

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

CURVE TRACER

CURITIBA

2011

GUSTAVO MURILO SCHMITT MASSANEIRO

CURVE TRACER

Documentação apresentada ao curso de Engenharia de Computação do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como critério de avaliação do Projeto Integrado, sob a orientação do **Prof. AFONSO FERREIRA MIGUEL.**

CURITIBA

2011

AGRADECIMENTOS

Somos muito gratos a todos aqueles que reservaram um tempo para nos ajudar durante esta caminhada, dentre esses professores, família, amigos, colegas de curso, colegas de trabalho, funcionários da PUC, entre outros.

Professor Afonso Ferreira Miguel, responsável pela verificação semanal da evolução do projeto, sempre disponibilizando-nos materiais de apoio para a conclusão, nos auxiliando nos momentos de dúvidas, perante as diversas dificuldades encontradas, sempre como uma visão mais abrangente, nos ajudando nas definições gerais desde software ao hardware, sempre nos lembrando que colhemos frutos do que plantamos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
2	JUSTIFICATIVAS.....	6
3	METODOLOGIA.....	7
4	RESPONSABILIDADES.....	8
5	OBJETIVO.....	9
6	COMPONENTES.....	10
6.1	Resistor.....	10
6.2	Capacitor.....	10
6.3	Transistor.....	11
6.4	Circuitos Integrados.....	12
6.4.1	PIC18F4450.....	12
6.4.2	Conversor Digital/Analógico.....	13
7	PROJETO – VENDING MACHINE.....	14
7.1	Conversor Analógico/Digital do PIC.....	14
7.2	Conversor Digital/Analógico.....	14
7.3	Circuito Elétrico.....	15
7.4	Hardware Controlador.....	15
8	PROBLEMAS E SOLUÇÕES.....	18
9	CONCLUSÃO.....	189

1 INTRODUÇÃO

Para se usar um transistor da melhor maneira possível, é preciso traçar a sua curva de operação. Já que um Curve Tracer de transistores nunca foi implementado em nenhum projeto, juntamente com a idéia do professor Ivan e professor Afonso, o grupo resolveu implementar o curve tracer. Por fim com todo o projeto em mãos passamos para etapa de testes, onde obtemos os resultados esperados, preparando então esta documentação a qual apresenta tanto os passos do desenvolvimento do projeto detalhadamente como os resultados desse processo.

2 JUSTIFICATIVAS

Na maioria das aplicações com o uso de transistores é preciso saber qual a sua curva de operação. Como cada transistor tem sua própria curva de operação, fica impossível saber como um determinado transistor opera nos mínimos detalhes sem traçar a sua curva. Algumas aplicações aonde tem que ter um alto nível de precisão, só se é possível obter a precisão perfeita sabendo a curva de operação do transistor, pois nenhum transistor tem sua curva de operação igual ao outro. Por isso um Curve Tracer seria de grande utilidade para qualquer tipo de aplicações usando transistores.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do Curve Tracer, utilizaremos os conhecimentos adquiridos nas aulas de eletricidade, eletrônica, sistemas digitais e microprocessadores. Juntamente com os equipamentos fornecidos pelo laboratório da universidade.

Para traçar a curva de um transistor, é preciso fazer um circuito com duas fontes de corrente contínua. Uma V_{bb} e a outra V_{cc} , aonde V_{bb} é a alimentação da base do transistor e o V_{cc} a alimentação do coletor do transistor. Para traçar a curva de operação são necessários usar um resistor R_b para limitar a corrente de base do transistor, e um resistor R_c juntamente de um Voltímetro para medir a queda de tensão em cima do transistor que é chamada V_{ce} , e um amperímetro para medir a corrente I_c . Após o circuito montado, é necessário jogar valores de 0 a 4v ou em intervalos menores no V_{bb} , e para cada valor de V_{bb} , jogar de 0 a 15V ou mais no V_{cc} . Após todos os valores das correntes I_b e I_c , é jogado os valores no Excel via comunicação USB para gerar o gráfico $I_c \times V_{ce}(V_{cc})$.

Para poder implementar e realizar estes testes, será utilizado um PIC18F4450 como o micro controlador, dois conversores D/A para poder gerar as tensões de V_{bb} e V_{cc} , e também o conversor A/D do próprio micro controlador para medir as correntes I_b e I_c .

