



Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Departamento de Engenharia Elétrica

## **Relatório de Estágio Supervisionado**

**Diogo Wallace Ferreira de Almeida**

**Campina Grande - Pb**  
**Novembro de 2006**



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

Diogo Wallace Ferreira de Almeida

## **Relatório de Estágio Supervisionado**

Relatório apresentado à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da UFCG, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006

### **Banca Examinadora**

---

**Francisco das Chagas Fernandes Guerra**  
Orientador

---

**Luís Reyes Rosales Montero**  
Professor Convidado

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	4
ATIVIDADE 1: TUTORIAL - CONSTRUÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO .....	5
ATIVIDADE 2: TUTORIAL - LAYOUT PLUS .....	10
ATIVIDADE 3: CATALOGAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE MATERIAS ELETRÔNICOS.....	21
ATIVIDADE 4 : MONTAGEM DO PCSCOPE .....	22
ATIVIDADE 5: IMPLEMENTAÇÃO DA CHAVE SÍNCRONA MICRO-CONTROLADA .....	25
ATIVIDADE 6: IMPLEMENTAÇÃO DE FONTES DE TENSÃO .....	28
CONCLUSÃO .....	29

## INTRODUÇÃO

O estágio supervisionado foi realizado no Laboratório de Proteção e Simulação de Sistemas de Potência (LASSE) do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, com orientação do professor Francisco das Chagas Fernandes Guerra, no período de agosto a novembro de 2006. O estágio teve como objetivo efetuar melhorias no citado laboratório, nos aspectos de organização e desenvolvimento de instrumentos, bem como elaboração de respectivos manuais de utilização. Como exemplo das atividades realizadas, pode-se citar a montagem de fontes de tensão, elaboração de tutorial para construção de placas de circuito impresso (PCI), tutorial para elaboração de layout para PCI com o software *Layout Plus*<sup>®</sup>, catalogação e organização de componentes eletrônicos existentes no laboratório, montagem da PCScope e a implementação de chave síncrona micro controlada (CSuC). Este relatório é composto de forma modular, de modo a contemplar cada atividade desenvolvida neste período. Desta forma, cada tópico pode ser lido independentemente dos outros.

## ATIVIDADE 1:

### TUTORIAL - CONSTRUÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

O método utilizado para a construção de placas de circuito impresso foi o de transferência térmica. A principal vantagem do mesmo é a facilidade de aplicação, quando comparado a outros métodos como, por exemplo, o fotográfico. Sua aplicação em circuitos não muito complexos, como o mostrado na Fig. 1, resulta em uma placa com acabamento de boa qualidade, com um custo de produção reduzido. Isto o torna ideal para a fabricação de protótipos em pequenas quantidades.

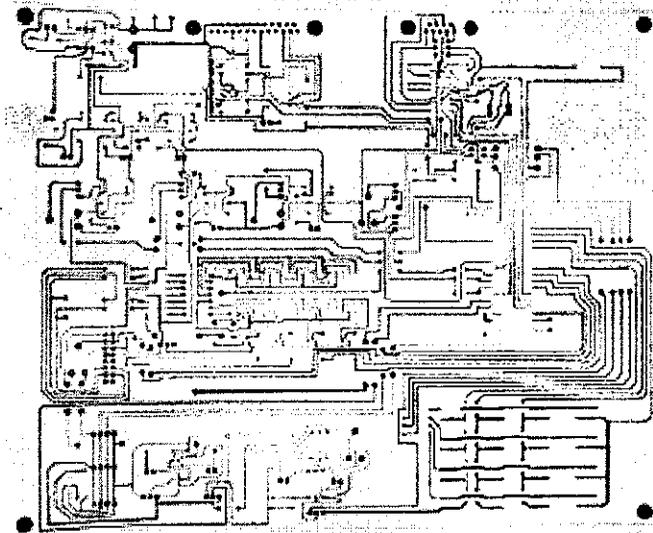


Fig. 1. Exemplo de placa de circuito impresso.

Os passos a serem seguidos para a confecção das placas são os seguintes:

Primeiro passo: Imprima o layout que deseja em papel *glossy* com uma impressora a *laser*. As seguintes observações são feitas:

- Escolha a qualidade de impressão tipo **apresentação** (a impressora aplica mais *toner* na folha com uma resolução superior).
- Empregue folha de alta gramatura ou transparência. (a folha passa na velocidade ideal, sem ficar empenada).
- Se a impressora a *laser* não for disponível, tente imprimir o *layout* em uma máquina de *xerox*; porém, a qualidade não irá ficar a mesma.

Segundo passo: Limpe a placa de cobre virgem com álcool isopropílico e palha de aço (Fig. 2). Faça movimentos circulares com a palha de aço, mantendo-a sempre bem umedecida com álcool. Logo após terminar a limpeza, enxágüe a placa com água, secando-a com um pano macio (uma toalha limpa é perfeita para esse serviço) e guarde-a fora da sujeira e da poeira. Tenha certeza de que não haja nenhum resquício de gordura na placa, senão o *toner* não irá se fixar perfeitamente, surgindo falhas.

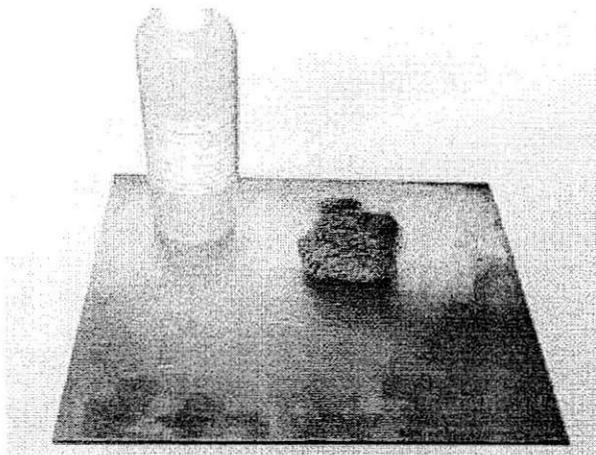


Fig. 2. Placa de cobre virgem com álcool isopropílico e palha de aço.

Terceiro passo: Prepare a solução de perclorato de ferro para o banho de corrosão da placa, utilizando uma cuba de plástico (Fig. 3). Sempre dissolva o perclorato na água, e nunca o contrário!

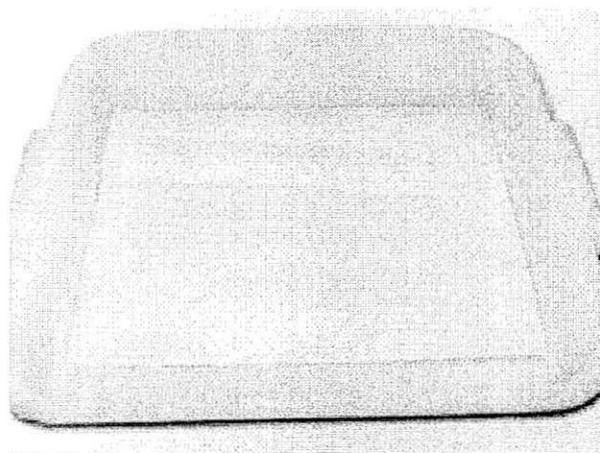


Fig. 3. Cuba utilizada no banho de corrosão da placa.

