

Como escrever relatórios de Eletrônica

Antônio Carlos Moreirão de Queiroz
UFRJ - DEL
acmq@coe.ufrj.br

Resumo — Este artigo descreve a forma ideal de se escrever um relatório, na forma de um artigo científico típico, o que ajuda ao aluno a se acostumar a organizar e expor suas idéias em forma eficiente e profissional.

I. INTRODUÇÃO

É comum se ver relatórios das aulas práticas de eletrônica escritos de forma inadequada. Há um excesso de páginas, apresentação amadorística, informações irrelevantes, falta de conclusões precisas, gráficos mal feitos, falta de comparação entre teoria e prática, etc.

Por outro lado, na vida profissional o engenheiro deve ser capaz de apresentar bem suas idéias, e especialmente se envolver pelas áreas de pesquisa, deve ser capaz de escrever artigos técnicos de boa qualidade.

O desenvolvimento destas técnicas leva algum tempo, e portanto é bom que se comece logo. Uma boa forma é aproveitar estes relatórios como treinamento.

Nas seções seguintes se descreve como escrever um relatório no formato de um artigo técnico de qualidade profissional.

II. O ASPECTO GERAL

Aqui se assume um relatório escrito em um editor de texto, num computador, o que é atualmente prática universal. Não fica excluída a possibilidade de se fazer relatórios manuscritos, entretanto. Neste caso, o formato é mais livre, talvez não sendo usadas 2 colunas, mas as recomendações sobre conteúdo permanecem as mesmas. Tomando como base um típico artigo das revistas técnicas e congressos do IEEE, e outras organizações, observa-se as seguintes características:

- O artigo é escrito em duas colunas, com espaçamento simples, com letras de 10 pontos.
- Na primeira página há um título, e dados sobre os autores, ocupando ambas as colunas. As letras do título são maiores, como 18 pontos.
- Não existe capa nem encadernação.
- O artigo é iniciado por um resumo (“abstract”), e a seguir dividido em seções numeradas, cada

uma com seu título. Os tipos de fonte a usar nestas seções são como neste artigo.

- A primeira seção, a introdução, deve descrever tudo o que existe no artigo, talvez incluindo revisão de trabalhos anteriores, se for o caso.
- As demais seções poderiam ser, no caso de um relatório, uma sobre a teoria envolvida, outra sobre os resultados experimentais, e outra comparando os resultados experimentais com a teoria. Pode ser incluída mais outra seção com resultados de simulação, ou isto pode ser colocado junto da teoria, já que é teoria.
- Finalmente, deve haver uma seção de referências, onde são citados todos os livros e outras fontes de onde foi extraído o material usado.
- O tamanho total do artigo/relatório não deve exceder quatro páginas. Não deve também ser inferior a duas páginas.

III. A TEORIA

Os relatórios devem sempre incluir tudo o que for relevante para o entendimento e explicação teórica dos resultados da experiência. Materiais muito básicos ou inteiramente contidos em livros devem ser apenas referenciados [1], nesta forma. Na seção sobre teoria devem aparecer todas as fórmulas e técnicas usadas no dimensionamento do circuito da experiência, com explicações do porquê dos procedimentos. Resultados intermediários ou facilmente dedutíveis devem ser omitidos. Fórmulas relevantes devem ser mencionadas no texto e ser numeradas, como por exemplo, eq. 1:

$$V_{in}(t) = A \cos(\omega t + \Phi) \quad (1)$$

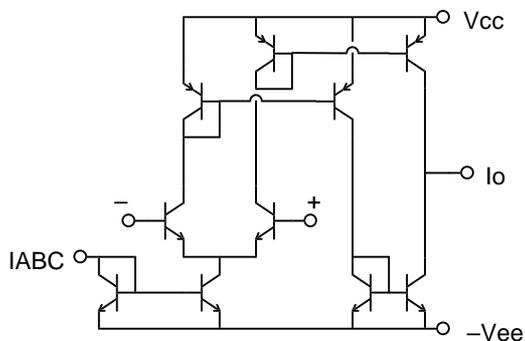


Fig. 1 - Exemplo de figura com esquema de circuito (no caso, um OTA). Componentes e valores mencionados no texto devem ser identificados.

Esquemas parciais ou totais podem aparecer nesta seção. Devem ser feitos de forma a se encaixarem em uma coluna, sempre que possível. Se necessário, podem ocupar duas colunas, mas sem interromper o texto. Figuras não devem ficar em folhas separadas, mas integradas no relatório. Devem ser tratados como figuras, com numeração, referência no texto, e legenda, como a fig. 1 acima.

IV. TABELAS E GRÁFICOS

Tabelas e gráficos costumam ser o ponto mais fraco dos relatórios usuais, enquanto que em artigos técnicos são um aspecto de importância fundamental.

Tabelas com medidas devem aparecer sempre que se mede um número pequeno de casos, como tensões e correntes em várias partes de um circuito, ou valores dos elementos em um circuito. Não devem ser usadas quando mostrando dados levantados para se plotar um gráfico. Nestes casos o gráfico deve ser feito diretamente. Um exemplo de tabela seria a tabela 1 abaixo:

V1 = 1 V	V2 = 3 V	V4 = 5 V
V5 = 2.2 V	V6 = 8 V	V7 = 9 V
I1 = 3 mA	I2 = 7 mA	I3 = 9 mA

Tabela 1: Medidas no circuito montado.

No caso acima, as tensões e correntes teriam que estar identificadas em uma figura correspondente. Note que as unidades são colocadas separadas dos valores, já que são palavras separadas. O mesmo naturalmente vale para texto normal. 1 mA é correto, enquanto 1mA é errado.

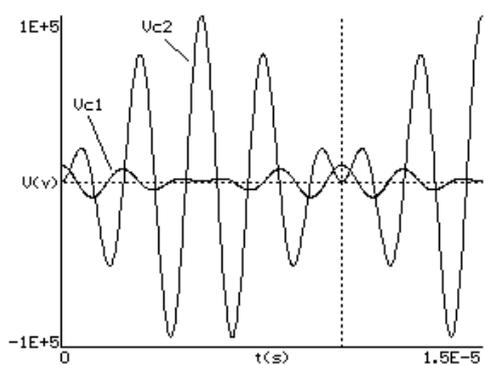


Fig. 2. Exemplo de um gráfico de formas de onda.

Gráficos também devem ser encaixados em uma coluna sempre que possível. Quando muito estendidos para 2 colunas. Não devem ser sobrecarregados com muitas curvas, legendas inúteis (como menus de simuladores), grades densas, etc. Devem sempre ter escalas e legendas, como na figura 2.

Gráficos com linhas devem mostrar linhas, não pontos. Gráficos com medidas experimentais devem mostrar onde estão os pontos experimentais.

A escolha das escalas é importante. Existem casos em que as convencionais escalas lineares não são adequadas, e é melhor usar escalas logarítmicas. Um típico exemplo é o de gráficos de resposta em frequência, que devem sempre ser plotados com escala logarítmica no eixo de frequência e no eixo de módulo (usando decibéis), como na fig. 3.



Fig. 3. Típico gráfico de resposta em frequência, curva de módulo.

Na construção de gráficos com escalas não lineares, é importante escolher adequadamente os pontos experimentais a tomar, para que estes apareçam uniformemente distribuídos nas curvas experimentais. O caso mais típico é o das escalas logarítmicas, onde os pontos devem ser tomados com espaçamento geometricamente uniforme, ou seja, por exemplo em um gráfico de resposta em frequência, cada frequência deve ser a anterior multiplicada por um fator, e não a anterior com um fator somado a ela.

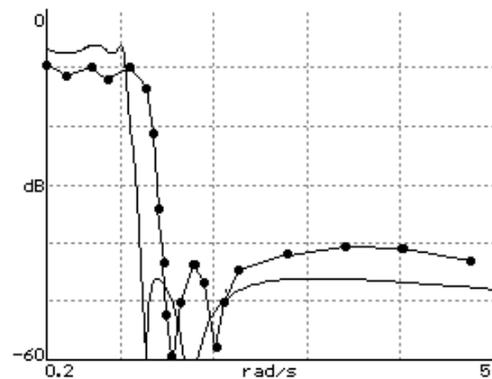


Fig. 4. Exemplo de comparação entre resultados experimentais (pontos interligados) e uma curva teórica.

Já que o objetivo de muitas experiências é verificar que a teoria permite prever como um circuito vai se comportar, é sempre importante apresentar resultados experimentais, nestes casos, acompanhados da previsão teórica. Um gráfico mostrando medidas experimentais junto com as curvas teóricas é a forma padrão de apresentar estes resultados. Como na fig. 4.

O aspecto de curvas assim fica melhor se for usada uma imagem baseada em vetores em vez de um “bitmap”. Há muitos programas de computador que permitem a geração destas figuras a partir de tabelas de pontos. A interligação dos pontos experimentais com retas, como na fig. 4, é só um auxílio à visualização. Melhor seria interpolar as ligações com curvas suaves em vez de retas.

Graficos e tabelas devem sempre ter legendas, dizendo exatamente o que representam.

V. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Esta é a parte mais importante do relatório. Não adianta apenas descrever o que foi feito sem mencionar as conclusões tiradas da experiência, ou colocar um comentário padrão, tipo “a experiência foi útil para melhorar o entendimento do assunto”. Todos os fenômenos observados devem ser mencionados, e, sempre que possível, explicados adequadamente. A observação de pequenos detalhes (como: “o que causa este pequeno pico de tensão nesta forma de onda?”) é o que faz a diferença entre um relatório apenas regular e um realmente bom, e é o que faz a distinção entre uma experiência realizada “mecanicamente” e uma experiência que realmente ensina alguma coisa.

Os resultados medidos devem sempre ser comparados com o que pode ser previsto pela teoria, dado o grau de aproximação desta com a realidade sendo considerado. Afinal de contas, num curso de engenharia espera-se que os estudantes possam “explicar” os fenômenos observados à luz da teoria corrente, e não apenas observá-los. As comparações são usualmente feitas através de tabelas e gráficos, onde são comparadas as medidas experimentais com as previsões teóricas.

É importante que os alunos tenham a previsão teórica dos resultados conhecida antes da realização da experiência, para que erros experimentais e teóricos grosseiros sejam imediatamente observados durante a prática experimental. A teoria permite também prever quais os aspectos mais importantes a observar na experiência. Um bom trabalho preparatório é essencial para um bom aproveitamento do tempo de laboratório, que tem tendido a ficar mais curto para cada disciplina, com a inclusão de aulas de laboratório de outras disciplinas no currículo.

VI. SOBRE SIMULAÇÕES

É muito comum que os alunos se acostumem a usar simuladores de circuitos, e achem que seu uso é essencial no projeto de circuitos. Isto nem sempre é

verdade, e em muitos casos fazer funcionar um circuito em um simulador é um problema bastante diferente, e mais trabalhoso, do que é fazê-lo funcionar na prática. O uso correto de simuladores é para confirmar se projetos estão corretos antes da montagem prática, especialmente no caso de circuitos não triviais, ou quando a construção prática seja muito mais complexa que a simulação. O uso de simuladores para ajustar valores de componentes “experimentalmente” é uma distorção de seu uso, e deve ser evitada, sempre que um procedimento analítico de projeto for possível. Um uso similar, mas mais válido, é o de experimentar variações de um projeto que já se tem como correto.

É importante lembrar sempre que componentes colocados em simuladores usuais são ideais, absolutamente precisos, todos do mesmo tipo são rigorosamente iguais, e não há interferências externas no circuito. Isto não ocorre na prática, e pode levar a significantes discrepâncias com a experiência.

O uso de resultados simulados para representar a previsão teórica do resultado de um experimento é válido, mas previsões retiradas diretamente da teoria devem ser sempre consideradas. Resultados simulados podem incluir fatores usualmente ignorados no projeto teórico idealizado, caso em que realmente adicionam alguma coisa ao experimento.

VII. REFERÊNCIAS

A última parte do relatório deve ser uma citação das referências usadas no relatório. As referências devem ser referenciadas no texto como [1], e listadas nesta seção na forma:

[1] Autor do livro, “Título do Livro”, Editora do livro, local, ano, páginas.

Podem ser citados ainda artigos, notas de aula, sítios no www, programas de computador utilizados, etc.