4 RESPONSABILIDADES

Para que o projeto obtivesse este sucesso, fez-se necessário durante todo o seu desenvolvimento a participação ativa de todos os participantes do grupo e também dos professores, sendo exigido que cada um tenha muita responsabilidade, seriedade e muita força de vontade em todos os eixos. Cada integrante teve a sua responsabilidade desempenhando-a com o máximo de comprometimento. Os professores estiveram aptos a responder todas as nossas dúvidas em relação ao projeto nos ajudando e ofertando-nos novas idéias.

Podemos contar com as estruturas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, sendo uma das responsabilidades essenciais, pois são nos laboratórios com os devidos equipamentos que conseguimos levar o projeto adiante.

5 OBJETIVO

O objetivo principal é proporcionar que qualquer pessoa com um transistor bipolar possa medir a sua curva de operação inserindo o transistor no circuito e obtendo o gráfico.

6 COMPONENTES

Antes de definir o projeto, estaremos passando especificações sobre os componentes usados para o desenvolvimento do projeto.

6.1 Resistor

Basicamente a função de um resistor para a física é a transformação de energia elétrica em energia térmica, porém acaba que por sua vez controlando a intensidade de corrente elétrica evitando que outros componentes estraguem.



Figura 1 : Resistor

6.2 Capacitor

Um capacitor é um componente elétrico passivo que pode armazenar energia em um campo elétrico, entre um par de condutores (camadas "placas"). O processo de armazenamento de energia no capacitor é conhecido como "carregamento" e envolve cargas elétricas de igual magnitude, mas polaridade oposta, acumulando-se em cada uma das placas. A habilidade de um capacitor em armazenar carga é medida pela sua capacitância, em unidades de farads. Capacitores são frequentemente usados em circuitos elétricos e eletrônicos, como dispositivos de armazenamento. Eles também podem ser usados para diferenciar sinais de alta e baixa frequências. Esta propriedade os torna úteis como filtros em eletrônica. Na prática, os capacitores possuem resistências internas, vazamento de carga, indutância e outras propriedades não ideais, não encontradas em um capacitor teórico, ideal.



Figura 2 : Capacitor

6.3 Transistor

Um transistor funciona com o mesmo princípio de um registro de água em que, ele irá controlar o fluxo de elétrons:

- O transistor é constituído de três pinos chamados, emissor, coletor e base;
- O pino "base" é que controla o fluxo de corrente (como o registro de água) do emissor e coletor;
- Uma pequena corrente na base faz-se com que aumenta-se o fluxo entre o coletor e base. Voltando ao registro de água, um pequeno giro no registro, logo, aumenta-se muito a saída da intensidade de água.

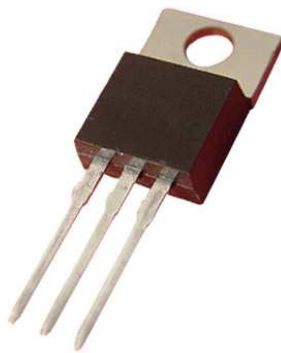


Figura 3 : Transistor

6.4 Circuitos Integrados

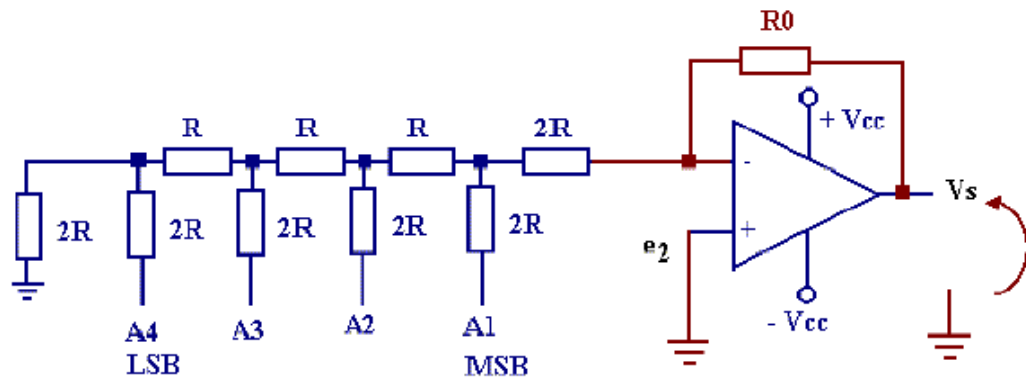
6.4.1 PIC18F4450



Figura 4 : PIC18F4450

O PIC18F4450 é um micro controlador de arquitetura RISC, que tem USB integrado e Conversor Analógico Digital integrado, é muito utilizado no mercado.

