

# Realização de um trabalho prático laboratorial

Pedro Fonseca Dep. de Electrónica, Telecomunicações e Informática Universidade de Aveiro Setembro de 2010

A realização de um trabalho prático laboratorial tem muito mais que se lhe diga do que a simples presença no laboratório durante o horário previsto para a aula. A aula é apenas uma parte do processo de realização de um trabalho prático e, ao contrário do que muitos por vezes pensam, é a parte com menor duração... Neste documento iremos rever o processo de realização de um trabalho prático laboratorial.

## Etapas da realização de um trabalho laboratorial

A realização de um trabalho laboratorial é um processo que se desenrola através de uma sequência de várias etapas:

- Cálculos prévios e dimensionamento
- Preparação do trabalho laboratorial
- Execução do trabalho laboratorial
- Cálculo de resultados e análise
- Redacção do Relatório

"Needless to say", como dizem os ingleses, pressupõe-se que todo o estudo prévio dos assuntos a serem tratados já foi previamente realizado.

### Etapa 1: Cálculos prévios e dimensionamento

Esta é a primeira etapa na realização do trabalho. O Guião do Trabalho é, quase sempre, o ponto de partida. Num curso de Eng. Electrónica, os trabalhos práticos decorrem à volta de circuitos ou sistemas, mais simples ou mais complicados. No Guião, definem-se geralmente as características pretendidas para um circuito que irá ser montado e testado, quais os aspectos a analisar... Em termos do circuito a montar, faz-se aquilo a que se chama, em Engenharia, a "Especificação de Requisitos".

A partir dos elementos do Guião (os Requisitos), concebe-se o sistema que irá ser analisado. Faz-se o Projecto do circuito, altura em que se define o esquema do circuito a utilizar (se não foi já definido) e se calcula o valor dos vários componentes (resistências, condensadores, tensões, ...)

O resultado desta fase é, em termos gerais, a documentação necessária para a produção do circuito ou sistema a analisar. Normalmente, será algo como o esquema detalhado do circuito a montar, incluindo o valor de todos os componentes, e definindo também todas as tensões de alimentação.

### Etapa 2: Preparação do trabalho laboratorial

Esta etapa tem por objectivo criar as condições para que o trabalho laboratorial decorra da melhor maneira possível: que seja feito com eficácia, sem demorar mais do que o necessário e sem que seja tão rápido que ficaram coisas por fazer.

Sabendo qual o sistema ou circuito a trabalhar e quais os seus aspectos a serem analisados, define-se e

prepara-se agora todo o procedimento a executar no laboratório:

- que montagens serão necessárias (pode ser necessário alterar o circuito a meio da experiência);
- qual a sequência de medições a fazer, que dados devem ser lidos e de que modo se fará o seu registo. Inclui-se aqui, por exemplo, preparar as tabelas onde irão ser registados os valores lidos, quando for caso disso, ou identificar dados que deverão ser submetidos a tratamentos estatístico.

Com base nesta informação, fica definido o protocolo do trabalho laboratorial a realizar<sup>1</sup>, que deverá ser escrito. Para além dos procedimentos a executar, deverá existir uma lista de todos os componentes, materiais e equipamentos necessários à execução do protocolo que foi definido, de modo a garantir a sua disponibilidade antes do início do trabalho em laboratório.

Também antes de dar início ao trabalho laboratorial, deve-se proceder à montagem prévia do circuito em toda a extensão possível.

No final desta etapa, o executante do trabalho:

- 1. terá o circuito a testar montado;
- 2. conhecerá claramente todo o procedimento a executar, devendo existir um protocolo do trabalho laboratorial a realizar; e
- 3. disporá de todos os componentes, materiais e equipamentos necessários à execução do trabalho, tendo resolvido todos os problemas que pudessem impedir ou perturbar a realização do trabalho laboratorial.

#### Etapa 3: Trabalho laboratorial

É enfim chegado o momento de entrar para o laboratório e começar a trabalhar na bancada, segundo o protocolo definido na etapa anterior.

Todos os valores lidos e todas as observações realizadas são registadas no caderno de registos.

Ao realizar o trabalho, a bancada deve estar arrumada, todos os instrumentos utilizados devem estar claramente visíveis e colocados de forma a permitir a sua fácil leitura e todos os controlos (do circuito, dos equipamentos e dos vários instrumentos) devem estar facilmente acessíveis. É impossível realizar leituras correctas com instrumentos e equipamentos dispersos sem ordem na bancada, com folhas de papel espalhadas, ...

