



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA
UNIDADE DE FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO EDUCACIONAL DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS ELETRÔNICOS
CONVERSORES ESTÁTICOS**

**PROJETO DE CONVERSOR CA-CA
CHAVE DE PARTIDA**

**ANA CARLA SANTOS
DANIEL DEZAN
EVERSON OSVANIR DA SILVA
LUIS GARCIA
MANOELA VIEIRA**

**FLORIANÓPOLIS
DEZEMBRO DE 2008**

OBJETIVOS

Este relatório, da disciplina de Conversores Estáticos, do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos, discorre acerca de um projeto de um conversor CA-CA controlado por um microcontrolador.

Com o objetivo de controlar a partida de uma carga CA, este relatório busca unir os conhecimentos adquiridos em aulas teóricas com a prática.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 CARACTERÍSTICAS DO MICROCONTROLADOR	6
3 PROGRAMAÇÃO DO FIRMWARE DA CHAVE DE PARTIDA	8
3.1 Descrição do código.....	9
4 CIRCUITO DE POTÊNCIA.....	15
5 RESULTADOS OBTIDOS	17
6 CONCLUSÃO	21
ANEXOS	22
ANEXO A- Folhas de dados do MOC	23
ANEXO B - Folhas de dados do TRIAC	26
BIBLIOGRAFIA	31

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Encapsulamento PDIP do microcontrolador ATMEGA8.	7
FIGURA 2 – Fluxograma do firmware do microcontrolador.	8
FIGURA 3 - Circuito de potência.	15
FIGURA 4 - Layout do circuito de potência.....	15
FIGURA 5 – Foto da placa de circuito impresso com os componentes incluídos.	16
FIGURA 6 – Foto dos ensaios em bancada com a chave de partida microcontrolado montada em matriz de contatos.	17
FIGURA 7 – Aquisições do comportamento do sinal de controle do microcontrolador em relação ao sinal da rede elétrica.....	18
FIGURA 8 – Aquisições do comportamento do sinal da rede em relação ao sinal da carga.	19
FIGURA 9 – Foto dos ensaios em bancada com a chave de partida microcontrolado montada em placa de circuito impresso.	20

1 INTRODUÇÃO

Este relatório faz parte da disciplina de Conversores Estáticos, do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Eletrônicos.

O circuito proposto em aula deve conter:

- Estágio de potência.
- Estágio de comando microcontrolado.
- Fonte de alimentação auxiliar.
- Software embarcado em microcontrolador.

O projeto proposto neste relatório visa desenvolver um sistema de acionamento por um tempo de partida progressiva para uma carga CA, utilizando um microcontrolador que captura o sinal retificado da rede elétrica para gerar o controle do ângulo de disparo de um TRIAC. Com isso, a carga CA é alimentada gradativamente até que ela esteja trabalhando com energia plena.

2 CARACTERÍSTICAS DO MICROCONTROLADOR

O microcontrolador escolhido para este projeto foi definido a partir do preço e da existência de um conversor A/D próprio. Desta forma, foi utilizado microcontrolador da família AVR de 8 bits, o ATMEGA8, do fabricante ATMEL. Este microcontrolador possui encapsulamento PDIP, mostrado na Figura 1, possui 28 pinos, sendo que 23 destes são linhas de E/S. O Atmega8 é encontrado, ainda, em encapsulamentos TQFP e MFL de 32 pinos. Possui arquitetura RISC avançada com velocidade de 16MIPS a 16MHz de *clock* máximo. Possui os seguintes periféricos:

- Memória de programa FLASH In-system de 8KB.
- Memória EEPROM DE 512 bytes.
- Memória SRAM interna de 1KB.
- Dois *timers*/contadores de 8 bits com *prescaler* separado e modo de comparação.
- Um timer/contador de 16 bits com *prescaler* separado, modo de comparação e modo captura.
- Contador em tempo real com oscilador separado.
- Seis canais de PWM.
- Seis canais de ADC multiplexado de resolução de 10Bits.
- Interface serial USART.
- Interface serial SPI mestre/escravo.
- Interface serial 2-fios byte-orientado (Compatível com Philips I2C)
- *Watchdog* Timer.
- Comparador Analógico.
- Interrupção por pino.
- 23 pinos de I/O.

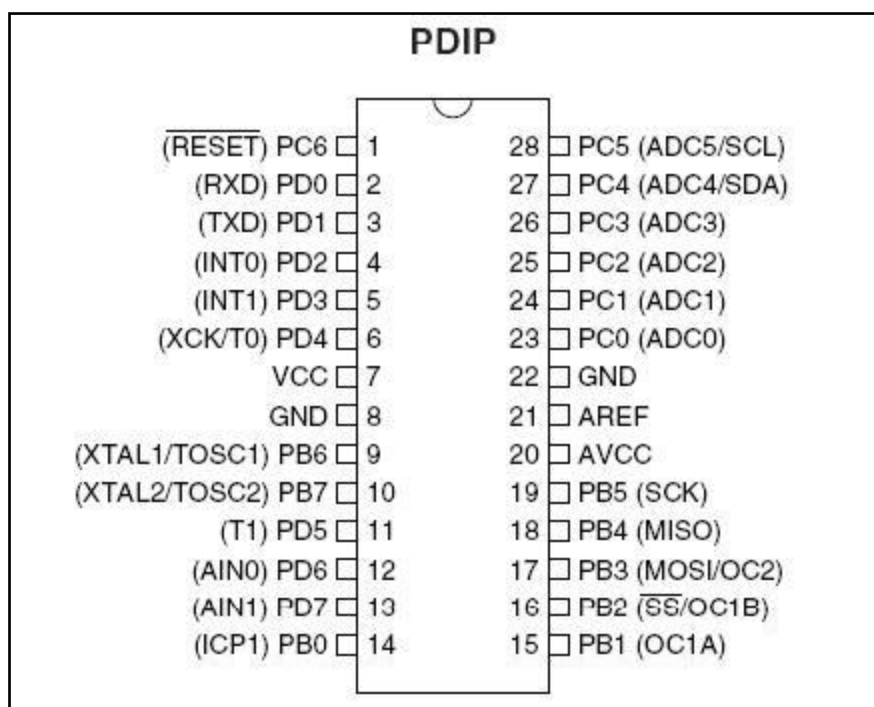


FIGURA 1 – Encapsulamento PDIP do microcontrolador ATMEGA8.

Para maiores informações deste componente deve-se consultar a folha de dados do mesmo.

3 PROGRAMAÇÃO DO FIRMWARE DA CHAVE DE PARTIDA

Na Fig. 2 é apresentado o diagrama de blocos que exemplifica a etapa de funcionamento do firmware que controla o TRIAC para o acionamento de uma carga CA.