6.4.2 Conversor Digital/Analógico



$$V_s = -\frac{R_0}{2R} V \left[\frac{A_1}{3} + \frac{A_2}{6} + \frac{A_3}{12} + \frac{A_4}{24} \right]$$

Figura 5 : Conversor D/A

7 PROJETO – VENDING MACHINE

O projeto é composto por:

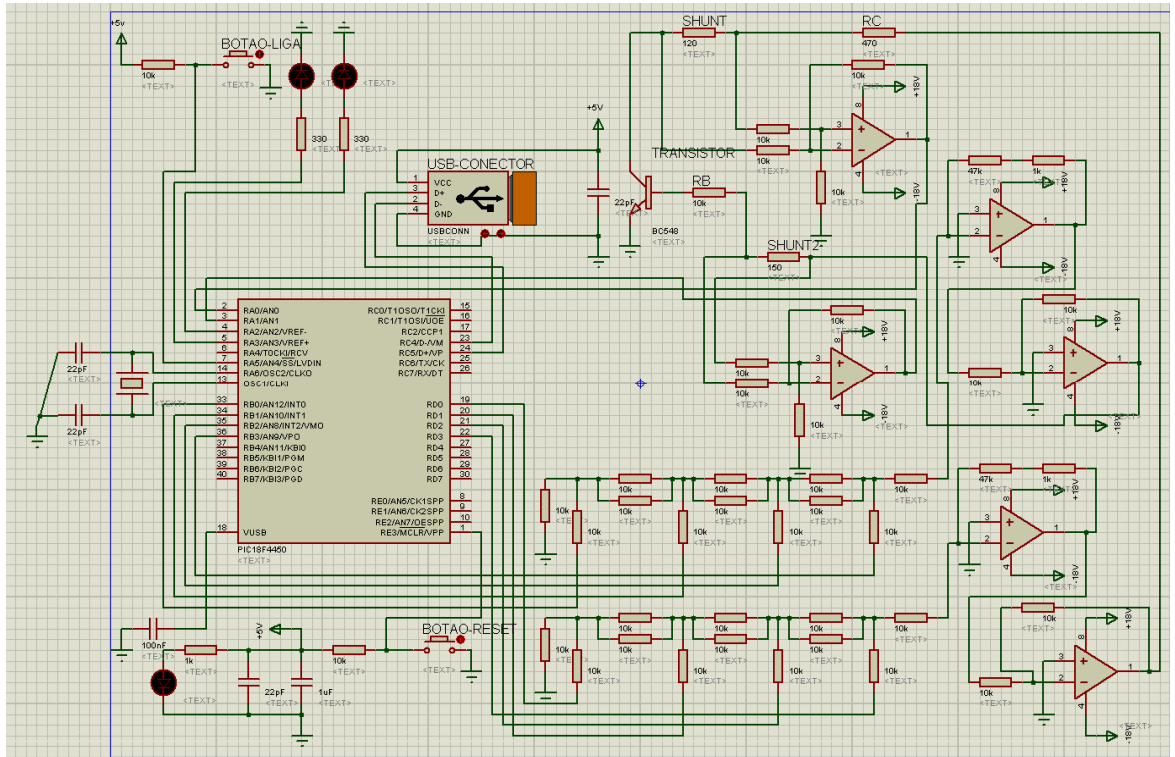


Figura 6 : ESQUEMÁTICO CURVE TRACER

7.1 Conversor Analógico/Digital do PIC

O micro controlador PIC18F4450 possui um conversor A/D de 10bits integrado, na qual foi responsável neste projeto por medir as quedas de tensão em cima dos resistores shunt para obter as correntes pela lei de ohm.

7.2 Conversor Digital/Analógico

Dois conversores digitais analógicos foram utilizados para poder gerar uma tensão variável de 0-15V na alimentação do circuito elétrico do transistor para o Vcc e outra tensão variável de 0-4V na alimentação Vbb do circuito. Os conversores digitais analógicos foram construídos através da rede R2-R de resistores de precisão, juntamente com um amplificador-operacional TL-082. Os conversores D/A são de 4 bits, e para

cada valor de saída da porta do PIC, ele gera uma determinada tensão para alimentar o circuito.

