

## DOCUMENTAÇÃO DE AULA

L.F./2001 (revisão)

A importância da documentação de uma aula prática dispensa comentários. Basta lembrar que uma aula de laboratório é um evento singular, no qual o aluno defronta-se com situações inesperadas, observa fatos nem sempre facilmente reproduzíveis, mede grandezas em condições muito específicas. Se o aluno perder a "memória" do que aconteceu, pouco adiantará procurá-la nos livros, que se dedicam a aspectos mais genéricos. E essa memória deve estar registrada na documentação.

No que se segue, comentam-se algumas características desejáveis para a documentação dos Laboratórios Digitais. São abordados apenas aspectos genéricos, a título orientativo, já que as características específicas, os detalhes, dependem da experiência realizada.

A documentação de cada experiência será feita em um único documento, que é o Relatório Planejado e inclui o plano da experiência e as anotações feitas em aula. Este documento é julgado pelo professor e recebe duas notas: a primeira, relativa à qualidade do plano e a segunda, em função do relato da experiência, isto é, da qualidade das observações e das respectivas justificativas.

### 1 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O Relatório Planejado (RP) deverá ser preparado antecipadamente pelo grupo que compartilha uma bancada no laboratório. Isto é essencial para evitar que a aula prática, já por natureza sujeita a imprevistos, transforme-se num "happening". O Aluno que vem ao laboratório sem saber o que vai fazer, faz não se sabe o quê (se fizer) e sai sem saber o que fez (se é que fez). É muito importante que todo o grupo participe da elaboração do planejamento, pois o tempo de aula é curto e não deve ser usado, por nenhum aluno, para estudar o que os companheiros fizeram. O conhecimento individual do aluno a respeito do planejamento da experiência será avaliado pelo professor.

O Relatório Planejado é um documento técnico e desta forma, deverá conter alguns itens obrigatórios, que são a seguir comentados. São eles, em resumo:

- Capa
- Descrição dos objetivos da experiência;
- Projeto (repetir os itens abaixo para cada diferente projeto da experiência)
  - resumo descritivo
  - diagrama de blocos
  - diagrama lógico
  - metodologia de depuração
  - programação das medições
  - medidas
  - comentários
- Conclusão da experiência

## 2 CAPA

A capa do Relatório Planejado deverá conter as seguintes informações: nome da disciplina, número e título da experiência, data da realização da experiência, bancada, nome dos integrantes do grupo, turma e nome do professor.

## 3 DESCRIÇÃO DOS OBJETIVOS DA EXPERIÊNCIA

As instruções de laboratório, evidentemente, contêm o "enunciado" da experiência. A descrição a que este item se refere não deve ser uma mera cópia do que está nas instruções, mas um texto curto, conciso, que registre a interpretação do grupo sobre o que se pretende fazer. É o registro do que o grupo "entende" que vai fazer, a partir do qual o planejamento é preparado.

Preparar, em conjunto, esse resumo, é o primeiro passo para que todos os elementos do grupo fiquem com a mesma visão do trabalho.

## 4 PROJETO

Uma aula prática sempre pressupõe a execução de pelo menos um "projeto" de sistema, seja ele a interligação de uns poucos componentes, a mera interligação de instrumentos já existentes ou a criação e interligação de subsistemas mais ou menos complexos.

A complexidade da documentação de projeto depende, naturalmente, do tipo de sistema a ser projetado.

Assim, eventualmente alguns projetos poderão dispensar, por sua simplicidade um ou mais dos itens descritos nas seções seguintes.

### 4.1 RESUMO DESCRITIVO

Na descrição resumida do projeto, que não deve ser confundida com a da experiência (item 1.1), o grupo deve apresentar a solução adotada, dentre as diversas possíveis. Decisões críticas, quanto à escolha de alternativas, devem ser registradas, comentadas e justificadas. Neste resumo, o aluno deverá explicar o funcionamento de seu projeto.

### 4.2 DIAGRAMA DE BLOCOS

O diagrama de blocos é um "retrato" simplificado do sistema projetado, no qual se identificam os subsistemas componentes. É uma ferramenta essencial para o detalhamento do projeto e a elaboração da metodologia de depuração do sistema, na bancada do laboratório.

Ressalte-se que os blocos do diagrama devem indicar as funções a serem executadas ou os dispositivos que as executam e não os componentes comerciais específicos que se pretenda usar. Por exemplo, os blocos de um diagrama podem indicar funções do tipo "contagem de pulsos", "registro serial", etc., ou os dispositivos correlatos ("contador", "registrador-deslocador", etc.), mas não pastilhas específicas (74160, 9300, por exemplo). Estas somente serão especificadas no diagrama lógico.