Quarto passo: Posicione o papel *glossy* com a impressão no mesmo lado da face da placa de cobre. Aqueça o ferro de passar roupa à temperatura suficiente para derreter o *toner*. Depois de aquecido, passe o ferro sobre os quatros cantos da placa para que o papel fique previamente fixado (Fig. 4). Após isso, passe o ferro em movimentos circulares, do centro para as bordas.

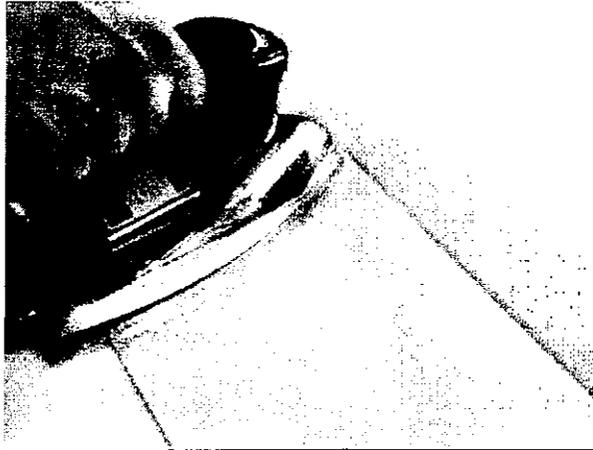


Fig. 4. Processo em que é utilizado o ferro de engomar aquecido.

Quinto passo: Após aplicar o ferro sobre a placa, esperar alguns minutos até que ela fique na temperatura que se possa tocá-la. Colocar a placa em um vasilhame com água o suficiente para que ela fique completamente submersa. Deixe de molho durante 5 minutos.

Sexto passo: Após a placa ficar de molho, escolher um canto dela e puxar com o sentido de 45°, como se estivesse indo contra as trilhas (Fig. 5).

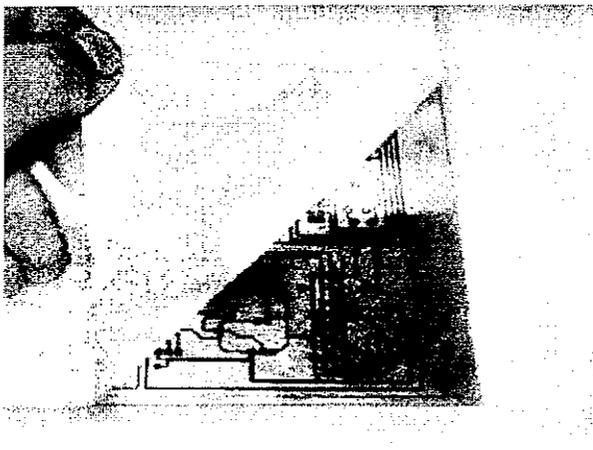


Fig. 5. Processo de retirada do papel *glossy*.

Sétimo passo: A placa ficou quase perfeita, mas algumas vezes ficam nela restos de papel *glossy* (Fig. 6). Outras vezes é necessário dar um retoque com caneta em algumas trilhas que falharam. Para limpar melhor a placa, use uma estopa molhada com água e detergente, passando-a levemente sobre a placa (Fig. 7).

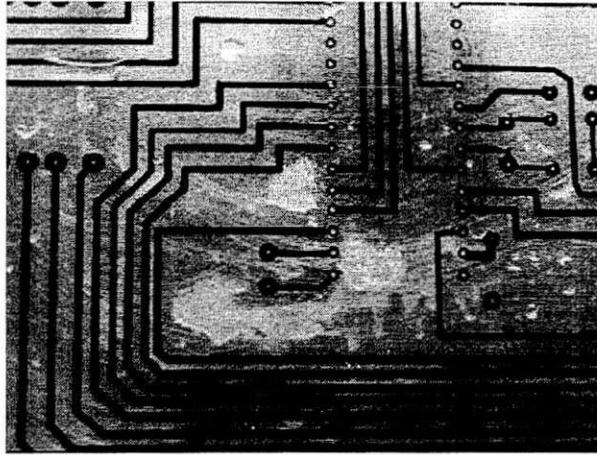


Fig. 6. Resíduos de papel *glossy* na placa.

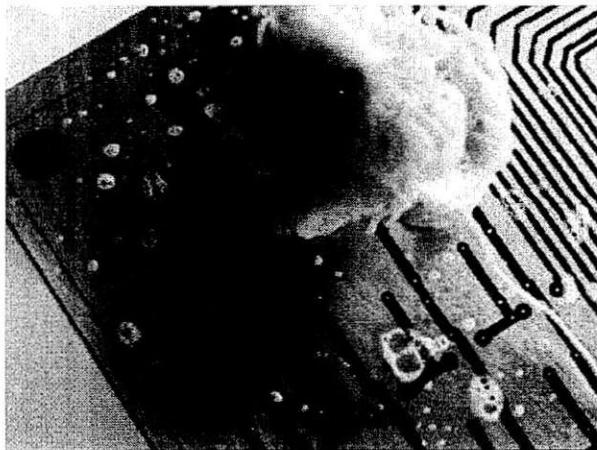


Fig. 7. Retirada dos resíduos de papel *glossy* da placa.

Oitavo passo: Com a solução já preparada, coloque a placa no banho (Fig. 8). Comece a agitar vagarosamente. Observe que a solução vai se tornando azul. Para limpar o *toner*, use uma palha de aço umedecida com álcool isopropílico ou então uma estopa embebida com *thiner*.

Nono passo: Por fim, faça a perfuração dos terminais (há instrumentos disponíveis no mercado, adequados a esta finalidade). Assim, a placa está pronta para ser usada.

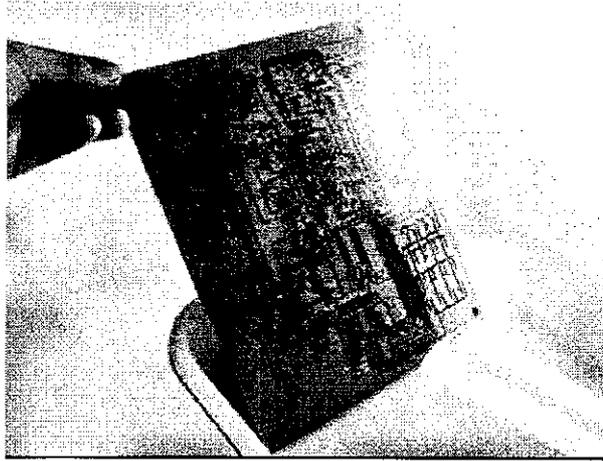


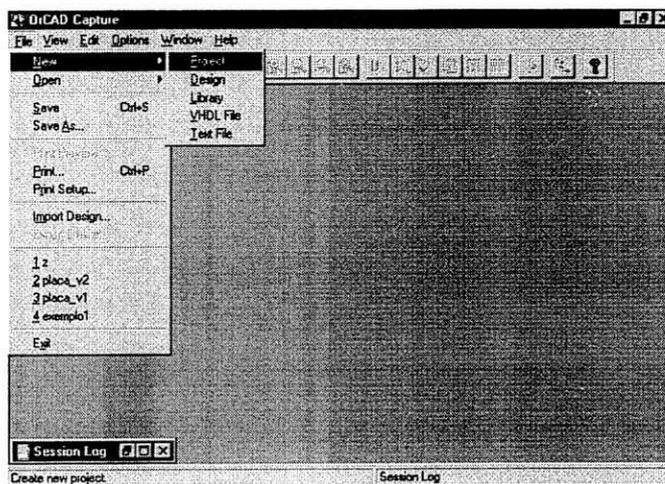
Fig. 8. Imersão da placa na solução de perclorato de ferro.