As leituras devem decorrer num ambiente de ordem e tranquilidade. É indispensável estar-se concentrado no trabalho que se está a realizar; não pode haver distracções, nem se pode estar a fazer outras coisas ao mesmo tempo (não há telemóveis, não há SMS, não há conversas sobre os jogos da selecção nem sobre o baile de amanhã, ...) É indispensável estar-se totalmente focado no trabalho que se está a realizar.

No final do trabalho laboratorial, o caderno de registos contém todas as observações efectuadas.

# Etapa 4: Cálculo de resultados e análise

A etapa 4 começa pelo cálculo de resultados: os dados em bruto² obtidos no laboratório são convertidos nos valores das grandezas físicas de interesse. Por exemplo: um osciloscópio não mede desfasamento entre sinais (pelo menos, nem todos...), mede tempos. O dado em bruto será o tempo de atraso medido no osciloscópio (expresso em ms, μs, ...); o cálculo de resultados inclui a sua conversão no valor do desfasamento (expresso em radianos ou graus).

<sup>1</sup> Esta descrição aplica-se sobretudo aos trabalhos laboratoriais da área de Engenharia. Na área das Ciências Exactas (Física, Química, Biologia, ...) e devido às próprias características do trabalho a realizar, o protocolo está normalmente definido à partida e faz parte do Guião do Trabalho.

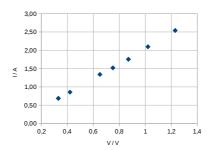
<sup>2</sup> A expressão inglesa é mais suave: "raw data".



Obtidos os valores das grandezas em estudo, poderá ser necessário condensar o conjunto de valores obtidos e tornar a informação obtida mais facilmente inteligível. Para isso, podem-se utilizar várias estratégias, como tabelas, gráficos, esquemas, estatísticas... Este passo tem por objectivo principal facilitar a análise dos dados. Não há uma regra geral quanto à estratégia a adoptar para apresentar os dados; a escolha é guiada pela situação e pela percepção do executante. Vejamos um exemplo:

V	1
(V)	(A)
0,33	0,69
0,42	0,86
0,65	1,34
0,75	1,52
0,87	1,75
1,02	2,10
1,23	2,54

Tabela 1: Tensão e corrente numa resistência



*Gráfico 1: Tensão e corrente* numa resistência

A Tabela 1 e o Gráfico 1 apresentam os resultados de uma experiência em que se mediu a corrente I que atravessa uma resistência quando se aplica uma diferença de potencial V aos seus terminais. Embora a Tabela 1 e o Gráfico 1 apresentem os mesmos dados, é muito mais fácil perceber através do gráfico que existe uma correlação directa entre tensão (V) e corrente (I) numa resistência, do que através dos valores na tabela. A informação num caso ou noutro é exactamente a mesma. A nossa percepção do significado desses dados (e da informação que contêm) é que é diferente.

Depois de estruturarmos os dados numa forma que seja conveniente à nossa percepção, vamos começar a fazer a sua *análise* e, muito especialmente, a sua *análise crítica*.

Um dos objectivos da análise crítica é validar os resultados obtidos: são coerentes entre si? São coerentes com o esperado? Aparentam estar isentos de erro? Ou, pelo contrário, são incoerentes? Há resultados que estão claramente em contradição com os restantes?

A análise crítica tem a função de ser "advogada e detective" dos dados apresentados. "Advogada" quando dá fundamento aos resultados, mostrando que têm todas as razões para serem considerados válidos. "Detective" quando, ao detectar algo que não está bem, não descansa enquanto não identificar a causa da incoerência nos dados. Sempre que os dados, por alguma razão, não estão coerentes entre si, é necessário procurar a causa. Essa causa pode ser um erro, o que muitas vezes acontece. Mas pode ser também a evidência de uma falha na hipótese inicial; muitas descobertas científicas resultaram da identificação de valores, em experiências, que "não batiam certo" com os restantes.

Finalmente, há que dar uma Conclusão a todo este processo. Alguma razão houve que levou à realização do trabalho laboratorial. Esse foi o ponto de partida. A Conclusão é agora o encerrar do processo e o fim da viagem.

### Etapa 5: Relatório

O Relatório é o documento que contém o *relato* de todo o processo acima. Um Relatório deve ser:

**Objectivo:** um Relatório científico ou técnico lida com dados concretos e evidências suportadas pela realidade. Só.

**Conciso:** deve ser tão curto quanto possível, contendo apenas os elementos que são necessários para cumprir a sua função. Não deve ter elementos apenas para encher: nem texto desnecessário (a



chamada "palha"), nem dados que não sejam relevantes para o objecto da análise.