7.3 Circuito Elétrico

O circuito elétrico é o principal circuito neste projeto, pois é o circuito para a medição das correntes I_c e I_b do transistor bipolar para a geração da curva de operação. O circuito se baseia em um transistor bipolar, um resistor R_b para limitar a corrente de base do resistor, e um resistor R_c para regular a tensão V_{cc} . Para se tornar possível a medição das correntes I_b e I_c foi colocado dois resistores de Shunt, que se comportam como um amperímetro em série com o circuito. Um resistor de Shunt para V_{bb} e outro para V_{cc} . Para poder medir a queda de tensão em cima dos resistores Shunt foi utilizado um amplificador-operacional TL082 em modo Diferenciador, para calcular a diferença de potencial em cima do resistor Shunt, e enviar ao conversor A/D do PIC para a medição da corrente.

7.4 Hardware Controlador

Para o controle do hardware foi utilizado um micro controlador PIC18F4450, que foi escolhido principalmente por ter um conversor A/D integrado, e comunicação USB integrado. O micro controlador é responsável pela conversão da tensão do resistor shunt em corrente via software pela lei de ohm, é responsável por jogar os valores de V_{bb} e V_{cc} nas saídas dos conversores D/A para gerar as tensões no circuito do transistor. E é também responsável por toda a comunicação USB feita com o computador para mandar as informações obtidas para a geração do gráfico.

7.4.1 Código Fonte

A ferramenta usada para o software foi o MPLAB IDE, que é a ferramenta do fabricante do micro controlador PIC. O código fonte foi feito na linguagem de programação C, e usado o Compilador CCS PIC Compiler.

Código Fonte desenvolvido:

```

#include <18F4450.h>

#define ADC=10
//configure a 20MHz crystal to operate at 48MHz
#fuses
HSPLL,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP,NODEBUG,USBDIV,PLL5,CPUDIV1,V
REGEN
#use delay(clock=48000000)

#include <usb_cdc.h>

#define BUTTON PIN_A5
#define LED_GREEN PIN_A3
#define LED_RED PIN_A2

int16 vbb, vcc;
float valor, valor2, tensao, tensao2, Ib, Ic;

void main()
{
usb_cdc_init();
usb_init();

setup_adc_ports(AN0_TO_AN1);
setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_64);
output_high(LED_GREEN);

//while(!usb_cdc_connected()) {}

while(TRUE) {

if(input(BUTTON) == 0)
{
output_low(LED_GREEN);
}
}
}

```



```

output_high(LED_RED);
for(vbb=0;vbb<=4;vbb++){
    output_b(vbb);
    set_adc_channel(1); //Habilita canal 1
    delay_us(20);
    valor2 = read_adc();
    tensao2 = (valor2*2.97)/1023; /*2.97 para poder
tirar a corrente Ib corretamente em uA
    Ib = (tensao2/120)/0.000001;
    usb_task();
if (usb_enumerated())
    printf(usb_cdc_putc, "\r\nIb:%f\n", Ib);
for(vcc=0;vcc<=15;vcc++){
    output_d(vcc);
    set_adc_channel(0); //Habilita canal 0
    delay_us(20);
    valor = read_adc();
    tensao = (valor*5)/1023;
    Ic = (tensao/150)/0.001;
    usb_task();
    if (usb_enumerated())
        printf(usb_cdc_putc, "\r\nIc:%f\n", Ic);
    }
}
output_b(0);
output_d(0);
output_high(LED_GREEN);
output_low(LED_RED);
}
delay_us(20);
}

```

8 PROBLEMAS E SOLUÇÕES

O maior problema na projeção e implementação do projeto foi como medir as correntes I_c e I_b . Primeiramente foi sugerido pelo professor usar um resistor de shunt em série com o circuito para servir de amperímetro. Porém depois de várias tentativas não dava certo. Depois o grupo teve a idéia de usar um Sensor de efeito hall para medir as correntes, mas os sensores eram difíceis de se achar e como neste projeto a corrente não chegava nem a 0,5A, ficava difícil achar algum sensor de efeito hall que tinha uma boa precisão para correntes baixas. Após o grupo perceber que não teria como achar um sensor de efeito hall compatível com o necessário para o projeto, o grupo voltou a idéia de usar o resistor shunt para medir a corrente, e fazendo o uso de um amplificador operacional como diferenciador para medir a queda de tensão em cima do resistor shunt e obter a corrente através da lei de ohm, se tornou possível medir as corrente com uma grande precisão e assim avançar no projeto.

9 CONCLUSÃO

Concluiu-se que se obteve um grande conhecimento sobre transistores, conversores digitais e instrumentação e medidas. Apesar de não se ter concluído o projeto por completo, pois aconteceu erros na implementação da placa principal, o projeto foi simulado por completo e pode ser melhorado e implementado corretamente.