## ATIVIDADE 2

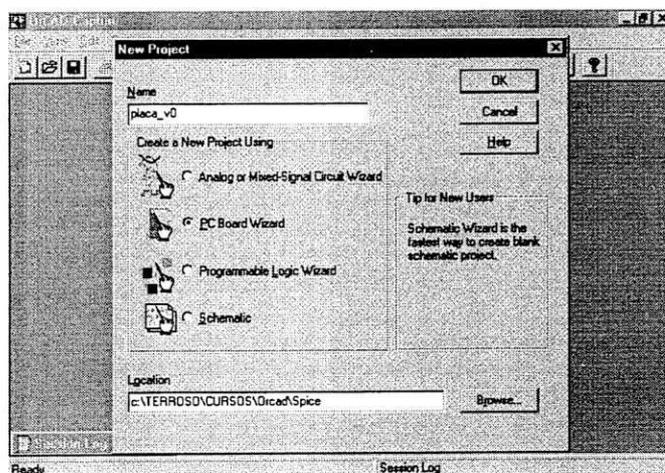
### TUTORIAL - LAYOUT PLUS

O Layout Plus é um software do pacote OrCAD com o qual é possível obter o layout para a construção de placa de circuito impresso. O procedimento para confeccionar uma placa de circuito impresso segue os mesmos passos iniciais da simulação PSPICE. A seqüência de procedimentos a ser seguida é ilustrada de modo resumido, através das telas mostradas a seguir.

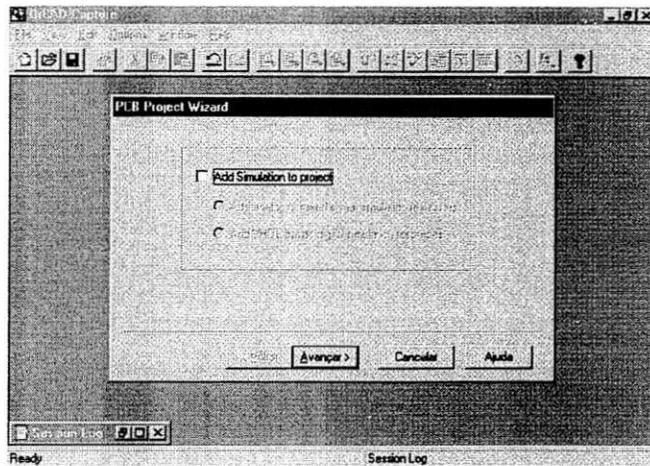
- Procedimentos: **File** ⇒ **New** ⇒ **Project**.



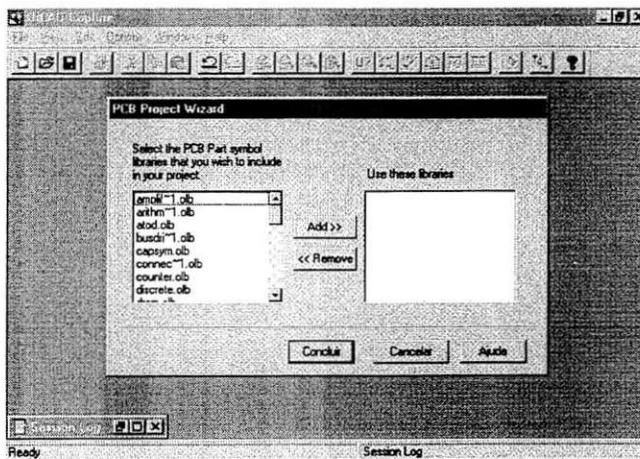
- A opção para criar uma placa de circuito impresso é PCBoard Wizard.



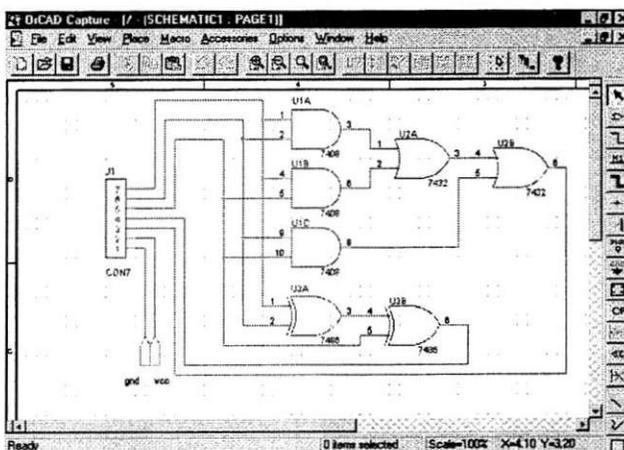
- A seguir, aparece a seguinte tela, que pergunta se deseja acrescentar ao projeto a opção de simulação (menus do PSPICE).



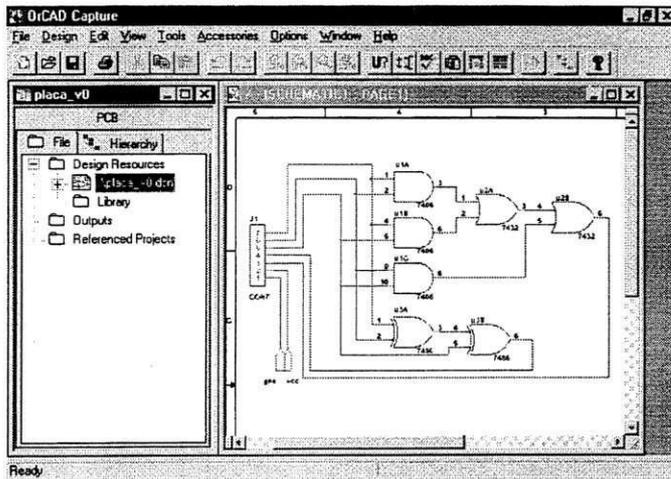
- Ao contrário da simulação SPICE, nenhuma biblioteca é adicionada à folha de trabalho na confecção de PCI. As bibliotecas podem ser adicionadas depois.



