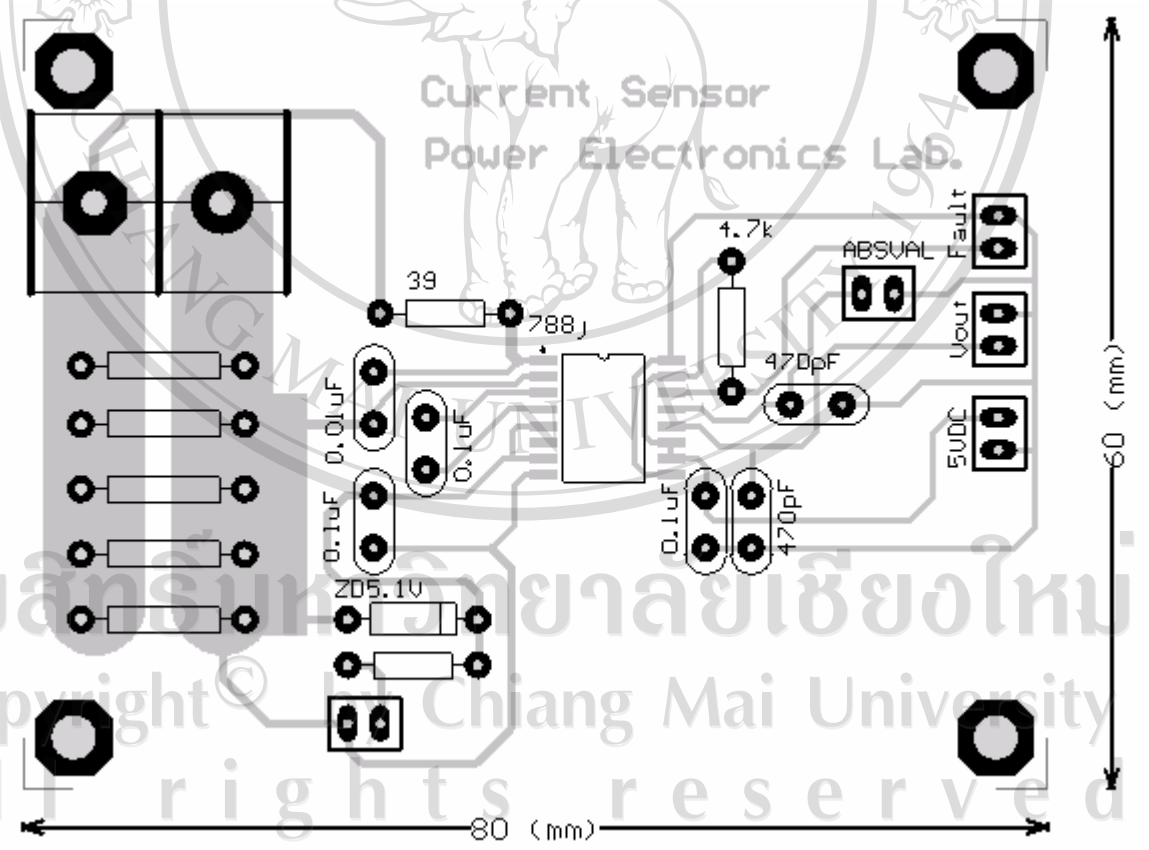


รูปที่ ข.2 วงจรควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

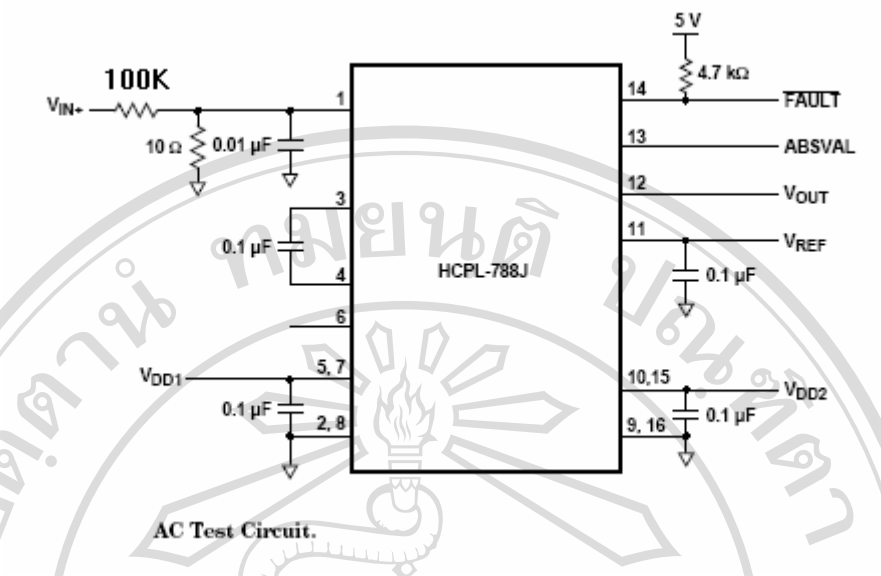


รูปที่ ข.3 วงจรตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ HCPL-788J เป็นตัวตรวจวัด

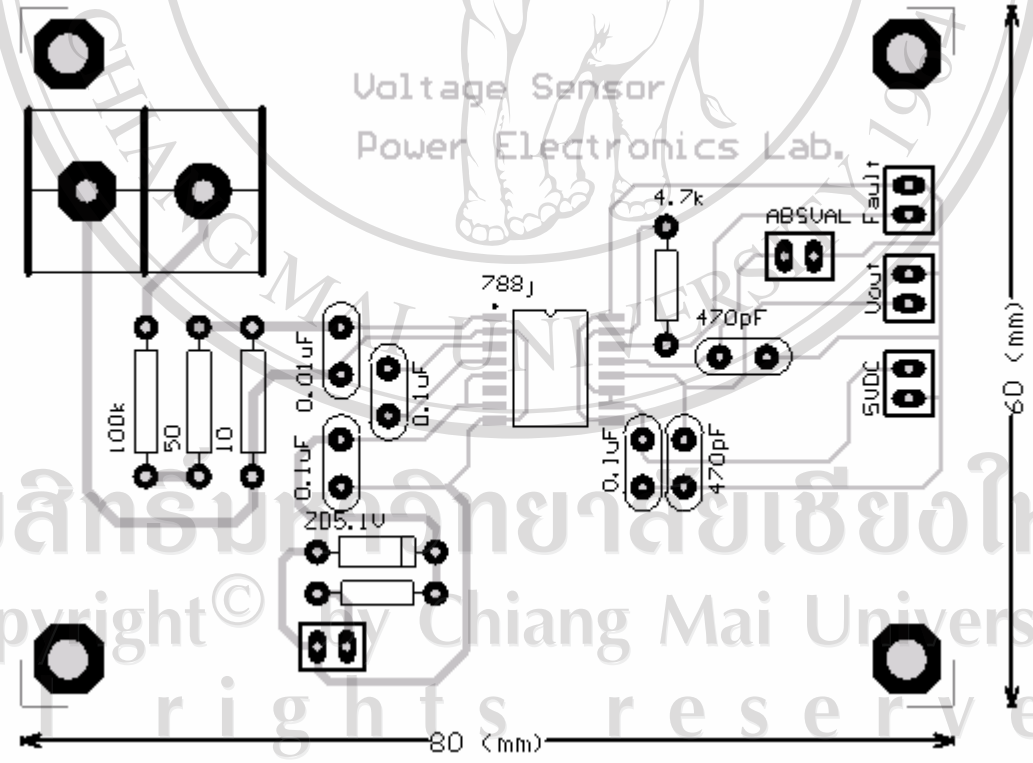


รูปที่ ข.4 ลายวงจร PCB ตรวจวัดกระแสไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ข.5 วงจรตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ HCPL-788J เป็นตัวตรวจวัด



รูปที่ ข.6 ลายวงจรPCB ตรวจวัดแรงดันไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ค

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

```
#include "p30f4011.h"
#include <ports.h>                                  //  Module function for Interrupt configuration
port
#include "lcd30f4011_driver.h"

//-----------------------------------------------------------------------

_FOSC(CSW_FSCM_OFF & XT_PLL4);
_FWDT(WDT_OFF & WDTPSA_512 & WDTPSB_1); // 1sec wdog timeout (WDT Period = 2ms*WDTPSA*WDTPSB)
_FBORPOR(PBOR_OFF & BORV_45 & PWRT_64 & MCLR_EN);
_FGS(CODE_PROT_OFF);

//-----------------------------------------------------------------------

float  Result,Iout,Vout,Vin,Vref,Multiply=0.309,min=0.0,max=1024.0,Intermediate_Result;
float  ek,yk,T,Ti,kp,b,pk,pk_1,wk,K,Limit;

static unsigned char str_buf[30];
unsigned int duty,count,interval=5;
char Fault;

#define    PWM_OUTPUT LATFbits.LATF0
#define    DISABLE_FIRING PWM_OUTPUT=1
#define    ENABLE_FIRING  PWM_OUTPUT=0

#define    BUTTON1 PORTBbits.RB7
#define    BUTTON2 PORTBbits.RB8

#define    ADC_Vref3
#define    ADC_Vin  2
#define    ADC_Vout          1