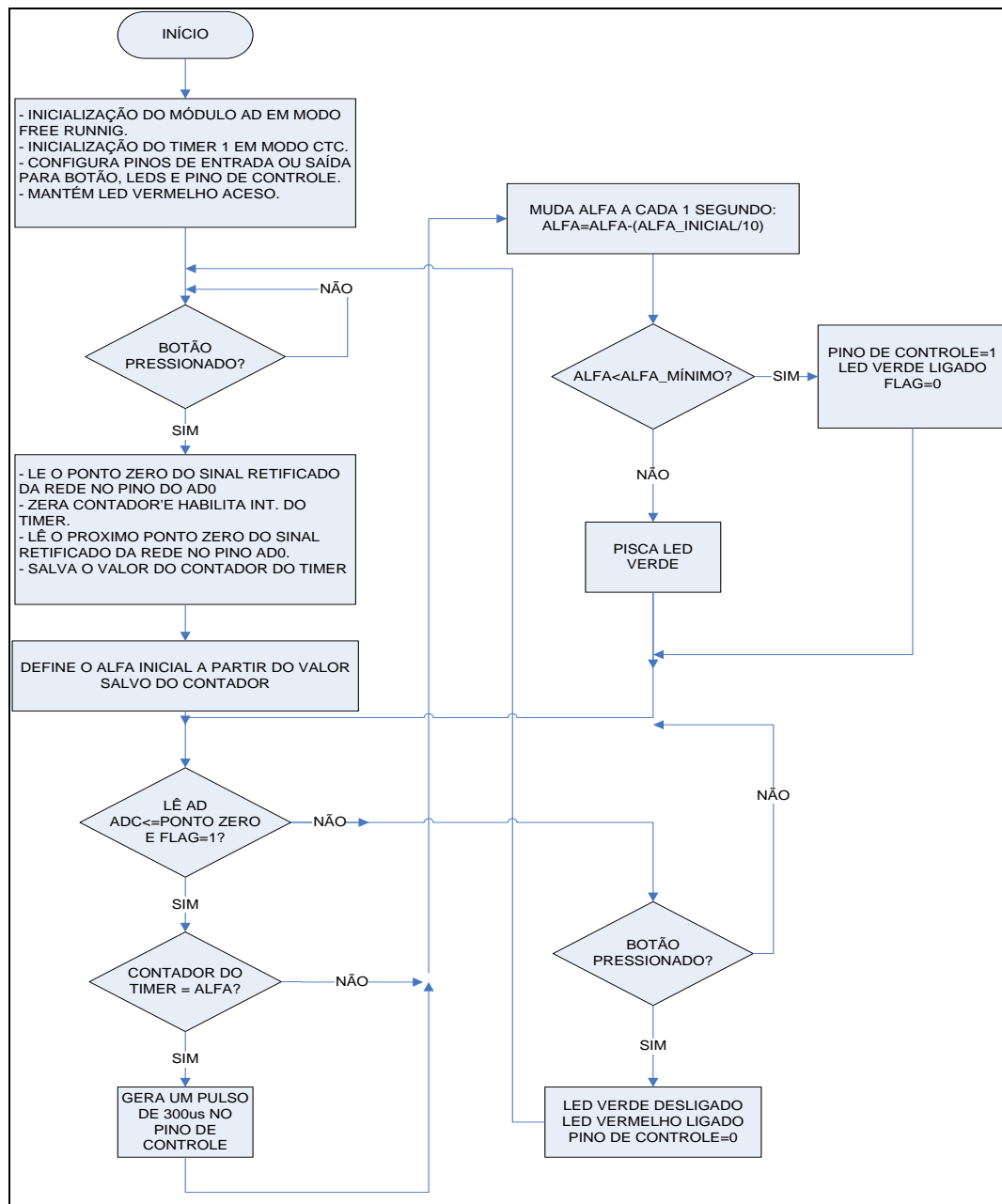


FIGURA 2 – Fluxograma do firmware do microcontrolador.

3.1 Descrição do código

Conforme o código abaixo e a Fig. 2 o programa inicia com a inicialização de dois periféricos o Timer 1 no modo CTC e o AD em modo *free running*. Após iniciar os periféricos, há um teste do botão de acionamento, se pressionado o programa captura o tempo em que o sinal de referência (neste caso o sinal da rede retificado) passa por zero, com isso é determinado um alfa inicial (ângulo de disparo) para acionamento do TRIAC. Em seguida, o programa testa se o sinal de referencia é zero para sincronizar a ação do TRIAC, se sim é gerado um sinal no pino de controle do TRIAC em torno de 300us, conforme o valor da variável alfa e o contador do timer, a cada semi-ciclo do sinal da rede elétrica. Nesta mesma sequência, é gerado um sinal pulsante para piscar o LED verde enquanto a carga CA está sendo acionada gradativamente pelo TRIAC. O ALFA (ângulo de disparo) que controla o ponto da entrada em condução do TRIAC é variado em 1 segundo até que o TRIAC receba um sinal de controle em alto constante, permanecendo-o sempre ligado. Na teoria, o ângulo de disparo ALFA inicia próximo de 180° (não fornece tensão para a carga) e a cada um segundo este ângulo é diminuído até que o ângulo seja 0° (carga totalmente ligada). Este intervalo de tempo é em torno de 10 segundos. Para desligar a alimentação da carga após ela ser ligada totalmente, basta pressionar o botão de acionamento novamente.

No início do código há duas diretiva (#define) importantes, a PONTO_ZERO e a ALFA_MIN. A PONTO_ZERO define um valor mínimo que, abaixo disto, é considerado zero pelo conversor AD. Este valor é apenas para haver uma “folga” já que na prática nem sempre o sinal retificado pode chegar à zero. O ALFA_MIN garante um valor mínimo do ângulo de disparo, pois, abaixo deste valor, a carga é totalmente ligada.

```
#include<avr/io.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <stdio.h>

#define      set_bit(adress,bit)      (adress|=(1<<bit))
#define      clr_bit(adress,bit)      (adress&=~(1<<bit))
#define      tst_bit(adress,bit)      (adress&(1<<bit))
#define      cpl_bit(adress,bit)      (adress^=(1<<bit))

#define PONTO_ZERO 16
```

```

#define ALFA_MIN      21
#define BT            PD0
#define CNTR          PD1
#define LED_RED       PD2
#define LED_GREEN     PD3

#define F_CPU 1000000UL //tem que definir antes do #include <util/delay.h>

#include <util/delay.h> //funções de atraso

float AMOSTRA=7;
unsigned long int amostraADC;
int flag, cont, cont2, flag2=1;
int periodo = 129;
int alfa=115, alfa_inicial; //controla o pulso do triac

//-----
//      FUNCAO PARA INICIALIZAR O TIMER1 NO MODO CTC
//-----
void inicia_T1()
{
    //A frequencia da onda é definida por:
    //fOCnx=fclk_I/O/2 ·N·(1 + OCRnx)
    //OCRnx=((T_desejado*Fosc)/Presc)-1

    //COM0A1 - Clear OC0A on Compare Match, WGM01 - modo CTC
    TCCR1A = _BV(FOC1A) | _BV(COM1A1) | _BV(WGM12);
    //CS11 - prescaler 256
    TCCR1B = _BV(CS12); // _BV(CS10); // _BV(CS11); | _BV(CS10);
    //OCIE0A: Timer/Counter0 Output Compare Match A Interrupt Enable
    TIMSK = _BV(OCIE1A);
    //TIFR0 = OCF0A //flag de int. por comparacao A
    OCR1A = periodo; //Output Compare Register A
    sei(); //((SREG |= 0x80) impõe 1 ao bit I, habilitando interrupções
}

//_____FIM_____

//-----
//
//      FUNCAO DE ATRASO

```

```

//-----
void delay(int num)
{
    int x;

    for(x=0;x<num;x++);
}
//_____FIM_____

//-----
//          FUNCAO PARA INICIALIZAR AD
//-----
void iniciaAD(void)
{
    // enable ADC e prescaler com division factor 8(ADPS1 e ADPS0), MODO FREE RUNNING
    ADCSRA = _BV(ADEN) | _BV(ADPS1) | _BV(ADPS0) | _BV(ADFR);
    // setar referência
    ADMUX = _BV(REFS0); //AVcc com cap. externo no pino VRef
    ADCSRA |= _BV(ADSC); //start conversao

}
//função _BV(bit) (1 << (bit))
//_____FIM_____

//-----
//          AQUI INICIA O PROGRAMA PRINCIPAL
//-----
int main()
{
    int flag1=0;

    DDRD=_BV(DDB1) | _BV(DDB2) | _BV(DDB3); //SETA PINOS COMO SAÍDA
    PORTD=PORTD | (1<<BT); //SETA PINO DE ENTRADA COM PULL-UP INTERNO

    _delay_ms(10);
    iniciaAD();
    inicia_T1();

```

```

set_bit(PORTD,LED_RED); //LIGA LED VERMELHO QUE INDICA SISTEMA
DESLIGADO

while(1)
{
    if(bit_is_clear(PIND,BT)) //push button ativo em 0
    {
        while(bit_is_clear(PIND,BT)); //a tecla foi solta???
        _delay_ms(20); //atraso debounce
        flag=1;
        while(flag)
        {

            clr_bit(PORTD,LED_RED); //DESLIGA LED VERMELHO QUE
INDICA SISTEMA INICIALIZANDO

            OCR1A = 1000; //valor para garantir o pedido de int. depois dos
while

            //captura periodo do sinal ... valor 16 é aprox. 0.1V no AD
            if(ADC<PONTO_ZERO)
            {
                TCNT1 = 0; //zera o contador do timer

                /*DEFINE O PERIODO DO SINAL*/
                while(ADC<=PONTO_ZERO);
                while(ADC>PONTO_ZERO);

                OCR1A = TCNT1;
                TCNT1 = 0;

                /*SE O SINAL RETIFICADO NAO FOR ATIVADO
ATÉ AQUI,

                ESTE IF IMPOE UM PERIODO FIXO DE APROX.
8.33ms*/

                if(OCR1A<100) OCR1A = periodo;

                /*DEFINE UM ALFA INICIAL*/
                alfa = OCR1A - 30;
                alfa_inicial = alfa;

                cont=0;

```

```

        cont2=0;
        flag1=1;
        flag2=1;
    }

    while(flag1)
    {

        //AMOSTRA = 5.0*ADC/1024;
        /*LÊ O SINAL NO PINO DO AD PARA GARANTIR
SEMPRE O MESMO

        PERIODO DE APROX. 8.33ms*/
        while(ADC<PONTO_ZERO && flag2 == 1)
        {
            cont++;
            cont2++;
            while(ADC<=PONTO_ZERO);
            TCNT1 = 0;

            /*ACAO PARA LIGAR O TRIAC
            GERA UM PULSO NO PINO DE CONTROLE (PD1) DE
            APROX. 100us*/

            while(TCNT1 != alfa);

            set_bit(PORTD,CNTR);
            //while(ADC>=(PONTO_ZERO+5));
            delay(100);
            clr_bit(PORTD,CNTR);
            while(TCNT1 == alfa);

            //if(TCNT1 == alfa_inicial && flag2==1)
            clr_bit(PORTD,CNTR);

            /*MUDA O ANGULO DE DISPARO ALFA A CADA
            1s*/

            if(cont==120)
            {

```

timer 0

SEMPRE LIGADO O PINO DE CONTROLE DO TRIAC

led VERDE aceso, indicando carga ligada

set_bit(PORTD,LED_GREEN);

```

    alfa -= (alfa_inicial/10);
    if(alfa<ALFA_MIN) //garante carga ligada
    {
        alfa=ALFA_MIN;
        clr_bit(SREG,7); //desliga interrupcao

        cont2=0;
        flag2=0;
        set_bit(PORTD,CNTR);//MANTEM

        set_bit(PORTD,LED_GREEN);//mantem

    }
    cont=0;
}
/*PISCA O LED A CADA 0.5s */
if(cont2==60) //para piscar o led
{
    if(bit_is_clear(PIND,LED_GREEN))

    else clr_bit(PORTD,LED_GREEN);
    cont2=0;
}
}
/*DESLIGA A CARGA INSTANTANEAMENTE*/
if(bit_is_clear(PIND,BT)) //push button ativo em 0
{
    while(bit_is_clear(PIND,BT));
    _delay_ms(20);
    clr_bit(PORTD,LED_GREEN);
    set_bit(PORTD,LED_RED);
    clr_bit(PORTD,CNTR);
    flag= 0;
    flag1= 0;
}
}
}
}

```

4 CIRCUITO DE POTÊNCIA

A Fig. 3 mostra a parte do circuito de potência.

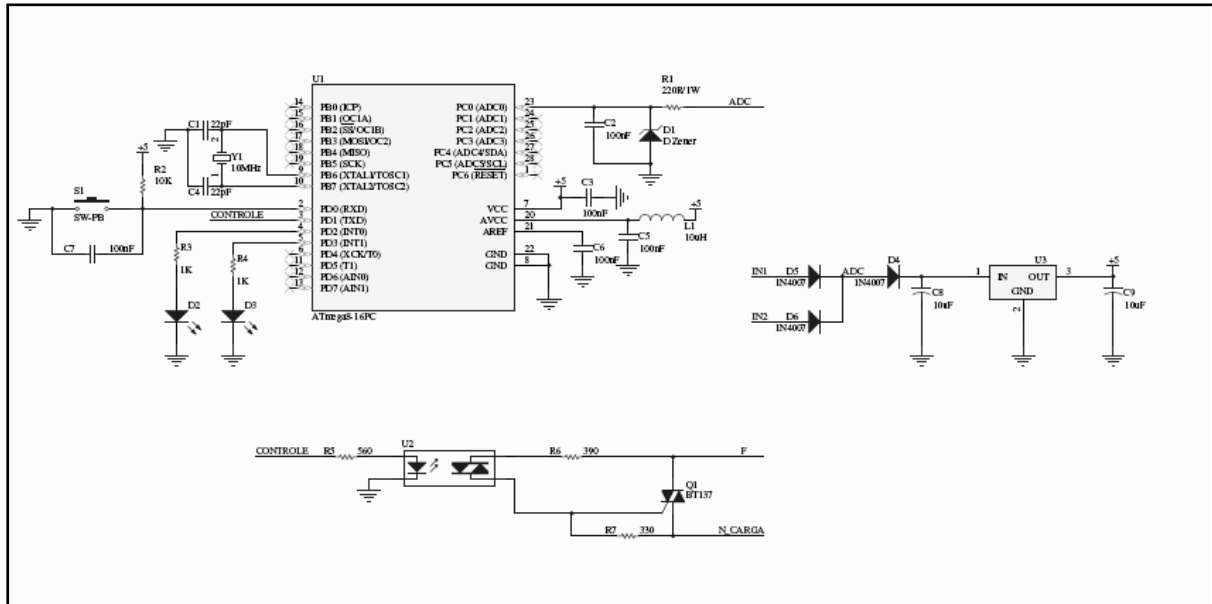


FIGURA 3 - Circuito de potência.

A Fig. 4 mostra o layout do circuito de potência.

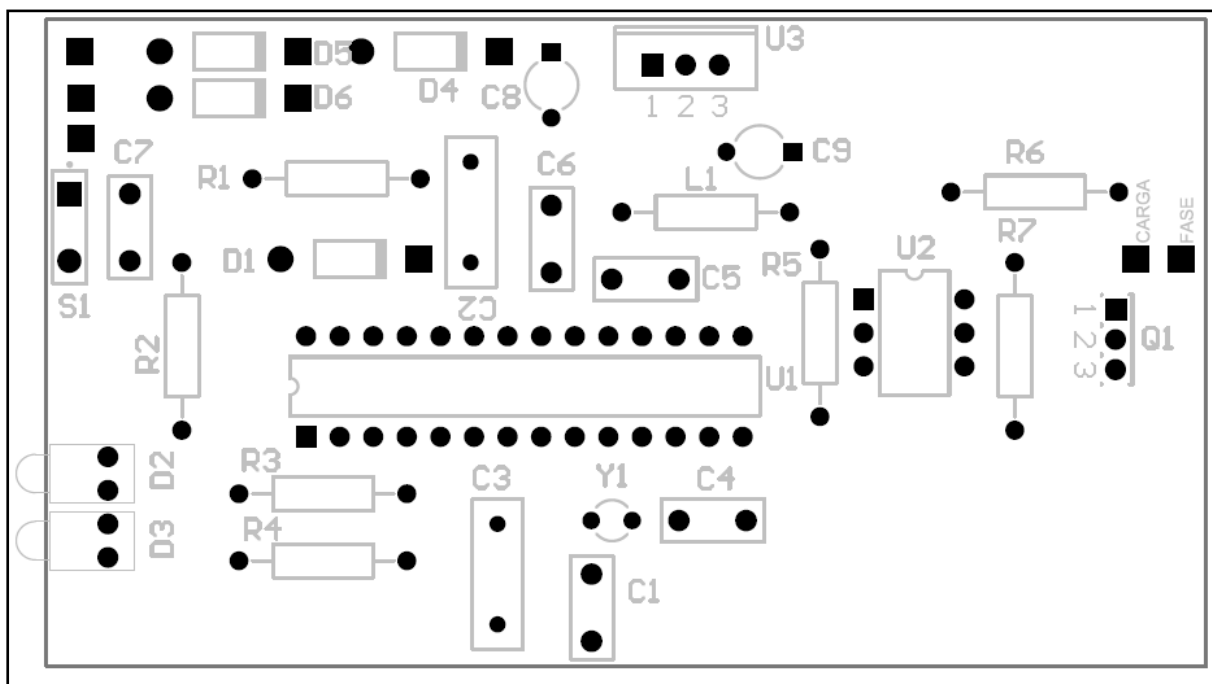


FIGURA 4 - Layout do circuito de potência.

A fonte em onda completa fornece uma tensão de 5 volts que alimenta a parte do circuito digital composta por um microcontrolador ATMEGA8, que capta o sinal retificado após o transformador abaixador de tensão.

A função do diodo 3 é permitir que no canal AD do ATMEGA8 chegue um sinal contínuo pulsante, onde o microcontrolador é capaz de detectar o zero e diminuir o alfa do disparo do TRIAC.

O diodo zener colocado no pino de entrada do microcontrolador serve para proteção do microcontrolador evitando uma sobre tensão no pino do mesmo.

Além disso, há um circuito microcontrolado capaz de detectar o zero da rede elétrica e com isso liberar de maneira suave a partida de uma carga elétrica. Ele faz isso captando o sinal da rede elétrica através de um conversor AD e disparando um TRIAC, com o ângulo de disparo inicial de 180 graus chegando até 0 graus tendo liberado completamente a tensão de saída. O microcontrolador após a detecção do zero da rede envia um pulso para um circuito optoacoplado a fim de evitar que qualquer problema na saída do circuito (saída de potência) venha a queimar o circuito digital.

O optoacoplador é formado por um diodo led e um fototransistor. Quando o microcontrolador envia um pulso alto o diodo led acende e libera a tensão VCE do fototransistor interno. Sendo assim o gatilho do triac é acionado e ele libera a tensão da rede elétrica para a carga, e isso é feito após o disparo enviado pelo circuito digital.

Na Fig. 5 é mostrada a foto da placa com todos os componentes soldados.

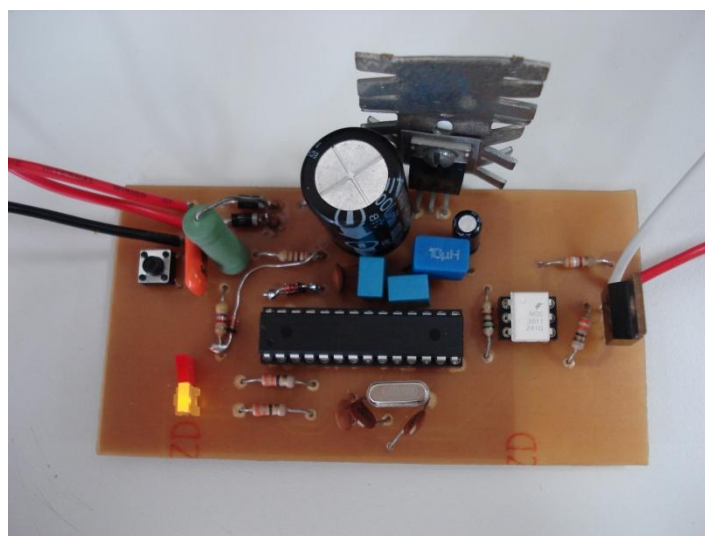


FIGURA 5 – Foto da placa de circuito impresso com os componentes incluídos.

5 RESULTADOS OBTIDOS

Para verificar o funcionamento da chave de partida alguns ensaios foram feitos em bancada com o circuito montado em matriz de contatos. Na Fig. 6 é mostrada a foto dos ensaios.

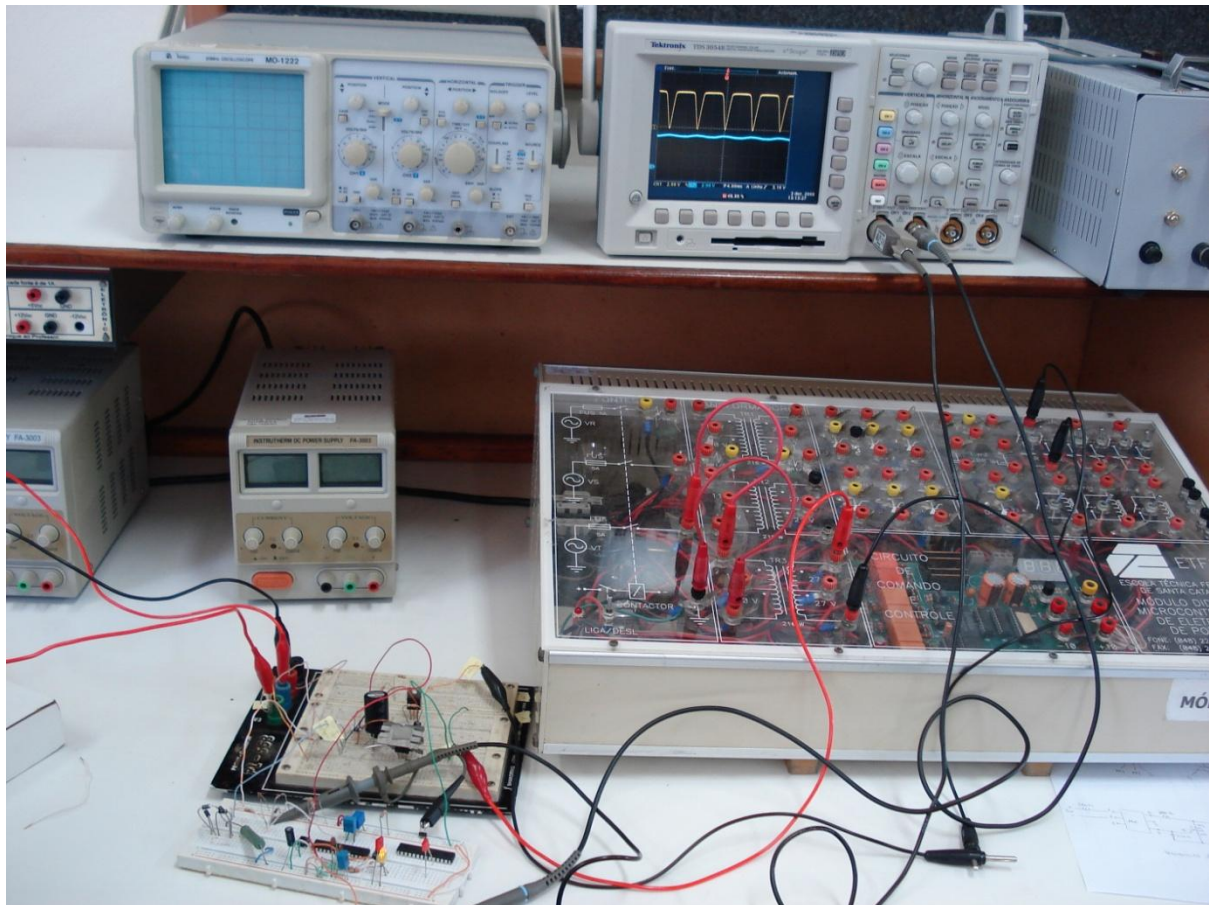


FIGURA 6 – Foto dos ensaios em bancada com a chave de partida microcontrolado montada em matriz de contatos.

As primeiras aquisições feitas através do osciloscópio, apresentadas na Fig. 7, mostram o sinal de controle gerado pelo microcontrolador sincronizado com o sinal da rede elétrica. É visto também variação do ponto de acionamento do sinal de controle em relação ao sinal da rede elétrica que indica, na prática, o ângulo de disparo do TRIAC. Na figura o sinal em azul, na parte superior de cada aquisição, indica o sinal da rede elétrica retificado e grampeado para 5V de pico. O sinal em verde, na parte inferior de cada aquisição, indica o sinal de controle do microcontrolador.

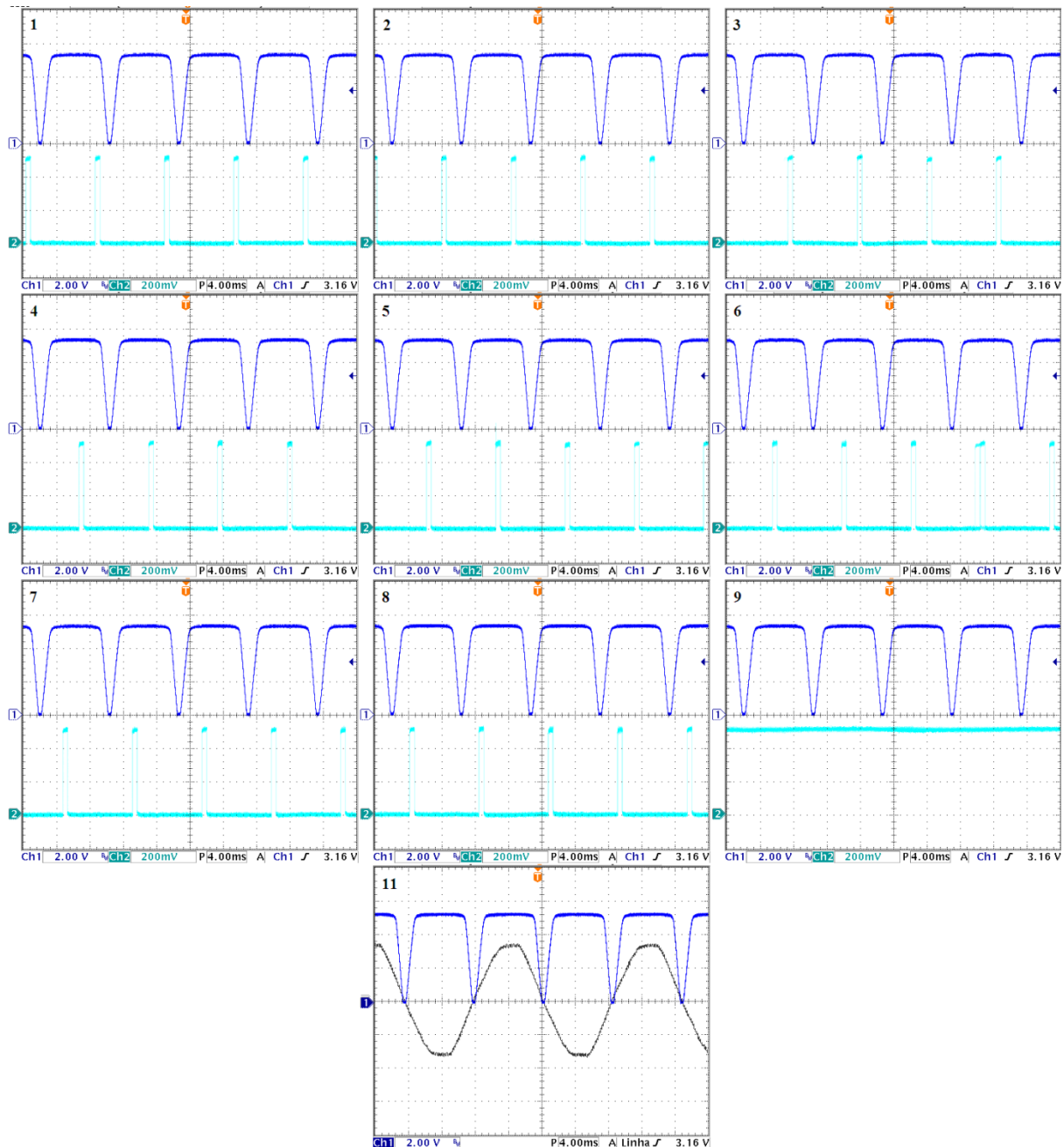


FIGURA 7 – Aquisições do comportamento do sinal de controle do microcontrolador em relação ao sinal da rede elétrica.

Outro detalhe nesta figura é que nas aquisições de 1 a 8 é mostrado um pulso de um intervalo de tempo em torno de 300us em cada meio-ciclo da rede elétrica. Essas aquisições mostram também a variação da posição de acionamento destes pulsos a cada um segundo. Na aquisição 10 é mostrado etapa que mantém a carga totalmente ligada, pois o estado do pino de controle se mantém em nível lógico alto. Na aquisição 11 é mostrado apenas o sinal da rede elétrica na etapa de retificação e na etapa antes dos diodos retificadores.

Na Fig. 8 é mostrado o comportamento do sinal gerado para carga em relação ao sinal da rede elétrica. O sinal em azul representa o sinal da rede e o sinal em verde o da carga.

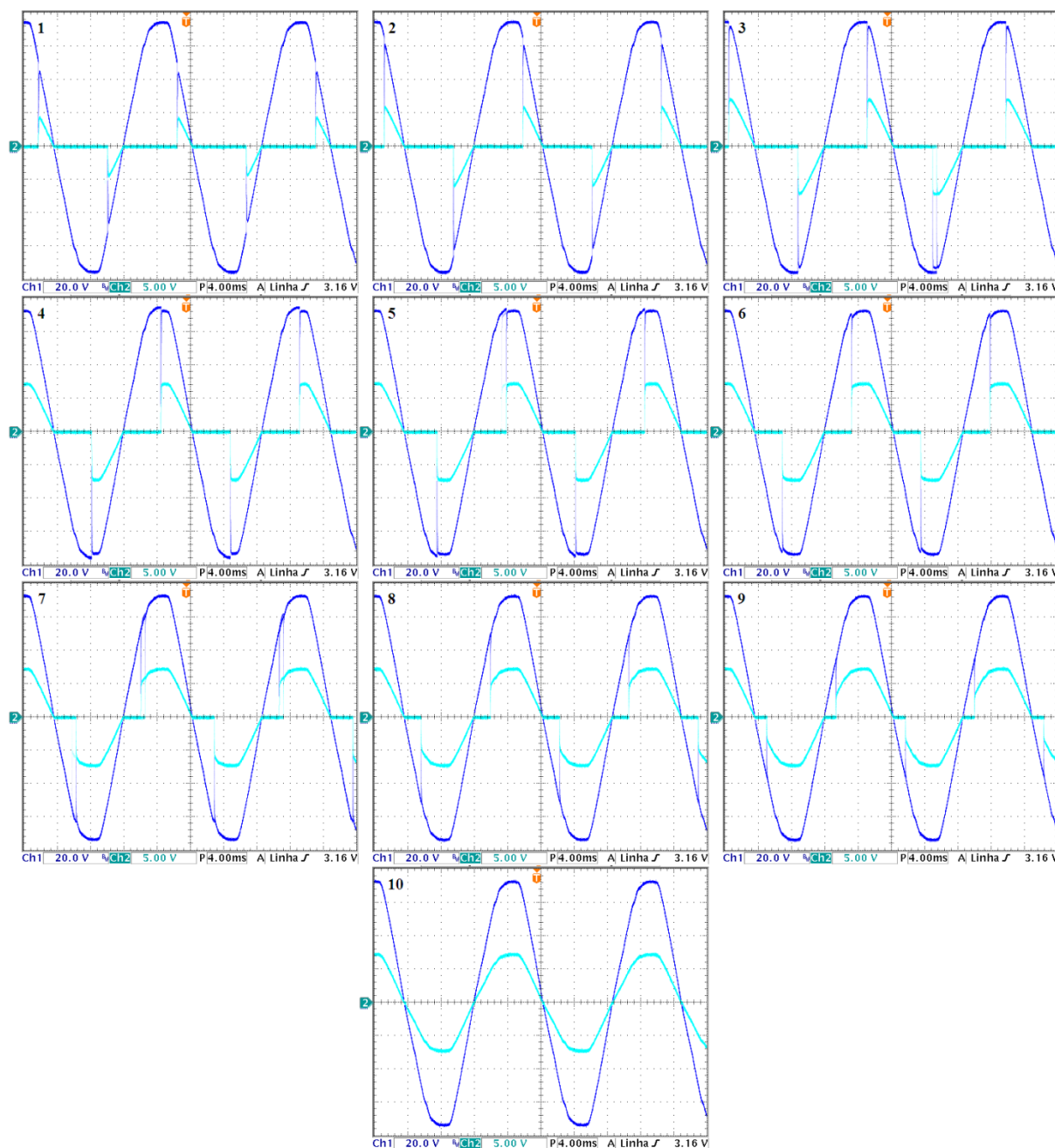


FIGURA 8 – Aquisições do comportamento do sinal da rede em relação ao sinal da carga.

Como pode ser visto na figura, em cada aquisição é fornecido para a carga um valor eficaz de tensão variável até que a carga esteja trabalhando com a tensão máxima. Fazendo um comparativo com a Fig. 7, o sinal de controle gerado pelo microcontrolador ativa o TRIAC variando o ângulo alfa de disparo de 180° até 0° fornecendo para a carga uma tensão variável com mostra na Fig. 8.

Os mesmos testes foram feitos com o circuito montado na placa de circuito impresso e o resultado foi o mesmo. Na Fig. 9 é mostrada a foto dos ensaios em banca feitos com esta placa.

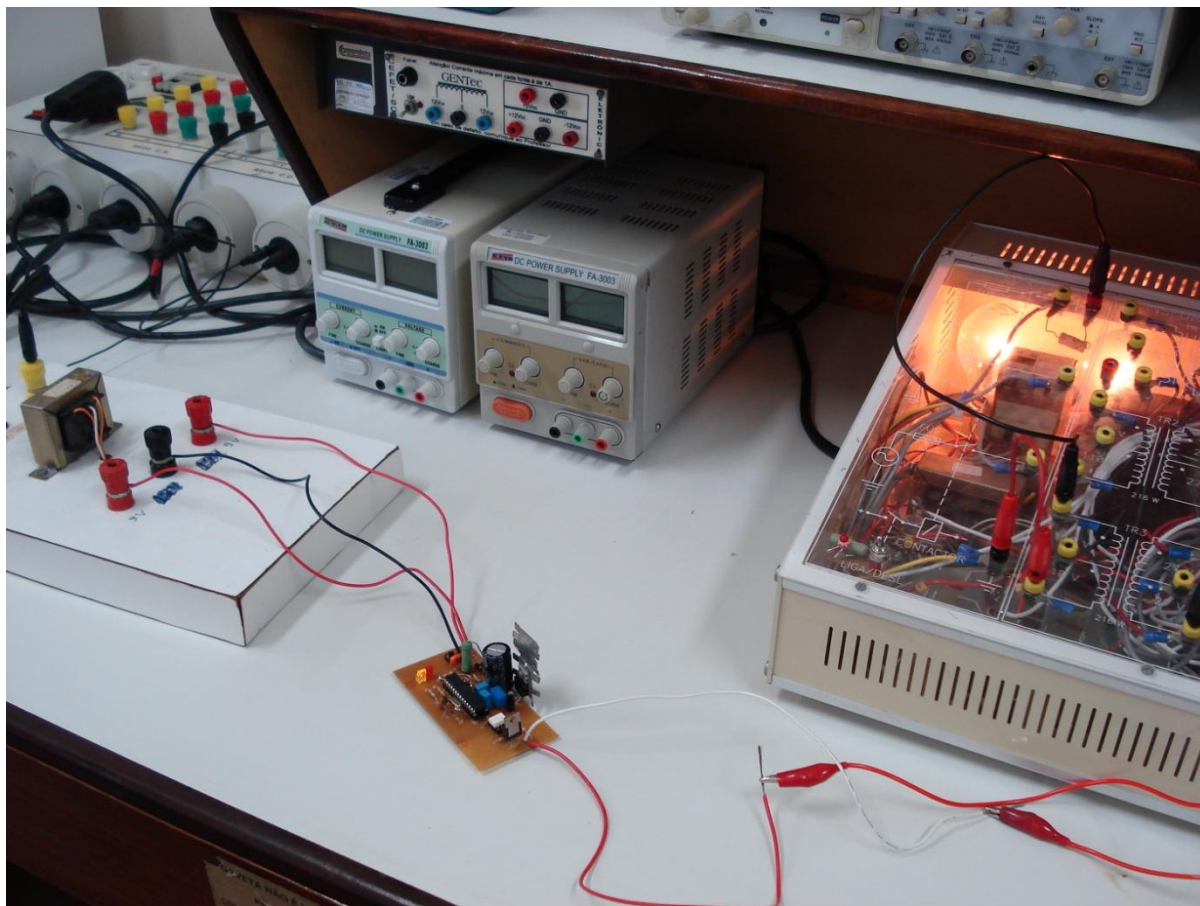


FIGURA 9 – Foto dos ensaios em bancada com a chave de partida microcontrolado montada em placa de circuito impresso.

6 CONCLUSÃO

As implementações simuladas e práticas feitas através do PROTEUS e com o microcontrolador AVR foi de grande importância, pois através da verificação e testes realizados, obteve-se êxito nas metas propostas em termos de funcionamento que podem ser observadas no decorrer do relatório. Porém a simulação teve algumas restrições que só puderam ser comprovadas nos testes práticos, pois a leitura do conversor AD do componente atmega8 do software de simulação PROTEUS não funcionava em tempo real, impossibilitando a captura do sinal retificado da rede elétrica. Desta forma , foi verificado que a obtenção do sinal na prática funcionou perfeitamente, gerando um sinal de controle sincronizado com o sinal da rede elétrica.

Através do osciloscópio ligado a uma lâmpada, que serviu como carga, foi possível ver a variação gradativa do ângulo de disparo do TRIAC até que a carga estivesse funcionando com a energia plena. Foi possível verificar também que a luminosidade da lâmpada aumentava gradativamente.

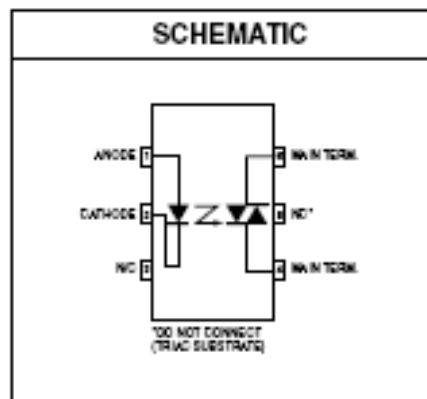
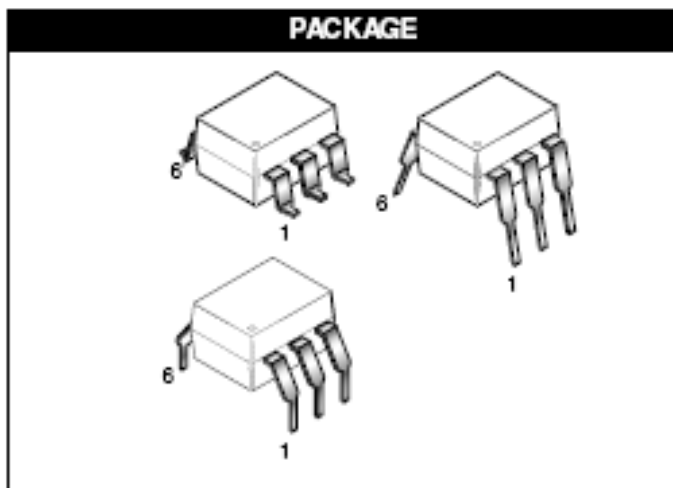
ANEXOS

ANEXO A- Folhas de dados do MOC



6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M



DESCRIPTION

The MOC301XM and MOC302XM series are optically isolated triac driver devices. These devices contain a GaAs infrared emitting diode and a light activated silicon bilateral switch, which functions like a triac. They are designed for interfacing between electronic controls and power triacs to control resistive and inductive loads for 115/240 VAC operations.

FEATURES

- Excellent IFT stability—IR emitting diode has low degradation
- High isolation voltage—minimum 5300 VAC RMS
- Underwriters Laboratory (UL) recognized—File #E90700
- Peak blocking voltage
 - 250V-MOC301XM
 - 400V-MOC302XM
- VDE recognized (File #94766)
 - Ordering option V (e.g. MOC3023VM)

APPLICATIONS

- Industrial controls
- Traffic lights
- Vending machines
- Solid state relay
- Lamp ballasts
- Solenoid/valve controls
- Static AC power switch
- Incandescent lamp dimmers
- Motor control



6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T _A = 25°C unless otherwise noted)				
Parameters	Symbol	Device	Value	Units
TOTAL DEVICE				
Storage Temperature	T _{STG}	AI	-40 to +150	°C
Operating Temperature	T _{OPR}	AI	-40 to +85	°C
Lead Solder Temperature	T _{SOL}	AI	260 for 10 sec	°C
Junction Temperature Range	T _J	AI	-40 to +100	°C
Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (peak AC voltage, 60Hz, 1 sec duration)	V _{ISO}	AI	7500	Vac(pk)
Total Device Power Dissipation @ 25°C	P _D	AI	330	mW
Derate above 25°C			4.4	mW/°C
EMITTER				
Continuous Forward Current	I _F	AI	60	mA
Reverse Voltage	V _R	AI	3	V
Total Power Dissipation 25°C Ambient	P _D	AI	100	mW
Derate above 25°C			1.33	mW/°C
DETECTOR				
Off-State Output Terminal Voltage	V _{ORM}	MOC3010M/1M/2M MOC3020M/1M/2M/3M	250 400	V
Peak Repetitive Surge Current (PW = 1 ms, 120 pps)	I _{TSM}	AI	1	V
Total Power Dissipation @ 25°C Ambient	P _D	AI	300	mW
Derate above 25°C			4	mW/°C

Note

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.



6-PIN DIP RANDOM-PHASE OPTOISOLATORS TRIAC DRIVER OUTPUT (250/400 VOLT PEAK)

MOC3010M MOC3011M MOC3012M MOC3020M MOC3021M MOC3022M MOC3023M

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameters	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
EMITTER							
Input Forward Voltage	$I_F = 10\text{ mA}$	V_F	All		1.15	1.5	V
Reverse Leakage Current	$V_R = 3\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$	I_R	All		0.01	100	μA
DETECTOR							
Peak Blocking Current, Either Direction	Rated V_{DRM} , $I_F = 0$ (note 1)	I_{DRM}	All		10	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction	$I_{TM} = 100\text{ mA peak}$, $I_F = 0$	V_{TM}	All		1.8	3	V

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

DC Characteristics	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ	Max	Units
LED Trigger Current	Voltage = 3V (note 3)	I_{FT}	MOC3020M			30	mA
			MOC3010M			15	
			MOC3021M			10	
			MOC3011M			10	
			MOC3022M			5	
			MOC3012M			5	
			MOC3023M			5	
Holding Current, Either Direction		I_H	All		100		μA

Note

- Test voltage must be applied within dv/dt rating.
- This is static dv/dt. See Figure 5 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.
- All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3020M, 15 mA for MOC3010M and MOC3021M, 10 mA for MOC3011M and MOC3022M, 5 mA for MOC3012M and MOC3023M) and absolute max I_F (80 mA).

ANEXO B - Folhas de dados do TRIAC

Philips Semiconductors

Product specification

Triacs

BT137 series

GENERAL DESCRIPTION

Glass passivated triacs in a plastic envelope, intended for use in applications requiring high bidirectional transient and blocking voltage capability and high thermal cycling performance. Typical applications include motor control, industrial and domestic lighting, heating and static switching.

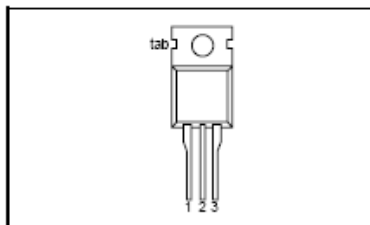
QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	MAX.	MAX.	MAX.	UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages	500 500F 500G	600 600F 600G	800 800F 800G	V
$I_{\text{T(RMS)}}$	RMS on-state current	8	8	8	A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	65	65	65	A

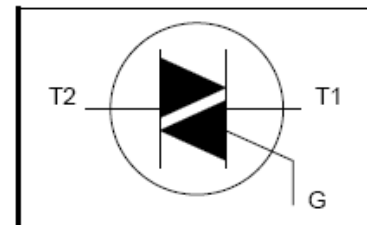
PINNING - TO220AB

PIN	DESCRIPTION
1	main terminal 1
2	main terminal 2
3	gate
tab	main terminal 2

PIN CONFIGURATION



SYMBOL



LIMITING VALUES

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.			UNIT
V_{DRM}	Repetitive peak off-state voltages		-	-500 500 ¹	-600 600 ¹	-800 800	V
$I_{\text{T(RMS)}}$	RMS on-state current	full sine wave; $T_{\text{mb}} \leq 102^\circ\text{C}$	-	8			A
I_{TSM}	Non-repetitive peak on-state current	full sine wave; $T_{\text{J}} = 25^\circ\text{C}$ prior to surge $t = 20\text{ ms}$	-	65			A
I^2t	I^2t for fusing	$t = 16.7\text{ ms}$	-	71			A
dI_{T}/dt	Repetitive rate of rise of on-state current after triggering	$t = 10\text{ ms}$ $I_{\text{TM}} = 12\text{ A}; I_{\text{G}} = 0.2\text{ A};$ $dI_{\text{G}}/dt = 0.2\text{ A}/\mu\text{s}$	-	21			A ² s
I_{GM}	Peak gate current	T2+ G+	-	50			A/ μs
V_{GM}	Peak gate voltage	T2+ G-	-	50			A/ μs
P_{GM}	Peak gate power	T2- G-	-	50			A/ μs
$P_{\text{G(AV)}}$	Average gate power	T2- G+	-	10			A/ μs
T_{stg}	Storage temperature		-	2			A
T_{J}	Operating junction temperature		-	5			V
			-	5			W
		over any 20 ms period	-	0.5			W
			-40	150			$^\circ\text{C}$
			-	125			$^\circ\text{C}$

¹ Although not recommended, off-state voltages up to 800V may be applied without damage, but the triac may switch to the on-state. The rate of rise of current should not exceed 6 A/ μs .

Triacs

BT137 series

THERMAL RESISTANCES

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$R_{th\ j-mb}$	Thermal resistance junction to mounting base	full cycle	-	-	2.0	K/W
$R_{th\ j-a}$	Thermal resistance junction to ambient	half cycle in free air	-	60	2.4	K/W
			-		-	K/W

STATIC CHARACTERISTICS

 $T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.			UNIT
I_{GT}	Gate trigger current	BT137- $V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$		F	...G	
		T2+ G+	-	5	35	25	50	mA
		T2+ G-	-	8	35	25	50	mA
		T2- G-	-	11	35	25	50	mA
		T2- G+	-	30	70	70	100	mA
I_L	Latching current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$						
		T2+ G+	-	7	30	30	45	mA
		T2+ G-	-	16	45	45	60	mA
		T2- G-	-	5	30	30	45	mA
		T2- G+	-	7	45	45	60	mA
I_H	Holding current	$V_D = 12\text{ V}; I_{GT} = 0.1\text{ A}$	-	5	20	20	40	mA
V_T	On-state voltage	$I_T = 10\text{ A}$	-	1.3	1.65			V
V_{GT}	Gate trigger voltage	$V_D = 12\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A}$	-	0.7	1.5			V
		$V_D = 400\text{ V}; I_T = 0.1\text{ A};$ $T_J = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	0.25	0.4	-			V
I_D	Off-state leakage current	$V_D = V_{DRM(max)};$ $T_J = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	-	0.1	0.5			mA

DYNAMIC CHARACTERISTICS

 $T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise stated

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.			TYP.	MAX.	UNIT
dV_D/dt	Critical rate of rise of off-state voltage	BT137- $V_{DM} = 67\% V_{DRM(max)};$ $T_J = 125\text{ }^{\circ}\text{C};$ exponential waveform; gate open circuit	100F	V/ μs
dV_{com}/dt	Critical rate of change of commutating voltage	$V_{DM} = 400\text{ V}; T_J = 95\text{ }^{\circ}\text{C};$ $I_{T(RMS)} = 8\text{ A};$ $dI_{com}/dt = 3.6\text{ A/ms};$ gate open circuit	-	-	10	20	-	V/ μs
t_{gt}	Gate controlled turn-on time	$I_{TM} = 12\text{ A}; V_D = V_{DRM(max)};$ $I_G = 0.1\text{ A}; dI_G/dt = 5\text{ A}/\mu\text{s}$	-	-	-	2	-	μs

Triacs

BT137 series

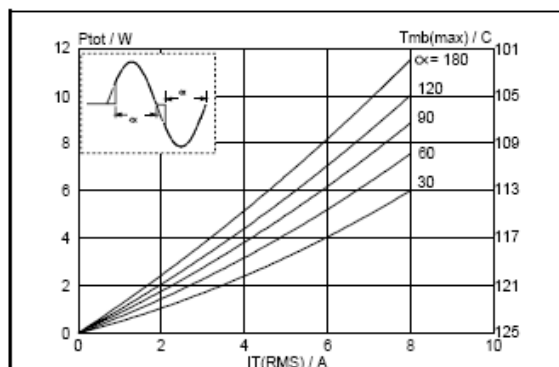


Fig. 1. Maximum on-state dissipation, P_{tot} , versus rms on-state current, $I_{T(RMS)}$, where α = conduction angle.

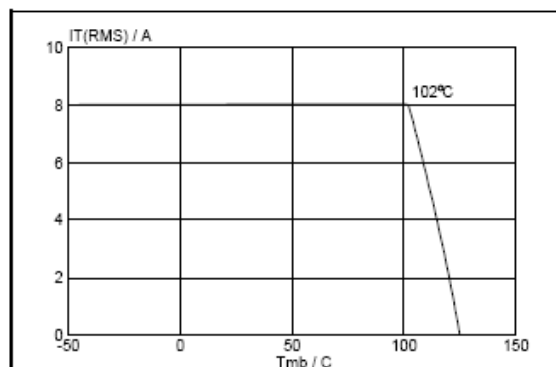


Fig. 4. Maximum permissible rms current $I_{T(RMS)}$, versus mounting base temperature T_{mb} .

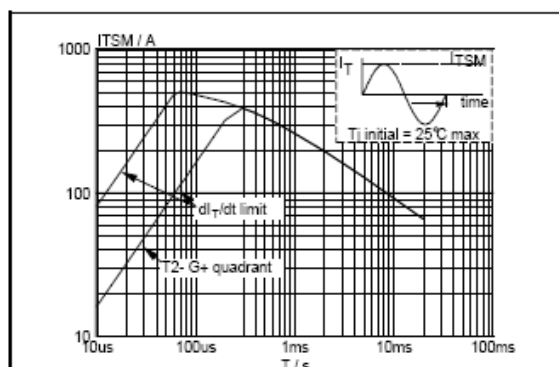


Fig. 2. Maximum permissible non-repetitive peak on-state current I_{TSM} , versus pulse width t_p , for sinusoidal currents, $t_p \leq 20$ ms.

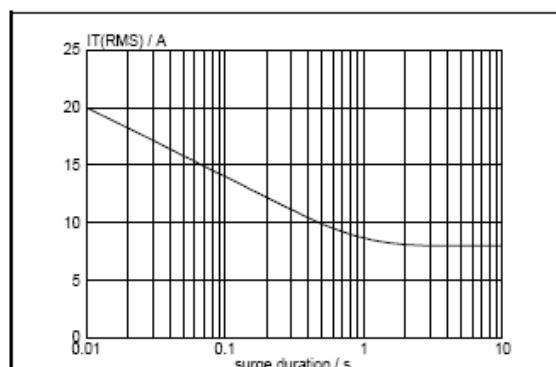


Fig. 5. Maximum permissible repetitive rms on-state current $I_{T(RMS)}$, versus surge duration, for sinusoidal currents, $f = 50$ Hz; $T_{mb} \leq 102^\circ\text{C}$.

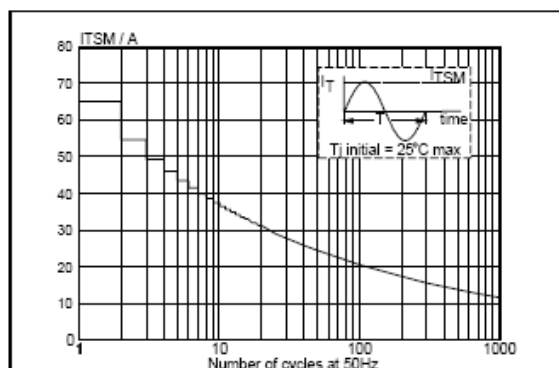


Fig. 3. Maximum permissible non-repetitive peak on-state current I_{TSM} , versus number of cycles, for sinusoidal currents, $f = 50$ Hz.

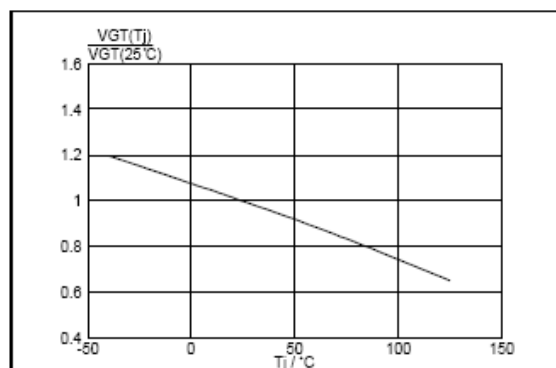


Fig. 6. Normalised gate trigger voltage $V_{GT}(T_j)/V_{GT}(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_j .

Triacs

BT137 series

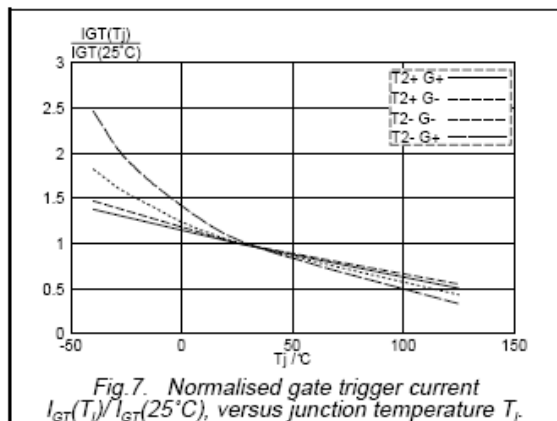


Fig. 7. Normalised gate trigger current $I_{GT}(T_J)/I_{GT}(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_J .

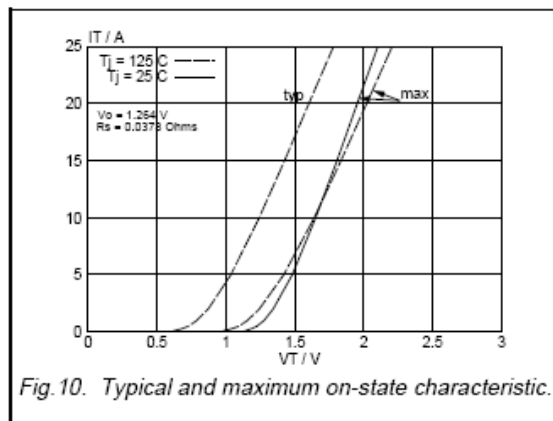


Fig. 10. Typical and maximum on-state characteristic.

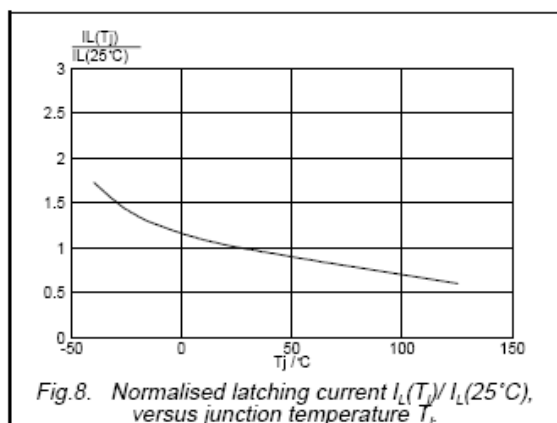


Fig. 8. Normalised latching current $I_L(T_J)/I_L(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_J .

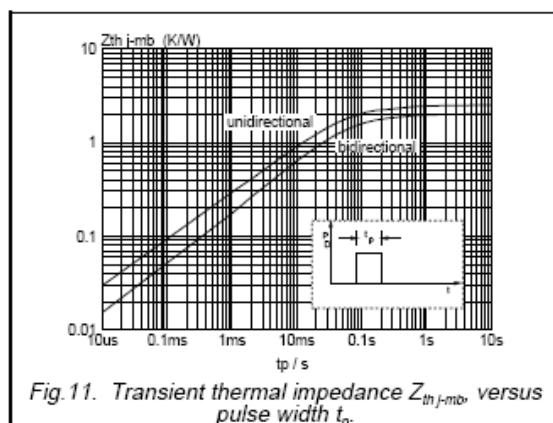


Fig. 11. Transient thermal impedance $Z_{th(j-mb)}$ versus pulse width t_p .

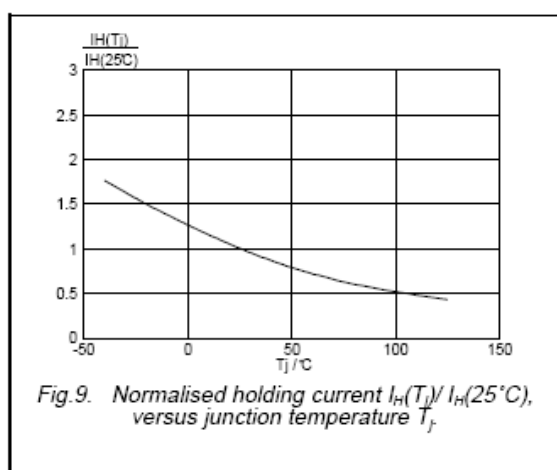


Fig. 9. Normalised holding current $I_H(T_J)/I_H(25^\circ\text{C})$, versus junction temperature T_J .

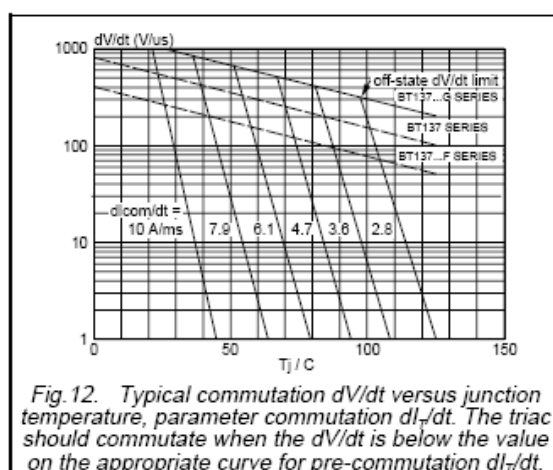


Fig. 12. Typical commutation dV/dt versus junction temperature, parameter commutation dI_T/dt . The triac should commute when the dV/dt is below the value on the appropriate curve for pre-commutation dI_T/dt .

Triacs

BT137 series

MECHANICAL DATA

Dimensions in mm

Net Mass: 2 g

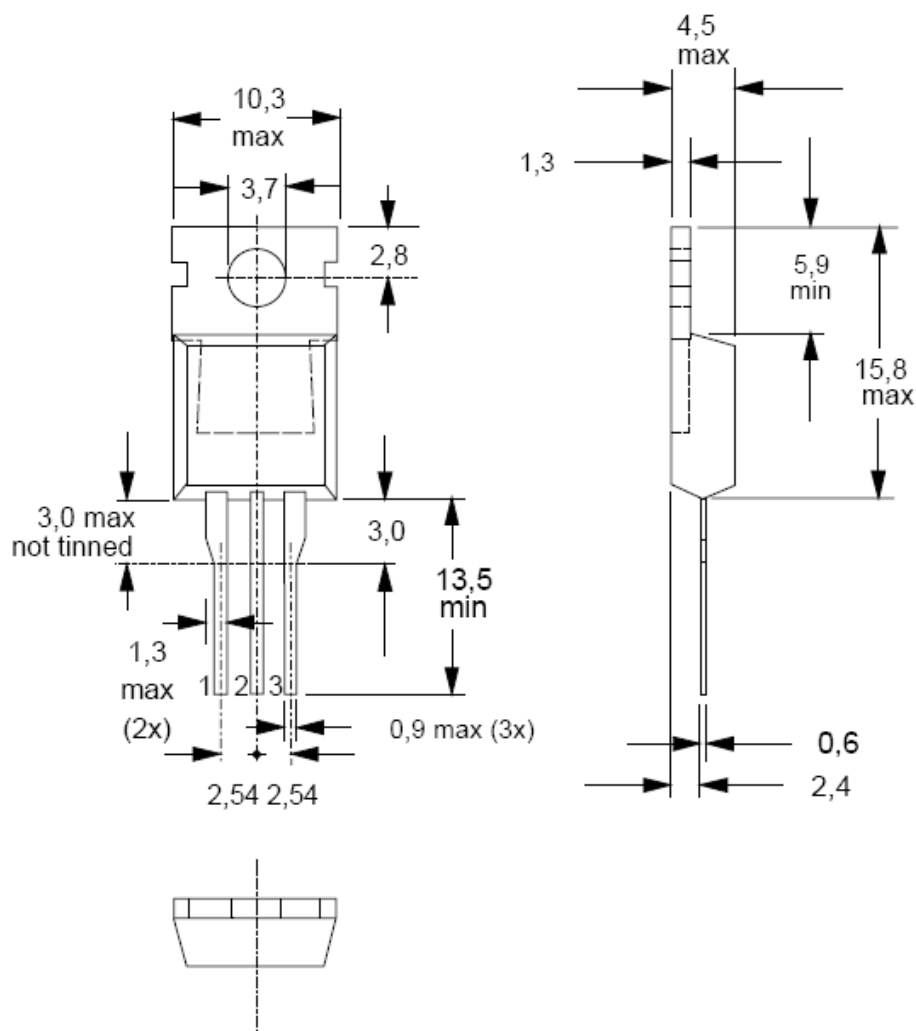


Fig. 13. TO220AB; pin 2 connected to mounting base.

Notes

1. Refer to mounting instructions for TO220 envelopes.
2. Epoxy meets UL94 V0 at 1/8".

BIBLIOGRAFIA

_____. *Folha de dados do MOC3010*.
<<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/QT/MOC3012.pdf>>, acessado em: dezembro de 2008.

_____. *Folha de dados do BT137*.
<<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/philips/BT137-500F.pdf>>, acessado em: dezembro de 2008.

_____. *Folha de dados do ATMEGA8*.
<http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2486.pdf>, acessado em: dezembro de 2008.