Não necessariamente os subsistemas são representados, num mesmo diagrama de blocos, com o mesmo grau de detalhamento. Um diagrama pode conter blocos indicando dispositivos específicos (contador, oscilador, registrador, etc.) e blocos menos detalhados (unidade de controle, por exemplo). Esse "grande bloco" unidade de controle pode estar representando um subsistema de maior complexidade, a ponto de merecer o seu diagrama de blocos em separado, por questões de clareza.

Às vezes, um detalhe de projeto pode ser tão relevante que vale a pena representá-lo como um bloco, no diagrama. É o caso, por exemplo, de retardos que se presumam essenciais para o funcionamento correto do sistema.

Todos os sinais relevantes (não só os de entrada e saída do sistema global, mas também os de interligação entre subsistemas, quando for o caso) deverão ser indicados no diagrama.

Por outro lado, há casos de projetos muito simples aos quais não se aplica a divisão em blocos funcionais. Nestes casos, este item poderá ser dispensado.

### 4.3 DIAGRAMA LÓGICO

O DL é a representação detalhada do projeto, numa forma que possibilite o completo entendimento de seu funcionamento. O DL é o documento mais importante do Relatório Planejado, sem o qual não é possível executar a experiência e sua elaboração deve seguir as regras aqui apresentadas. Um exemplo de DL encontra-se ao final deste documento.

1. O DL deverá ser desenhado em folha A4, com margens, utilizando-se gabarito e régua ou programa de computador. Não é uma figura a ser inserida no texto; deverá estar anexo ao Relatório Planejado. Cada DL deverá representar apenas um projeto.
2. O DL é a representação do projeto e por isso, nenhum componente pode ser omitido ou não identificado.
3. O DL é um diagrama **lógico** e desta forma, os símbolos utilizados devem ser adequados e suficientemente detalhados, para que a operação do sistema possa ser visualizada com facilidade. Portas lógicas, por exemplo, devem ser desenhadas explicitamente; a representação de uma pastilha contendo portas lógicas através de um retângulo com "pernas", mesmo numeradas, por exemplo, não permite o entendimento da operação do sistema, a não ser consultando-se, concomitantemente, um manual de circuitos integrados. Símbolos mais "densos" só podem ser utilizados quando forem de uso tão comum e padronizado que não fiquem dúvidas sobre o que significam (é o caso, por exemplo, dos retângulos representando "flip-flops", dos trapézios representando multiplexadores e demultiplexadores, etc.).

A ABNT propôs a padronização das representações dos componentes. Por exemplo, segundo esta proposta o símbolo de uma porta lógica AND seria conforme é mostrado na Figura 1.1.

Para que o aluno possa se aprofundar a respeito destas notações, sugere-se as publicações específicas disponíveis na ABNT. Nos cursos de Laboratório Digital, utilizar a notação convencional.

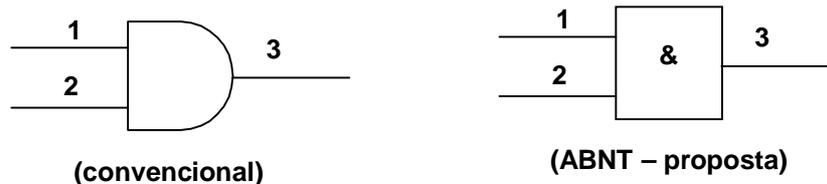


Figura 1.1 – Comparação de um AND nas Representações Convencional e ABNT

4. Todos os pinos usados e não usados dos componentes lógicos deverão estar numerados, de acordo com o manual do componente. Não deverá ser necessário consultar o manual no momento de execução da experiência para se fazer a montagem do circuito.
5. Todos os componentes do projeto deverão estar identificados por seu tipo (7474, 7400, etc) e por um número seqüencial (CI1, CI2, etc.). No canto inferior esquerdo do DL deverá haver um quadro com a relação dos componentes, sua posição no painel, o pino terra e o pino de alimentação (VCC).

Observe-se que a posição dos componentes no painel deve ser pensada no planejamento pois pode ter influência decisiva no desempenho do sistema. Um posicionamento inadequado pode resultar em ligações demasiadamente longas, fios entrelaçados, formação de malhas críticas (no que se refere a realimentações indesejáveis), havendo riscos de interferência, principalmente quando sinais de alta frequência estiverem envolvidos. Além disso, fios trançados sobre o painel dificultam a depuração do circuito.