#define    ADC_Iout 0
//-----------------------------------------------------------------------

void _ISR _T1Interrupt(void)
{
 if(--count==0){
        if(Fault==1){
          DISABLE_FIRING;
        }else{
          ENABLE_FIRING;
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
                                ek = Vref-Vout;
                                wk = kp*ek;
                                pk = b*ek+pk_1;
                                yk = wk+pk;
                                yk = yk*2456/1024;
                                if(yk>1719.0)
                                        yk=1719.0;
                                if(yk<0.0)
                                        yk=0.0;

                                pk_1=pk;
            OC2RS = (int)yk;
        }
            count = interval;
    }
            IFS0bits.T1IF = 0;
}

//-----------------------------------------------------------------------

void _ISR _OC2Interrupt(void)
{
            IFS0bits.OC2IF = 0;
            DISABLE_FIRING;
            Fault = 1;
}

//-----------------------------------------------------------------------

void System_init()
{
    TRISE = 0x0010;
            TRISBbits.TRISB6 = 1;
    TRISFbits.TRISF0 = 0;
    TRISFbits.TRISF1 = 0;
    TRISDbits.TRISD3 = 1;

// ADC Configuration
            ADCON1 = 0;
            ADCON2 = 0;
            ADCON3 = 0;
            ADPCFG = 0xFFF0;
            ADCSSL = 0x000F;
            ADCON1bits.ADON = 1;

// T1 & Output Compare PWM Configuration
    IPC0   = 0x1000; // T1 Priority 1
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