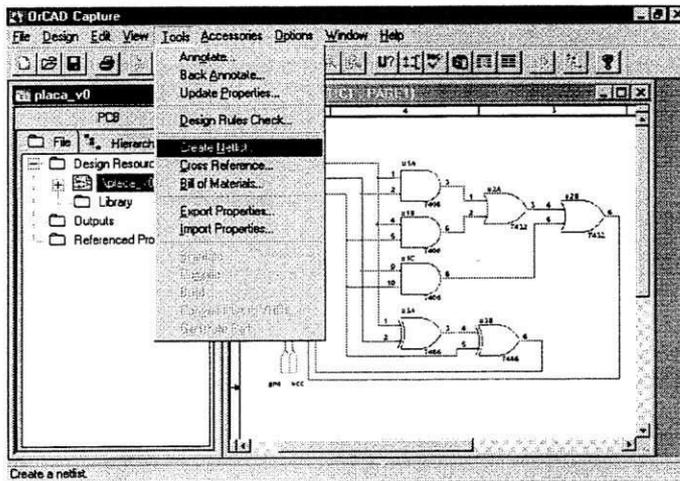
- Circuito que servirá para construir a PCI.



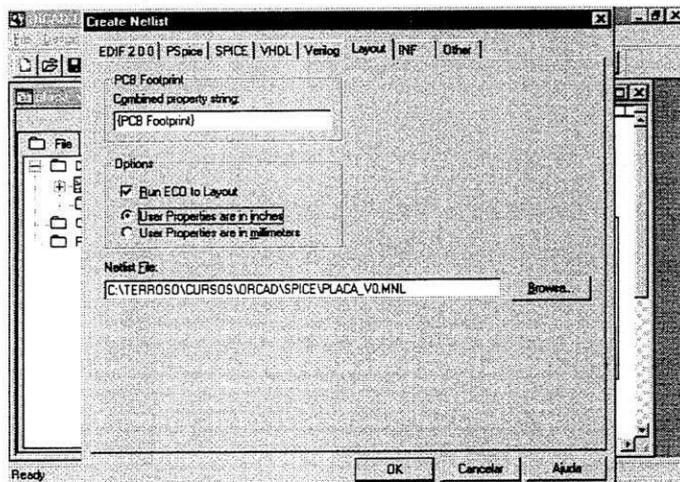
- Este procedimento habilita a opção Netlist no *menu* Tools.



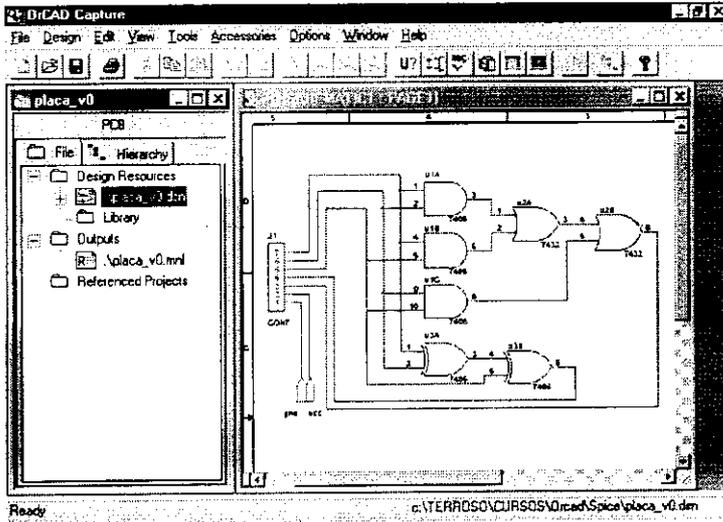
- Para gerar o Netlist escolha Create Netlist no *menu* Tools.



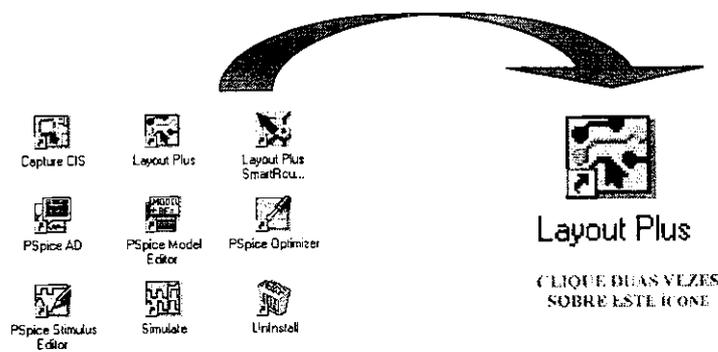
- Para gerar corretamente o Netlist escolha as opções abaixo.



- O Netlist é gerado sem problemas. O arquivo gerado encontra-se na pasta **Output**.



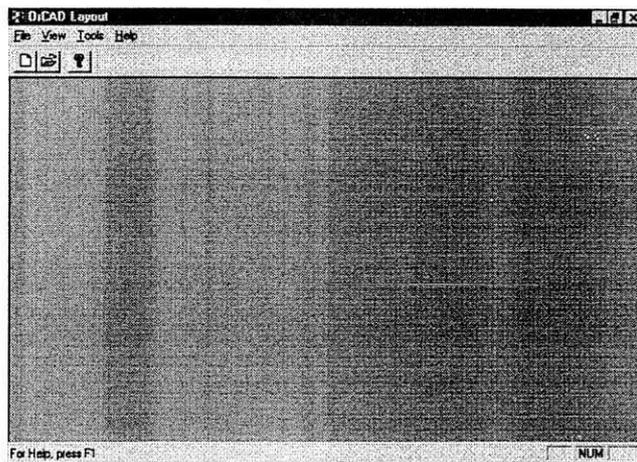
- Os próximos passos serão realizados em outra ferramenta: o **Layout Plus**.



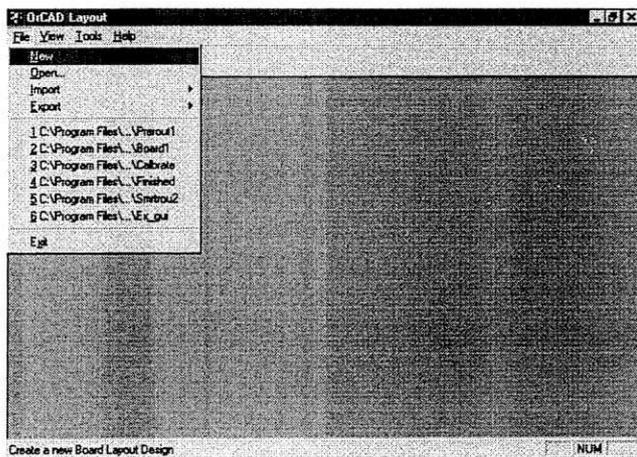
### • OrCAD LAYOUT



- Esta é a tela do OrCAD LAYOUT.



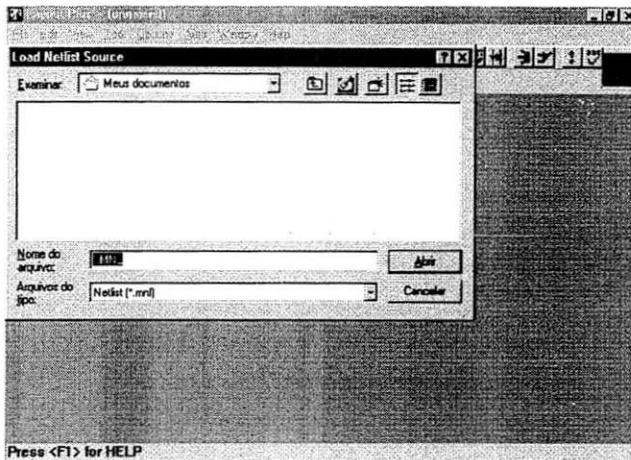
- Para criar um novo *layout* de placa, no menu **File** escolhemos a opção **New**.