6. A disposição dos componentes no DL deverá favorecer a leitura do projeto. Assim, recomenda-se que na representação do DL os sinais fluam da esquerda para a direita e de cima para baixo.
7. O DL deverá conter, no canto inferior direito, um quadro de identificação do projeto, dos projetistas e da experiência.

#### 4.4 METODOLOGIA DE DEPURAÇÃO

Evidentemente, a depuração de um circuito montado no laboratório não é um processo algorítmico, passível de uma metodização absoluta. Os problemas que surgem são imprevisíveis e a correção das suas causas é procurada através da análise dos efeitos constatados.

Entretanto, a depuração não deve ser transformada num processo totalmente aleatório. É necessário estabelecer-se uma disciplina, nessa busca de causas a partir de efeitos. É justamente para o desenvolvimento dessa disciplina no processo corretivo que as aulas práticas existem. E é no planejamento prévio da aula que o processo se inicia.

Assim, o grupo deve preparar, antes da aula, o que aqui se chamará de "metodologia de depuração", um esquema orientativo para o processo de depuração, adequado ao particular projeto.

Essa metodologia tentativa, é claro, deverá ajustar-se à "realidade da bancada", ao que realmente acontecer durante a aula. Ela apenas servirá de orientação para fazer-se uma espécie de manutenção preventiva, disciplinada, para minimizarem-se os problemas na depuração do sistema global. Os problemas que persistirem após essa "manutenção" deverão ser atacados, também disciplinadamente, através de uma metodologia estabelecida pelo grupo, casuisticamente, na hora.

O grupo não deve tentar estabelecer uma metodologia absoluta, do tipo "se acontecer tal problema, corrige-se desta maneira". Ela não seria factível. Apenas regras gerais devem ser planejadas (como foi dito, regras do tipo "manutenção preventiva").

Esse planejamento baseia-se praticamente na divisão do sistema em subsistemas consistentes, na depuração "preventiva" individual de cada um deles e na interligação e depuração desses subsistemas numa seqüência adequada.

Assim, no item "Metodologia de Depuração" do planejamento, o grupo deve incluir:

- divisão do sistema em blocos consistentes, com função definida: essa divisão é, praticamente, aquela que gerou o diagrama de blocos do item 1.3.2;
- método de depuração de cada bloco individual: sinais a serem observados, medições a serem feitas, condições de teste, etc. Quanto às condições de teste, duas observações se fazem necessárias: a primeira, é que, na depuração individual, o bloco em teste deve estar isolado, desligado dos demais. Suas saídas devem ser ligadas a instrumentos de ensaio: voltímetros, osciloscópios, "displays" do painel. Suas entradas devem provir de geradores confiáveis. A segunda observação se refere à conveniência de iniciarem-se os ensaios individuais em condições pouco drásticas. Por exemplo, para depurar-se um contador que operará acionado por um "clock" de 5 MHz, é conveniente começar a depurá-lo examinando seu funcionamento passo a passo, com um "clock" lento, gerado manualmente, através dos recursos do painel (botões B1 e B2);
- estabelecimento da seqüência de interligação de blocos, para depuração conjunta: num circuito, podem existir várias seqüências de interligação de blocos que facilitem a depuração. O grupo teve estabelecer, portanto, um plano de interligação de blocos consecutivos, já depurados, de acordo com uma dessas seqüências convenientes. Blocos interligados passam a constituir um novo bloco, que deve estar isolado dos demais, no início da depuração integrada. Para esse novo bloco, deve-se repetir o que foi feito para cada subsistema isolado, no que diz respeito a: sinais a serem observados, medições a serem feitas, condições de ensaio. Ressalte-se que é essencial observar o que acontece na "interface" entre os dois blocos.

Uma vez estabelecida uma seqüência de interligações, é recomendável que o grupo monte o sistema segundo essa mesma seqüência e vá depurando os blocos (isoladamente e interligados) à medida que forem sendo montados. Esse procedimento minimiza as dificuldades de ensaios com o painel muito carregado de componentes e fios.