   IPC1   = 0x0050;  // OC2 Priority 5
   IEC0   = 0x0028;  // Enable Interrupts OC2, T1
            OC2RS  = 10;                    // Configuration value for OC1RS Register(Duty cycle count)
            PR2    = 2456 ;                 // Configuration Period for PWM Mode
   PR1    = 737;                  // Interrupts every 1 7372/7372800 ms
            OC2CON = 0x0007;
            T2CON  = 0x8000;  // Start timer 2
   T1CON  = 0x8030;
}

//---------------------------------------------------------------------

int ReadADC(unsigned int channel)
{
            int Delay;
                        if(channel > 0x000F) return(0);
                                    ADCHS = channel;
                                    ADCON1bits.SAMP = 1;
                        for(Delay = 0; Delay < 50; Delay++);
                                    IFS0bits.ADIF = 0;
                                    ADCON1bits.SAMP = 0;
                                    while(!IFS0bits.ADIF);
            return(ADCBUF0);
}

//---------------------------------------------------------------------

int ADCFilter(int ADC_CH){
 int i; float ADCFiltered[10];
  for(i=0;i<10;i++){
              ADCFiltered[i]=ReadADC(ADC_CH);
  }
            ADCFiltered[10] =
((ADCFiltered[0]+ADCFiltered[1]+ADCFiltered[2]+ADCFiltered[3]+ADCFiltered[4]+ADCFiltered[5]+ADCFiltered[6]+A
DCFiltered[7]+ADCFiltered[8]+ADCFiltered[9])/10.0);
            return(ADCFiltered[10]);
}
//---------------------------------------------------------------------

int main(void){
// Initial System
   Fault = 0;
   DISABLE_FIRING;