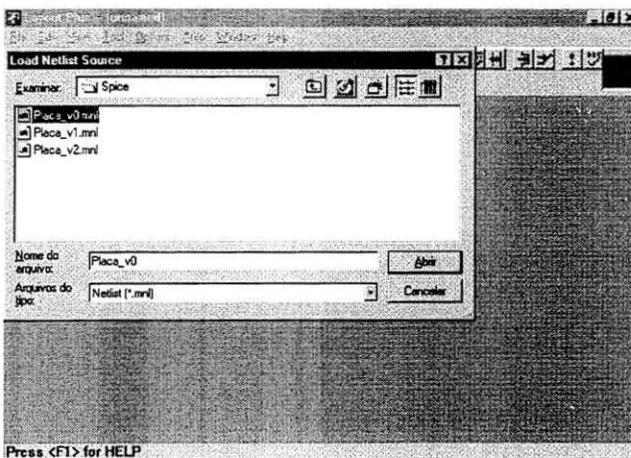
- **Template** define propriedades da placa que está sendo confeccionada, como por exemplo: espaço e *grids* do roteamento, dimensões do *padstack*. Você pode usar outros, porém o uso do *default* é mais aconselhado.



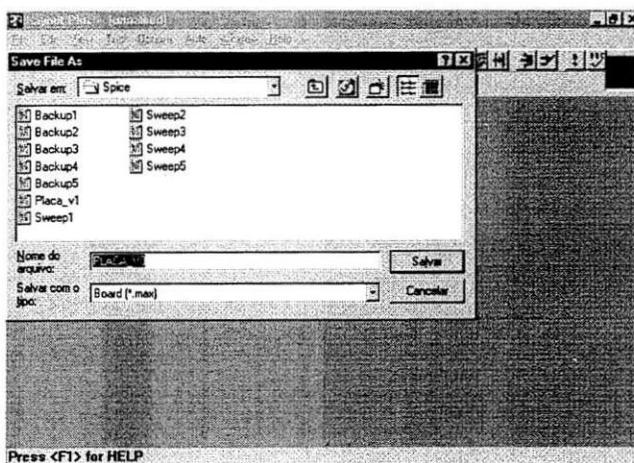
- O próximo passo é carregar o arquivo **Netlist** gerado anteriormente na ferramenta **Capture**. Esta tela abre automaticamente.



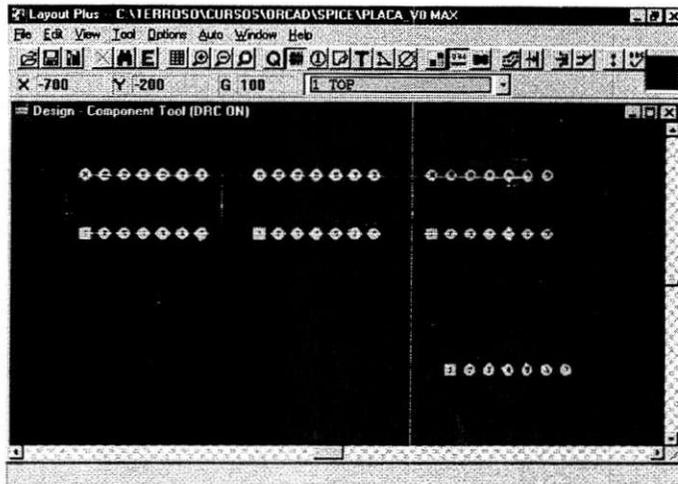
- Carregando o arquivo **Netlist**.



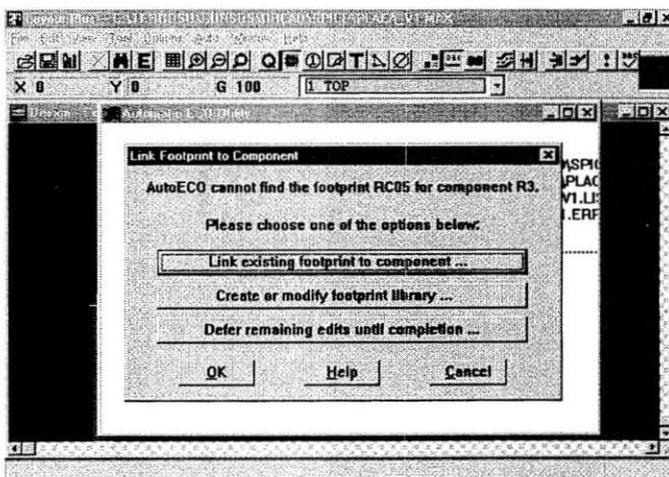
- Salvando o arquivo da placa de circuito impresso (esta tela abre automaticamente depois de carregado o **Netlist**).



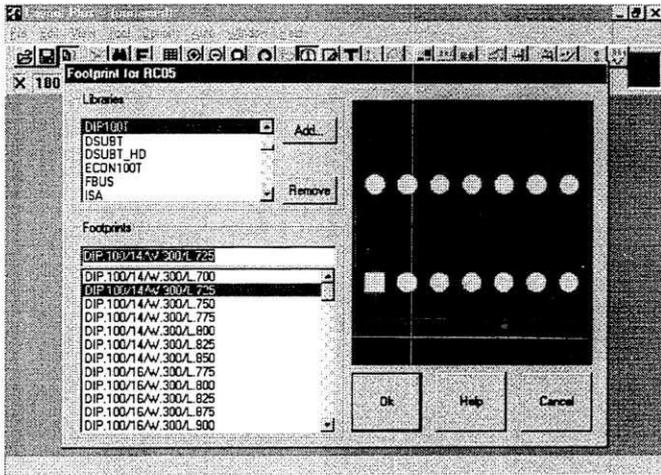
- Se todas as *footprint* (máscara do componente) estiverem corretas então o circuito da placa é automaticamente carregado. Note que as conexões já estão feitas (não é o roteamento).



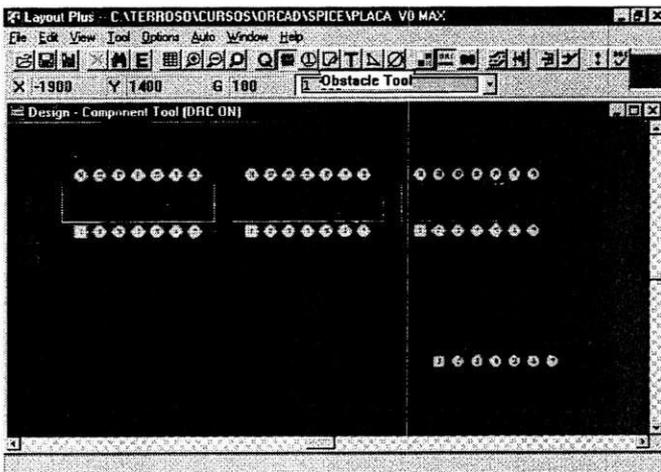
- Quando se coloca qualquer componente no **Capture**, este já tem o *footprint* que será utilizado pelo *layout*. (clicando duas vezes sobre o componente no **Capture** aparecerá uma tela onde aparece um campo chamado *footprint*).
- Caso o componente usado não tenha um footprint, a ferramenta **Layout** irá apresentar uma mensagem de advertência, solicitando que você escolha um *footprint* para o componente em questão.
- Além disso você pode criar um *footprint*.