**Completo:** deve conter todos os elementos necessários à compreensão do relato que é feito e do trabalho que foi desenvolvido, sem omissões.

**Conclusivo:** não deve deixar dúvidas ao Leitor. Todas as questões levantadas no âmbito do trabalho desenvolvido têm que ser encerradas. Podem ser encerradas respondendo claramente à questão ("A corrente que passa através de uma resistência é directamente proporcional à tensão que lhe é aplicada") ou, quando não haja uma resposta definitiva, devem ser identificados os aspectos a estudar que poderão contribuir para se atingir essa resposta.

### Caderno de Registos

O Caderno de Registos (*notebook* ou *log-book*, em Inglês) é uma ferramenta indispensável para a realização de qualquer trabalho. É um registo cronológico de toda a actividade realizada.

O caderno de registos é um caderno de folhas fixas; não pode ser um caderno com encadernação em espiral, em que as folhas se soltam facilmente, e muito menos uma capa com folhas soltas. As suas páginas devem ser numeradas desde o começo da sua utilização. O caderno de registos é preenchido em sequência, da primeira à última página, sem deixar espaços em branco.

Neste caderno devem ser registados:

- todos os cálculos necessários à realização do trabalho, bem como todo o trabalho prévio de preparação;
- os esquemas dos circuitos e a documentação dos programas;
- as observações feitas durante a aula;
- o tratamento posterior (análise) dos dados obtidos.

Este caderno é um instrumento de trabalho; destina-se a registar todo os passos do processo que, no final, irá ser descrito no Relatório. O seu objectivo não é a apresentação estruturada e bem arranjada do trabalho desenvolvido. Deve ser legível, para se poder compreender o que lá está, mas reflecte a forma como o trabalho decorreu e deve ser suficientemente organizado para se perceber a sua estrutura. Se houve várias tentativas para dimensionar um circuito, se uma experiência teve que ser realizada várias vezes em condições diferentes, estas situações devem constar no Caderno de Registos. Se houve necessidade de fazer opções entre várias alternativas, o Caderno de Registos deve conter quais as várias alternativas consideradas e quais as razões que determinaram a escolha.

O Caderno de Registos é um precioso auxiliar de memória de quem realiza trabalho de laboratório ou de investigação; é ele que lhe permite, quando o trabalho estiver encerrado, perceber porque é que foram feitas determinadas opções, que ideias foram surgindo ao longo do processo, quais aquelas que foram consideradas e as que foram rejeitadas, etc.

O Caderno de Registos não é uma ferramenta de alta-tecnologia; pelo contrário, é de baixa-tecnologia. É papel, lápis, caneta e régua. "Cortar e colar" é realmente o que o nome diz: é trabalho com tesoura, fita-cola e tubos de cola. Não é para ser sofisticado; é para ser durável e fácil de usar. Se o disco do computador "arder", o Caderno de Registos tem que sobreviver. O Caderno de Registos está sempre pronto a ser utilizado; não fica sem bateria nem demora 3 minutos a arrancar.

Há hoje em dia soluções electrónicas para o Caderno de Registos, conhecidos pela sigla ELN (Electronic Laboratory Notebook). No entanto, são soluções comerciais (o autor deste texto não tem conhecimento, no momento da escrita, de qualquer solução gratuita operacional), o que limita a sua aplicação a ambientes de utilização profissional. Outro aspecto a ter em conta é a facilidade de utilização do interface; se o utilizador precisar de parar para pensar como se faz uma tabela ou "como é que desenho aqui uma seta?", nessa altura

está mais preocupado com questões acessórias (utilização do software) do que com questões essenciais: o seu trabalho de investigação. Se isso acontecer, o melhor é voltar ao interface de escrita e desenho mais fácil de usar: papel e lápis.

O Caderno de Registos fica assim o repositório "em bruto" (isto é, sem tratamento) de todo o trabalho desenvolvido. O Relatório será, depois, a síntese (organizada, tratada) de todo o material constante no Caderno de Registos. Como regra geral: **todo o material incluído nos relatórios deve constar do caderno de registos ou ser fundamentado no que nele consta**. O Caderno de Registos é a prova que houve trabalho realizado e que o Relatório é construído sobre esse trabalho; não se baseia em dados inventados. O Relatório pode ser entendido como a versão filtrada e organizada do Caderno de Registos.



# Realização de um trabalho prático laboratorial