#### **4.5 PROGRAMAÇÃO DAS MEDIÇÕES**

As medições de que trata este item são aquelas referentes a grandezas a serem apresentadas como resultado da aula experimental (especificadas nas instruções de laboratório). O grupo deve fazer a programação das medições obrigatórias, observando os seguintes itens:

- determinação dos pontos de medição de cada uma das grandezas solicitadas, que devem ser indicados no diagrama lógico do projeto;

- estabelecimento, para cada uma das grandezas a medir, dos seguintes detalhes:
  - resultados esperados: mesmo com o dispositivo depurado, os resultados efetivos podem não ser os esperados. É conveniente, assim, registrar, no planejamento, os resultados esperados, a partir da **análise teórica** do sistema, para comparação com os efetivos e a discussão do desempenho final;
  - estruturação da forma de apresentação dos resultados: formatação prévia de tabelas, gráficos, espaços para preenchimento ou de outras formas de apresentação, escolhidas a priori para cada grandeza a medir.

#### 4.6 MEDIDAS

Todas as medições (feitas no projeto final) que constituam resultados devem ser apresentadas, na forma planejada na preparação da experiência (tabelas, gráficos, etc.), ou em outra forma, se considerada mais apropriada.

#### 4.7 COMENTÁRIOS

O projeto inicial, apresentado pelo grupo no planejamento de aula, não é corrigido pelo professor. As correções, se necessárias, serão introduzidas pelo próprio grupo, através do processo de depuração em bancada.

As correções necessárias ao projeto deverão ficar anotadas, de forma legível, sobre o DL. Cabe, portanto, nos comentários sobre o projeto, justificar as modificações introduzidas.

Essa discussão deve cobrir, pelo menos, os seguintes aspectos:

- indicação de erros de projeto e de possíveis correções;
- indicação de inadequação de projeto, no que diz respeito ao desempenho final; discussão de soluções para melhora do desempenho.

Por erros de projeto devem entender-se aquelas falhas que impossibilitam o funcionamento do sistema. Por projeto inadequado entende-se aquele que funciona, mas com resultados que deixam a desejar.

Por exemplo, neste item do relatório, cabem explicações do tipo:

→ "O contador da unidade de controle, no projeto inicial, era assíncrono, o que impediu a geração correta do sinal NLIMPA. A substituição por um contador síncrono eliminou os "spikes" observados no sinal PCONT e permitiu a geração correta do NLIMPA."

→ "A frequência máxima de operação, no projeto inicial, era de 350kHz, abaixo do 1 MHz requerido. A introdução de um retardo de 200 ns no sinal PMUX, entre a saída mais significativa do registrador R2 e o terminal de seleção do MUX 3 resolveu o problema."

Observe-se que, em geral, os erros dispensam comentários muito extensos, As inadequações é que exigem, normalmente, uma discussão mais cuidadosa.

## 5 CONCLUSÕES

Nenhum relatório técnico do tipo aqui comentado pode ser considerado completo, se não contiver um capítulo destinado a comentários e conclusões, no qual o autor discute e qualifica o seu próprio projeto.

Esse capítulo, ao qual os professores darão a maior atenção, deve cobrir os seguintes aspectos, quando couberem:

- desempenho do sistema em condições normais de funcionamento;
- sensibilidade do sistema a alterações dessas condições normais;
- vulnerabilidade do desempenho do sistema, quanto a aspectos de "lay-out", interferências, retardos imprevisíveis, espalhamento de características dos componentes, etc.;
- restrições à operação (frequências limite, variações de tensão do sistema elétrico toleráveis, temperaturas limite, etc.);
- sugestões para a melhora do desempenho, através de uma maior sofisticação do projeto; discussão de alternativas mais simples, com o mesmo desempenho provável.

Além disso, para "lembrar" o professor (que vai atribuir nota ao relatório) de fatos relevantes ocorridos durante a aula prática, o grupo deve incluir, nas conclusões, um relato resumido de andamento. Por fatos relevantes entendem-se aqueles que acabaram influenciando no desempenho do grupo, quanto à consecução dos objetivos da aula.