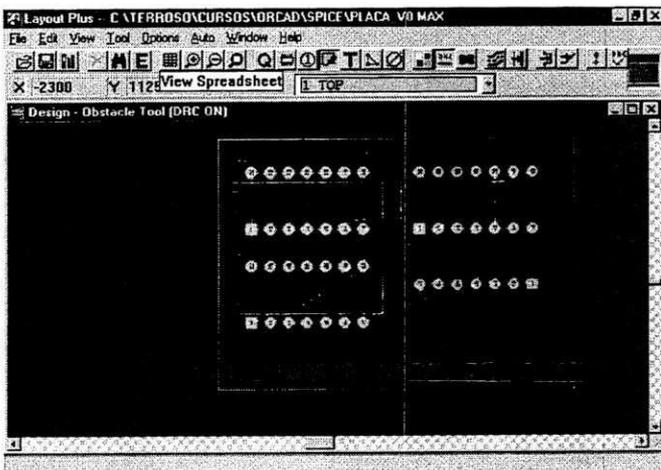
- Caso a opção foi adaptar, escolha nas bibliotecas abaixo o *footprint* que mais se assemelha ao procurado.



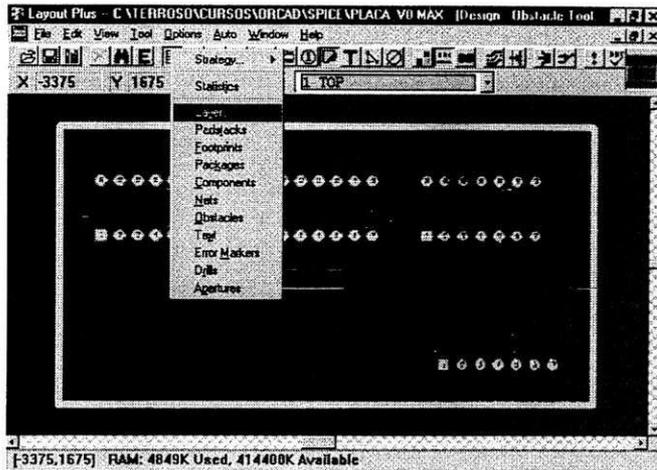
- Desenhar a borda da PCI.



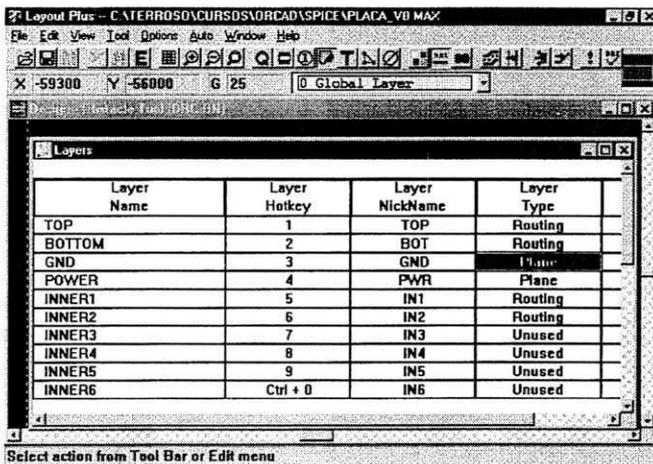
- Feito o contorno, é necessário escolher quais serão os *layers* utilizados para o roteamento, clicando sobre **view spreadsheet**.



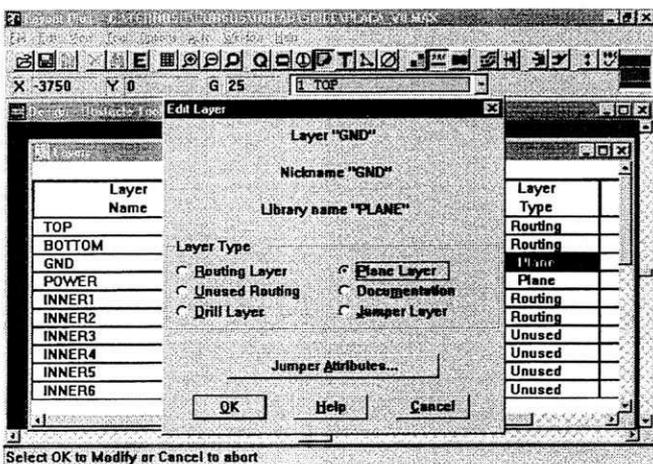
- Escolher a opção layers.



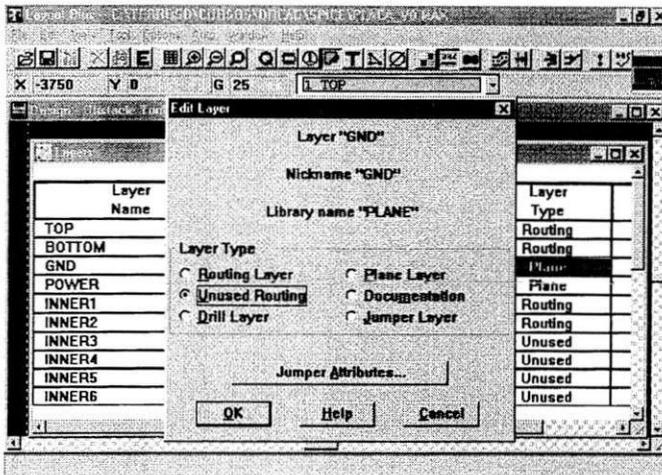
- Além dos *layers top e bottom*, o OrCAD tem mais de 10 *layers*. Se eles não forem desabilitados, serão utilizados no roteamento.



- Clicar duas vezes sobre os *layers* que deseja desabilitar, depois escolha a opção **unused routing**.



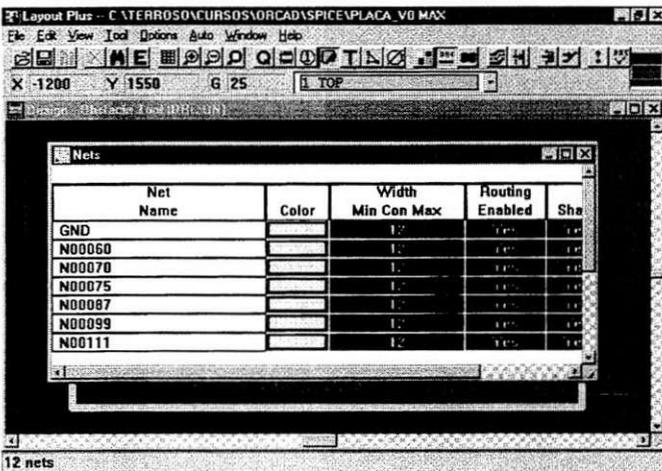
- Desabilitar os *layers*.



- Feita a seleção dos *layers*, agora no mesmo botão configura-se os *nets*.



- Para ajustar todos de uma só vez clique sobre net name.





### **ATIVIDADE 3**

#### **CATALOGAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE MATERIAS ELETRÔNICOS**

O LASSE dispõe um considerável estoque de componentes eletro-eletrônicos ao qual é capaz de dar suporte a projetos na área de eletrônica e eletrônica de potência. Entretanto, grande maioria de componentes eletrônicos encontrava-se misturada em caixas, criando assim uma grande dificuldade em encontrar esses dispositivos. Assim, propusemos a catalogação e organização deste material, o que constituiu exaustiva tarefa.

Também recomendamos providências no sentido de efetuar aquisição de material necessário para a fabricação de placas de circuito impresso, como placas cobreadas virgens, percloroeto de ferro, perfurador, verniz isolante e outros materiais necessários ao funcionamento de um laboratório de eletricidade e eletrônica.

## ATIVIDADE 4

### MONTAGEM DO PCSCOPE

Outra atividade desenvolvida durante o estágio foi a montagem do PCScope. O PCScope é, na verdade, um conversor analógico-digital programado por computador, capaz de desempenhar as funções de voltímetro, osciloscópio, analisador de espectro e registrador de transitório, que foi desenvolvido pelo professor Luís Reyes Rosales Montero, do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

A montagem deste equipamento se deu com uma grande dificuldade, pois não havia praticamente nenhuma documentação. No LASSE havia apenas um protótipo montado, porém bastante danificado. Com muito trabalho e paciência, foi possível a montagem de um outro protótipo, a partir daquele já existente e do diagrama de blocos da Fig. 9.

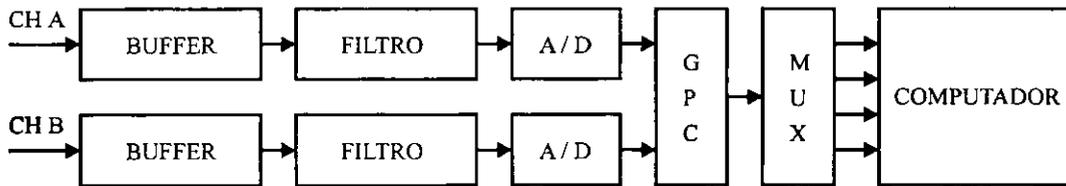


Fig. 9. Diagrama em blocos do PCScope.

O *buffer* é o primeiro bloco que o sinal passa antes de chegar ao conversor analógico-digital. Cada PCScope possui dois canais (CHA e CHB) e cada canal possui um *buffer*, um filtro e um conversor analógico-digital. O *buffer* tem a função de fazer o casamento de impedância e é constituído de um amplificador operacional TL082 configurado da seguinte forma:

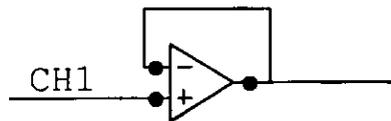


Fig. 10. *Buffer* constituído pelo TL082..

Depois do casamento de impedância, é feita uma limitação da frequência do sinal de entrada. O filtro implementado é um filtro passa-baixas com frequência de corte de aproximadamente 60KHz. Essa frequência foi escolhida devido o limite imposto pelo conversor analógico digital, o AD1674 da ANALOG DEVICES, o qual possui um limite de frequência de 100KHz.

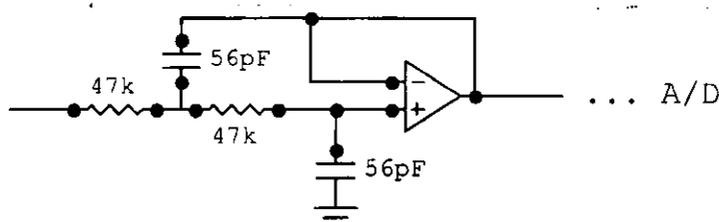


Fig. 11. Filtro passa-baixas.

Depois de passar pela parte de checagem, o sinal chega ao conversor analógico-digital. Como já foi dito anteriormente, o conversor utilizado pelo PCScope é o AD1674 da ANALOG DEVICES e que possui as seguintes características:

- 100K amostras por segundo;
- Sample-and-Hold embutido;
- Conversão em 12 bits ou 8 bits;
- 10 volt de referência;
- Seleção de entrada com 10 volt ou 20 volt;
- Entrada bipolar (-5 V/ +5volt ou - 10 V à +10 V) e unipolar (0 V a +10 V ou 0 V a -20 V);
- Alimentação de +15 volt, -15 volt e +5volt;
- Status que indica o fim de conversão. Se o pino de Status estiver em nível baixo a conversão estará terminada.

O PCSCOPE usa uma configuração de 12 bits, 10 volt de entrada e modo bipolar.

Fazendo a seleção do canal estamos na verdade escolhendo qual A/D irá funcionar e qual irá “descansar”. A escolha do A/D é feita por *software* e através da porta paralela do computador o sinal de controle chega ao circuito. A seleção do A/D é feita através de um único bit (A2, porta 4). O GPC (Fig. 9) é um gerador de produtos canônicos que tem a função de controlar os multiplexadores 74LS244 de duas entradas de 4 bits e uma saída e 4 bits cada CI. O multiplexador 74LS244 controla o fluxo de saída do AD para a

porta paralela, pois a saída do circuito vai para os 4 pinos da porta B (Input) da porta paralela. O GPC é formado por três portas lógicas NAND que controlam o MUX.

A nova placa é mostrada na Fig. 10 e na Fig. 11.

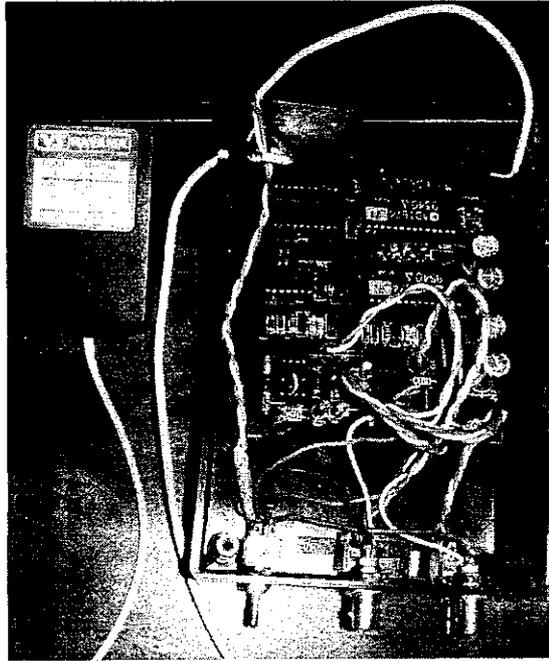


Fig. 10. Vista 1 do PCScope.

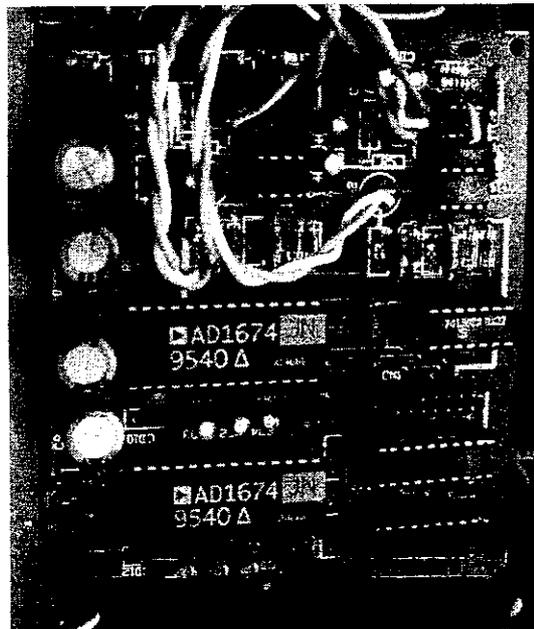


Fig. 11. Vista 2 do PCScope.



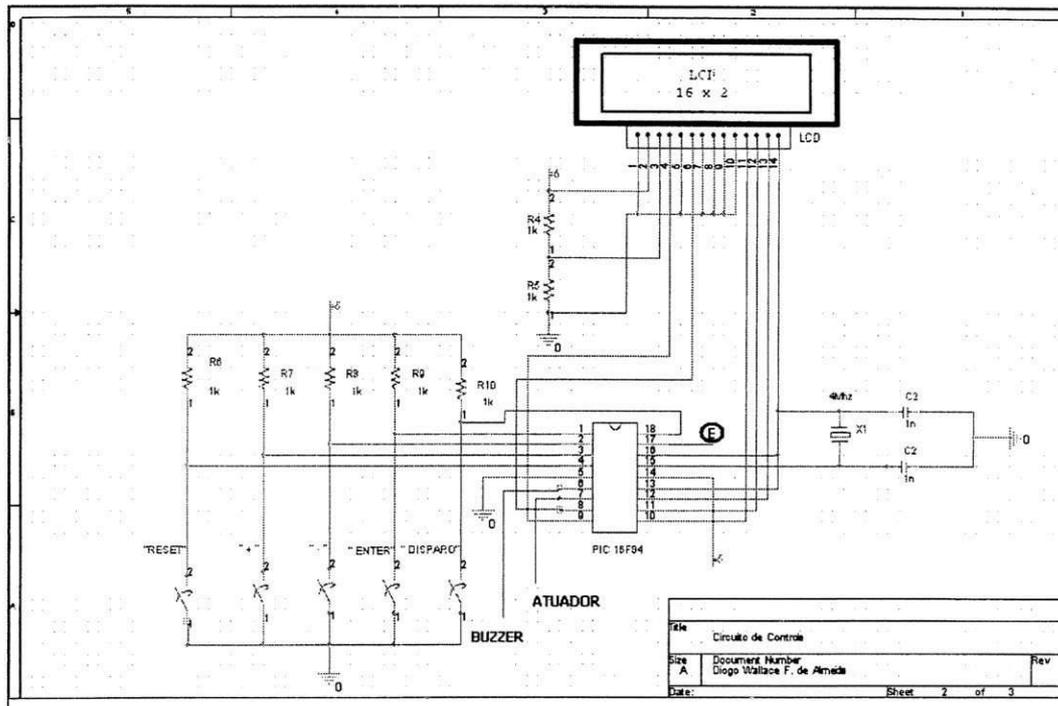


Fig. 13. Circuito de controle.

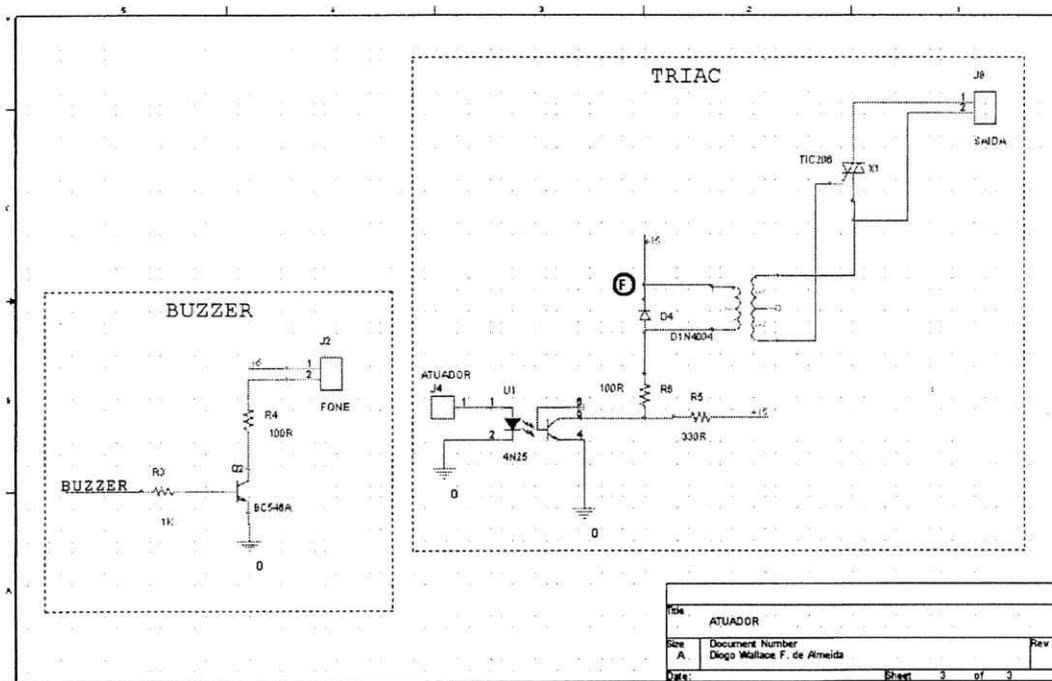


Fig. 14. Circuito atuador.

A CSuC implementada é utilizada no LASSE como instrumento de bancada, disponível para ensaios de *corrente inrush* em transformadores monofásicos.



## **ATIVIDADE 6**

### **IMPLEMENTAÇÃO DE FONTES DE TENSÃO**

Um problema existente no LASSE era a falta de fontes de tensão simétricas para o uso geral. Aproveitando o vasto número de componentes eletrônicos existentes no laboratório foram montadas seis fontes de tensão simétricas, de + 15V / - 15V, 3A.

## CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas ao longo do período de estágio foram bastante importantes para a minha formação do engenheiro eletricista, tanto no tocante ao aprendizado técnico-científico quanto ao crescimento pessoal. Sendo assim, foi de grande valia a dedicação a esta atividade.

Mesmo não sendo realizado em um ambiente empresarial, o estágio permitiu que fossem proporcionados subsídios suficientes para o empreendimento de atividades de pesquisa e desenvolvimento, as quais têm sido objeto de crescente interesse das empresas públicas e privadas.