   System_init();
   count = interval;

// Setting Value PI Zeigler-Nichols Tuning
```

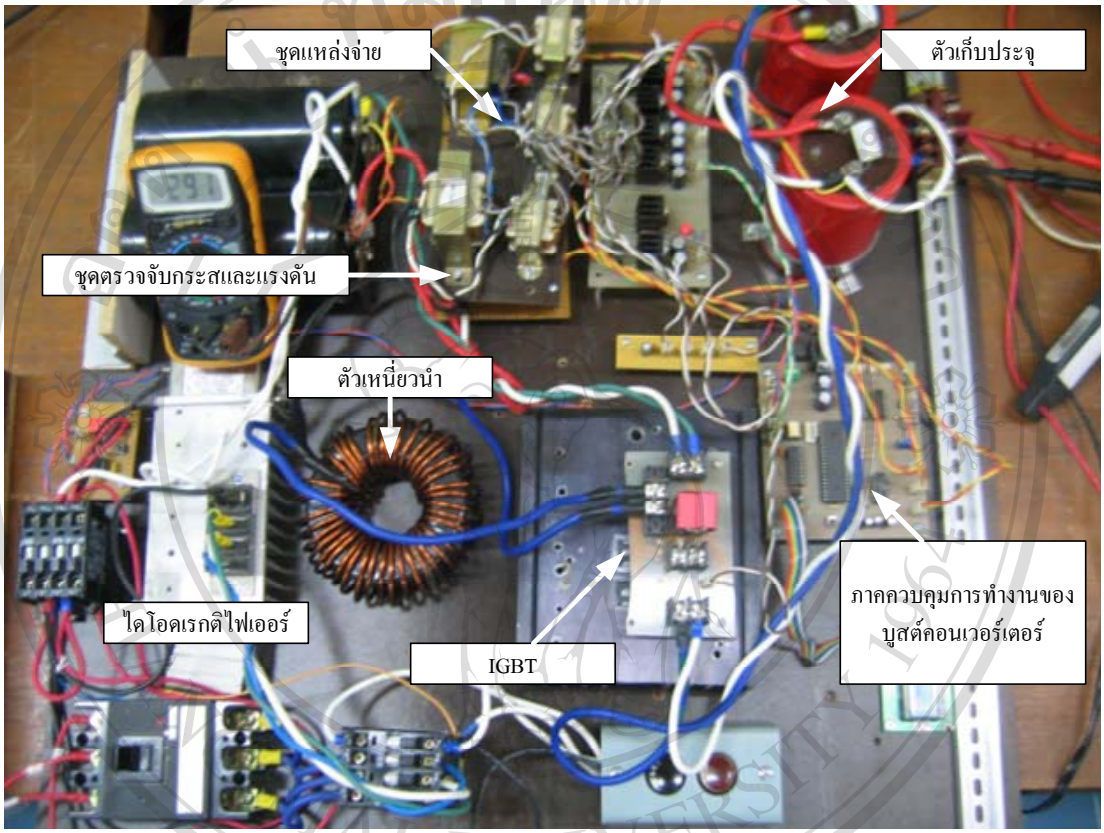
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

```
  kp=0.59; Ti=0.001; pk=0.0; pk_1=0.0; T=0.001;
  b = kp*T/Ti;

  LCD_Init();
    delay_ms(10);
  lcd_gotoxy(1,1);
  out_lcd(sprintf(str_buf,"Initial.....      "));

// Delay DC Softstart
  delay_ms(3000);
while(1){

// Test Fault
      if(!BUTTON1){
          Fault = 0;
                                OC2CON = 0x0007;
      T1CON  = 0x8030;
    }
// Read Data from Sensors
                                Vref = ADCFilter(ADC_Vref);
                                Vin  = ADCFilter(ADC_Vin);
                                Vout = ADCFilter(ADC_Vout);
                                Iout = ADCFilter(ADC_Iout);
// If Over Voltage and Short Circuit Fault=1
        if(!Fault){
          ENABLE_FIRING;
                                lcd_gotoxy(1,1);
                                out_lcd(sprintf(str_buf,"%2.0f e%2.0f d%2.0f
",Vref/Multiply,ek/Multiply,(float)(yk/24.56)));
                                lcd_gotoxy(1,2);
                                out_lcd(sprintf(str_buf,"%2.0f %2.0f %2.3f
",Vin/Multiply,Vout/Multiply,(Iout/60.773)));
        }else{
          DISABLE_FIRING;
                                lcd_gotoxy(1,1);
                                out_lcd(sprintf(str_buf,"Fault Detected!      "));
                                lcd_gotoxy(1,2);
                                out_lcd(sprintf(str_buf,"Check System<B1>     "));
      }
    }
}