### Exemplos:

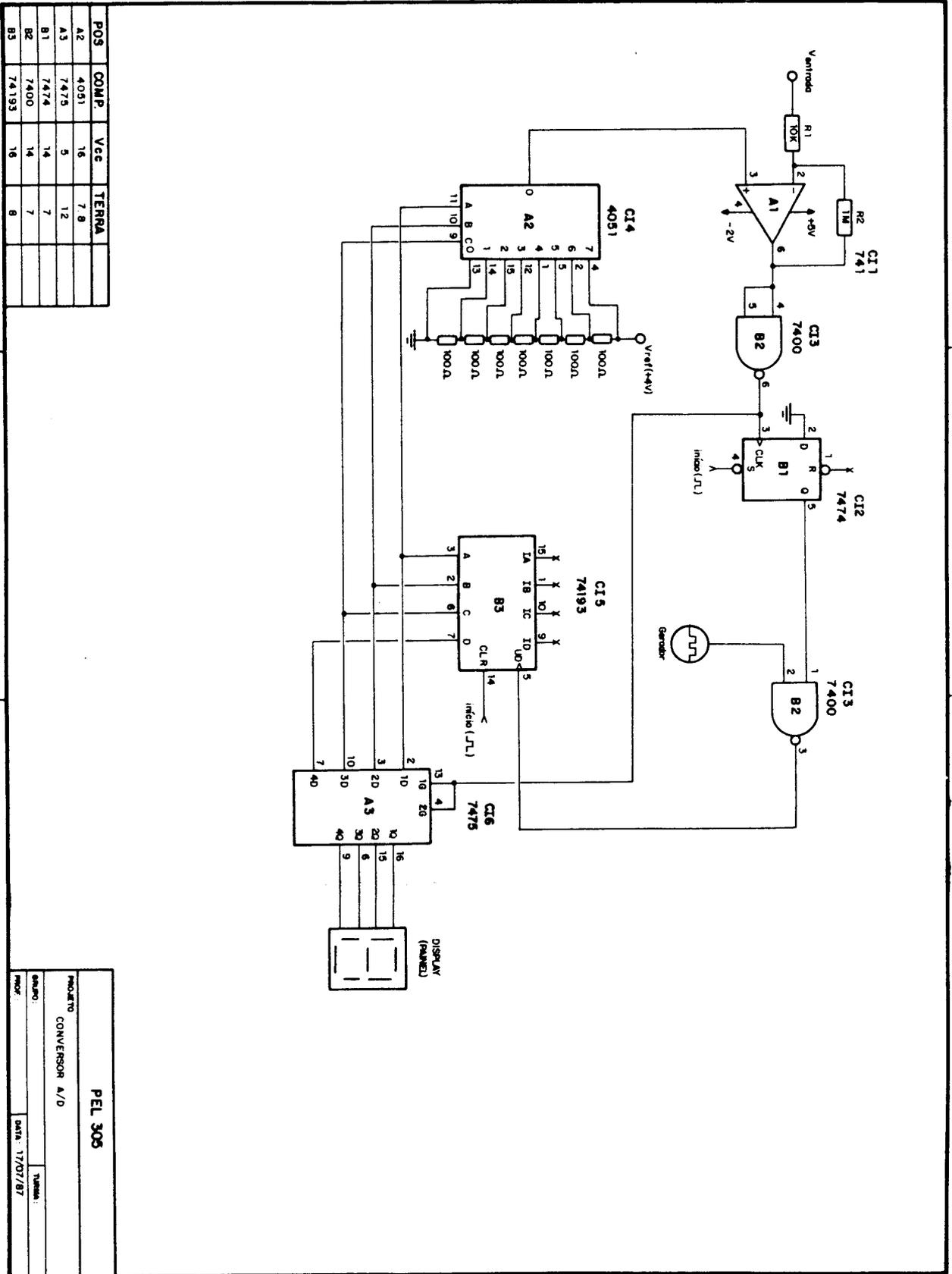
→ supressão de itens da aula, pelo professor, por falta de equipamento adequado, ou por excessivo gasto de tempo em um item (por culpa de um instrumento funcionando incorretamente), ou ainda, por falta de componentes com as especificações exigidas, etc.

→ impossibilidade de atingimento pleno dos objetivos da aula, por culpa do próprio grupo.

Esses fatos certamente foram observados pelo professor, durante a aula. O objetivo deste relato de andamento, então, é relembrar tais fatos, justificando-se o relatório incompleto, no que diz respeito ao escopo inicial da aula. Assim, ele deve ser sucinto e conciso.

Comentários sobre a aula, principalmente se críticos, também cabem nas conclusões.

NZ/RA/LF



POS	COMP.	Vcc	TERRA
A2	4051	16	7, 8
A3	7475	5	12
B1	7474	14	7
B2	7400	14	7
B3	74193	16	8

**PEL 305**

PROJETO: **CONVERSIONOR A/D**

ALUNO: \_\_\_\_\_ TURMA: \_\_\_\_\_

PROF: \_\_\_\_\_ DATA: 17/07/87