

*O texto abaixo foi publicado, em **fevereiro de 1986**, à título de introdução, no **Relatório de Estágio** de Ênio Padilha, na empresa Frahm Indústria e Comércio de Rádios SA — Divisão de Projetos Eletrônicos (Rio do Sul - SC), para o curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Santa Catarina — UFSC (Florianópolis - SC).*

Foi mantido o texto original, sem revisão.

PROJETOS EM ELETRÔNICA

Sempre que se pensa em projeto, imagina-se logo uma prancheta de desenho e um projetista debruçado sobre ela, passando direto da cabeça para o papel a solução do problema que gerou necessidade do projeto.

Na maioria dos casos é exatamente isso mesmo o que acontece. Um engenheiro civil, por exemplo, ou um arquiteto, quando tem de projetar uma casa ou um edifício, mune-se dos seus livros, dos seus catálogos, dos seus manuais, das suas tabelas. Mune-se, naturalmente, da sua experiência em projetos...e vai à luta: senta-se diante de uma prancheta e, depois de um tempo razoável (e previsível) o projeto estará pronto.

Feito isto é só por mãos à obra: construir a casa ou o edifício exatamente como está no projeto.

Com baixíssima margem de erro, tudo vai funcionar conforme tenha sido projetado.

O mesmo posso dizer dos projetos mecânicos, dos projetos hidro-sanitários e dos projetos eletrotécnicos.

O que ocorre nesses casos é que, dada a natureza do que vai ser construído, o projetista tem a liberdade de usar a margem de segurança que achar conveniente.

Se um engenheiro mecânico, por exemplo, estiver projetando um elevador para um certo edifício, e os seus cálculos o levarem a concluir que a bitola mínima para o

cabo de sustentação deve ser de meia polegada, nada o impede (a não ser razões financeiras) de multiplicar este valor por um coeficiente de segurança de 300, 400 ou até 500%. O elevador certamente funcionará com qualquer bitola de cabo que seja maior do que aquela que foi determinada pelos cálculos.

Da mesma forma, se o projetista elétrico chegar à conclusão, através dos seus cálculos, de que o motor para movimentar o elevador é de 10 HP, nada impede de colocar no seu projeto um motor de 15, 20 ou mesmo 30 HP. O elevador continuará funcionando igual.

Por isso é que esses projetos são feitos na prancheta. Saem direto da cabeça do projetista para o papel e vão direto do papel para o produto acabado.

E isto é que faz a diferença entre todos esses tipos de projetos – e os projetos eletrônicos.

Para começo de conversa, o projetista eletrônico não usa prancheta. Uma prancheta, é bom que se diga, é um instrumento inútil para esta finalidade. A “prancheta” do projetista eletrônico tem outro nome e outra aparência. Chama-se BANCADA. É uma espécie de mesa, um pouco mais alta do que as comuns. Numa bancada dispõe-se, normalmente, de ferramentas, instrumentos de medidas, fontes de tensão contínua e alternada, fontes de sinais e o que mais for necessário, dependendo, naturalmente, do tipo de projetos eletrônicos que ali são desenvolvidos. É numa bancada que atua o projetista eletrônico e é ali que ele desenvolve seus projetos. Sintetizando: ninguém FAZ um projeto de eletrônica. O que o projetista faz é DESENVOLVER o projeto, que tem várias etapas para serem vencidas.

E por que isso? Por que um projeto eletrônico não pode ser feito como os outros, da cabeça para o papel e do papel para o produto?

A resposta é simples: margem de erro, coeficiente de segurança e interação dos componentes.

Se o projetista chega à conclusão de que, um determinado ponto do circuito ele deve usar capacitor de 470uF, ele não tem a liberdade de usar um valor maior ou menor como coeficiente de segurança. Um valor maior ou menor pode não bastar para que o componente cumpra o seu objetivo ou induzir distorções, ruídos, realimentações ou qualquer outro inconveniente.

Aí o leitor perguntaria: e por que não usar, então, o dito capacitor de 470uF e resolver o assunto? Resposta: porque aí entra em cena o segundo monstinho dos projetos eletrônicos (o primeiro já foi visto: é a ausência do coeficiente de segurança): a margem de erro.

Eu explico: todos os componentes eletrônicos têm uma margem de erro aplicada ao seu valor nominal, isto é: se um fabricante produz um capacitor de 1000µF isto não quer dizer que o capacitor tenha exatamente 1000µF. Pode ser que ele tenha um valor real um pouco maior ou um pouco menor do que isto. Esse fato deve-se às limitações tecnológicas ainda existentes nos processos industriais.

Fabricar componentes com valores exatos seria demasiadamente difícil e esta dificuldade certamente seria transferida para os preços que, sem nenhuma dúvida, chegariam a níveis altamente proibitivos. Assim as leis do mercado determinaram que é muito mais negócio conviver com margens de erro de 5, 10, 20, 50% ou mais até, do que "encarar" os preços que os componentes teriam se a coisa não fosse assim.

Bom. Até aí tudo bem, diria o leitor. Considerando que o fabricante fornece a margem de erro do componente (e isso realmente acontece sempre), é só considerá-la nos cálculos e os projetos poderiam assim sair direto da cabeça para o papel, como nos outros tipos de projetos.

Bem pensado!

Bem pensado, se os projetos de eletrônica envolvessem 3, 4 ou 10 componentes. Mas, como na prática os circuitos apresentam dezenas, centenas e às vezes até milhares de componentes, utilizar-se desse artifício seria no mínimo uma grande ingenuidade.

Além do mais, o problema não fica aí. Tem ainda a questão do posicionamento correto do componente, o caminho das trilhas, as induções eletromagnéticas que uns componentes têm sobre outros devido à proximidade entre eles... e muitos outros problemas que existem mas não menos importantes.

Por isto o desenvolvimento de um projeto eletrônico passa por 6 etapas bem definidas:

Primeira etapa: **CONHECIMENTO DA NECESSIDADE DO DISPOSITIVO A SER PROJETADO.**

Nesta etapa o projetista tem contato com um problema que precisa ser resolvido. Fica sabendo quais são as características que deve ter o dispositivo que ele precisa desenvolver.

Segunda etapa: **ESTUDO TEÓRICO DO PROBLEMA**

O projetista, guiado pela sua experiência e por sua biblioteca, chega ao circuito base, com valores teóricos de cada componente bem como sua exata localização no circuito.

Terceira etapa: **MONTAGEM DO CIRCUITO BASE.**

Nesta etapa surge o primeiro problema: os componentes não existem (não são fabricados) em qualquer valor. Eles são fabricados em valores fixos, ditos Valores comerciais. Se, por exemplo, os cálculos indicarem um resistor de $59,4\Omega$ o projetista tem aí um problema, pois este valor não é comercial. Existe um valor comercial acima, que é 62Ω e

outro abaixo, que é 56Ω . O conhecimento do projetista e a sua experiência em projetos é que vai orientar sua decisão entre este ou aquele valor. E isto acontece, na grande maioria dos projetos, para cada um dos componentes.

Portanto, o circuito base, montado já é diferente do projeto original.

Quarta etapa: **TESTES E ALTERAÇÕES NO CIRCUITO.**

Nesta etapa o trabalho do projetista é fazer a coisa funcionar. Ele deve ter suficiente conhecimento e experiência para, com base na resposta do circuito, saber qual é o tipo de problema que está ocorrendo e qual é o componente que precisa ser alterado.

Quinta etapa: **CONCEPÇÃO DO LAYOUT DA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO.**

A montagem do circuito base, bem como os testes e ajustes, normalmente são feitas em *protoboards* ou aranhas que são, em última análise, um conjunto de terminais interligados convenientemente e que, no todo, formam um dispositivo que permite ao usuário a construção do circuito bem como as alterações, sem que seja necessário danificar (cortar) as perninhas (terminais) de cada componente.

O produto final, no entanto, não pode ser apresentado num *protoboard* ou numa aranha, por razões práticas e estéticas. É necessário, então, que se desenhe uma placa de circuito impresso onde cada componente seja ligado aos demais por trilhas ou jumpers, conforme o caso.

Este trabalho de fazer o desenho da placa de circuito impresso é, sem dúvida, o "pulo do gato" nos projetos eletrônicos. Ele exige do projetista uma estreita familiaridade com o circuito e com cada componente em particular. E mais: a dificuldade para se chegar ao lay-out pronto cresce exponencialmente com o número de componentes do circuito. Quanto mais peças tiver uma

placa de circuito impresso, mais difícil ela se torna para um projetista inexperiente ou com poucos conhecimentos.

OBS: nos circuitos em que a posição das trilhas ou dos componentes influenciaram diretamente o resultado final (circuitos de telecomunicações, de uma maneira geral) a montagem do circuito base (terceira etapa) já deve ser feita direto na placa de circuito impresso. Nesse caso as alterações são feitas simultaneamente nos componentes e na placa. Obviamente este é um trabalho bem mais difícil.

Sexta etapa: **MONTAGEM DO PRODUTO FINAL.**

Normalmente, se tudo foi feito corretamente nas etapas anteriores, não haverá mais problemas. O projetista fará os testes, efetuará as medidas e dará o trabalho por encerrado, dando ao equipamento construído o fim a que se destina.

O tempo consumido para a execução destas seis etapas é altamente variável. Tudo pode ser feito num mesmo dia, pode levar algumas semanas, alguns meses ou mesmo anos. Depende, obviamente, das limitações do projetista, do laboratório e da complexidade do que se quer projetar.

Tudo que foi visto nestas seis etapas foi com a consideração de que se está fazendo um dispositivo único, sem objetivo de comercialização.

Porém, se todo este trabalho for feito com o objetivo de industrializar o produto final, então devemos considerar ainda outros "detalhes" que terão influência determinante sobre o projeto:

a) PREÇO DE CADA COMPONENTE. Quando se está construindo um "filho único" pequenas diferenças nos preços de componentes não são relevantes. No fim das contas a diferença total é sempre tolerável.

Porém, se o assunto é industrializar, aquela pequena e tolerável diferença se transforma num monstro de sete cabeças quando é multiplicada pelo número de unidades a construir por dia, por mês ou por ano.

Um produto industrial precisa ser competitivo no mercado e a "guerra" dos concorrentes começa nos laboratórios de desenvolvimento de produtos. Um bom projetista deve conhecer a arte da convivência do ideal com o comercial. Deve saber deixar o produto final o mais próximo possível do ótimo comercial, sem que isso cause danos à qualidade proposta para o produto. É um processo que exige uma boa noção de substituição de componente por componente. Onde é possível, onde é crítico e onde é absolutamente inviável.

b) TAMANHO DO PRODUTO. Muitas vezes a concorrência impõe um tamanho a um produto que o transforma num verdadeiro desafio a quem quer que queira entrar no negócio. Esta imposição altera (dificulta ainda mais) a concepção do layout da placa do circuito impresso, ou do produto como um todo.

c) DIFICULDADES PARA PRODUÇÃO EM SÉRIE. Muitas vezes um circuito eletrônico exige um tratamento muito artesanal para a sua construção. Ou um tratamento que não seja puramente mecânico. Esse produto, ao chegar num processo industrial, numa linha de produção, depara-se com as naturais dificuldades (limitações) das pessoas responsáveis por aquele tipo de tarefa, de tal maneira que a demora na execução ou os sucessivos defeitos apresentados no produto acabam por torná-lo inviável comercialmente.

Assim, a função do projetista, nesses casos, é a de criar modificações no projeto de forma a que ele se torne mais "fácil" por qualquer um e garanta assim o nível de competição.

Percebe-se, por aí, que a necessidade de industrializar o produto final de um projeto eletrônico introduz dificuldades ao processo. Dificuldades que são ainda mais evidenciadas quando se corre contra o tempo, o que quase sempre ocorre num sistema de livre concorrência, como é caso do Brasil.

CONCLUSÃO: De tudo que foi visto ao longo deste texto, podemos sintetizar uma única conclusão: Os projetos em eletrônica não são FEITOS. São DESENVOLVIDOS. E isso acontece porque os projetos em eletrônica sofrem influências de cunho prático, tecnológico e comerciais, influências essas às quais não estão sujeitos a maioria dos outros tipos de projetos.

Rio do Sul (SC), fevereiro de 1986

ENIO PADILHA FILHO

Estagiário de Engenharia Elétrica
Frahm Indústria e Comércio de Rádios Ltda
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
Matrícula 8014115-3
Supervisor do Estágio: Engenheiro Nestor Agostini

NOTA FINAL:

Eu não trabalho mais com projetos em eletrônica há muitos anos (décadas) mas sei, por amigos na ativa, que hoje em dia os projetos estão mais baseados em processadores específicos (e programáveis) além de combinações de placas que já são comercializadas prontas e destinadas a certas funções. Tem muito mais software envolvido hoje do que nos anos 1980 (tempos da família 8080 da Intel).

Mas entendo que o texto (acima) tem um valor histórico, na medida em que serve para ilustrar como era a realidade do desenvolvimento de projetos em eletrônica no Brasil, há pouco mais de 30 anos.