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

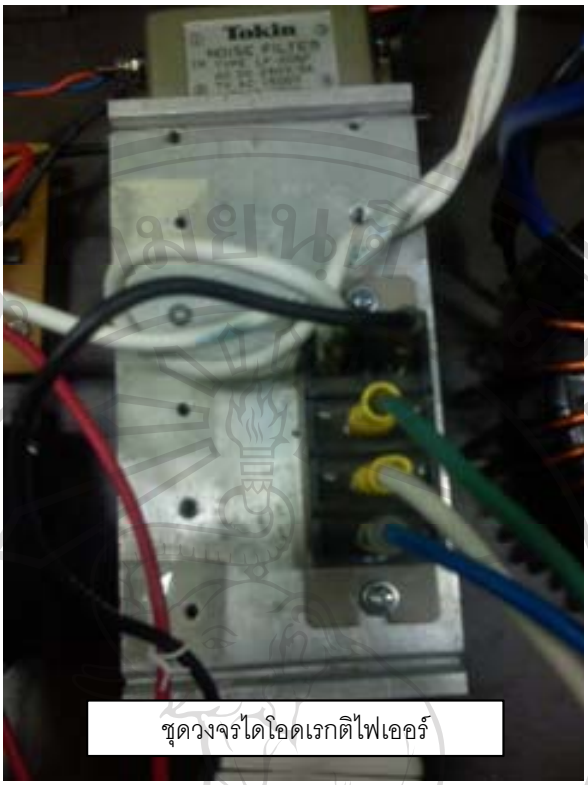
ภาคผนวก ง

เครื่องบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่ได้ออกแบบสร้าง



รูปที่ ง.1 แสดงชุดวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์ที่ออกแบบสร้าง

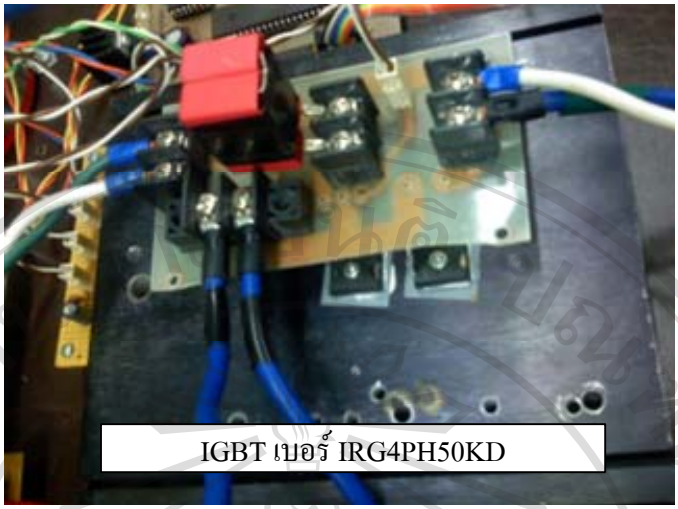
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ง.2 ชุดวงจรไดโอดเรกติไฟเออร์

รูปที่ ง.3 ตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

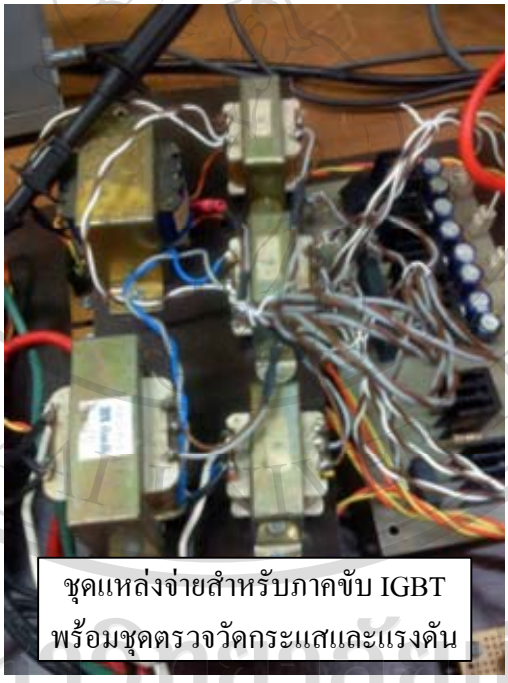


รูปที่ ง.4 IGBT ที่ใช้ในวงจร

รูปที่ ง.5 ภาคควบคุมการทำงานของบูสต์คอนเวอร์เตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ ง.6 ตัวเหนี่ยวนำที่ใช้ในของบูสต์คอนเวอร์เตอร์



รูปที่ ง.7 ชุดแหล่งจ่ายสำหรับภาคขับ IGBT พร้อมชุดตรวจวัดกระแสและแรงดัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายมนตรี เงาเดช
วันเดือนปีเกิด	8 สิงหาคม พ.ศ. 2516
ประวัติการศึกษา	2541 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า-ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ
	2537 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ
	2535 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศวิชาชีพช่างไฟฟ้า จากวิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	2549 พนักงานราชการ ตำแหน่ง อาจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงใหม่
	2540 ผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า บริษัท อินสไพเรชั่น-อิเล็กทริคคอล จำกัด
	2539 ผู้ช่วยวิศวกรไฟฟ้า บริษัท วีเดค จำกัด
บทความ	มนตรี, สุทธิชัย, โกศล, วรจักร์."การชดเชยแรงดันตกชั่วขณะของระบบขับแบบปรับความเร็วได้โดยใช้บูสต์คอนเวอร์เตอร์" วิศวกรรมล้านนา ครั้งที่ 1.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved