

# Livro aborda técnicas, aplicações e fundamentos de semicondutores

Obra de professor da FEEC é dirigida a estudantes de graduação e pós-graduação

CARMO GALLO NETTO

carmo@reitoria.unicamp.br

O professor Jacobus W. Swart, da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) da Unicamp, acaba de lançar o livro *Semicondutores – Fundamentos, técnicas e aplicações* (Editora da Unicamp), destinado a cursos de graduação, mas com abordagens que podem ser utilizadas também na pós-graduação. A obra, no seu entender, se destina a apoiar disciplinas de dispositivos semicondutores e de materiais elétricos e resulta de suas atividades docentes e experiências na área.

No prefácio da publicação, Swart lembra que estamos em plena sociedade da informação. Nela, a geração, o armazenamento, o tratamento, a transmissão, o uso e o domínio da informação e do conhecimento constituem a atividade social e econômica predominante. Seus produtos estão baseados no emprego de dispositivos eletrônicos – optoeletrônicos, fotônicos e microsistemas – fabricados em semicondutores. E, entre eles, o silício é o mais importante e com propriedades que permitem considerá-lo uma dádiva da natureza e classificar a sociedade atual como a da “idade do silício”, a exemplo de outros materiais que levaram a grandes transformações sociais.

A importância desse semicondutor na fabricação de dispositivos eletrônicos, chamados de chips, diz Jacobus Swart, se revela em uma variedade enorme de utilizações comuns no dia-a-dia, como rádios, rádios-relógios, aparelhos de TV, telefones, celulares, computadores, eletrônica nos carros, fornos de microondas, entre outros, para citar os mais visíveis. Mas os semicondutores têm presença marcante nos equipamentos utilizados na medicina, na segurança, no ensino, nas máquinas utilizadas na agricultura, em fábricas e em variados meios de produção.

Sem esquecer os sensores químicos utilizados em análises, os sensores térmicos e de fluxos de gases e/ou líquidos, os que se prestam à determinação da direção e da velocidade dos ventos, por exemplo. Ainda, a propósito, o professor lembra que se define jocosamente avião como o “computador que voa”, alusão à quantidade de eletrônica embarcada que o constitui.

Por essas razões, afirma o Swart, o objetivo do livro é o de ensinar as propriedades dos semicondutores, especificamente do silício, mostrando suas características e propriedades e como se fabrica. O docente enfatiza que todo o progresso científico e tecnológico que levou ao estágio da sociedade da informação e à “idade do silício” resulta das contribuições de um grande número de cientistas e engenheiros, que levaram ao desenvolvimento da mecânica quântica, de novos materiais e de seus processos de fabricação, à idealização e projeto de dispositivos, circuitos e sistemas.

Jacobus Swart entende que, em razão disso, “o estudante deve almejar o aprendizado desses fundamentos científicos e tecnológicos, de forma a poder contribuir para novos avanços quando na vida profissional e até com ideias revolucionárias que possam dar origem a novos conceitos, teorias e invenções. Durante uma vida profissional de 30 a 40 anos, muitas invenções devem ocorrer. Somente uma boa base dos



O professor Jacobus W. Swart, autor de livro recém-lançado, no Centro de Componentes Semicondutores da Unicamp: “Somente uma boa base dos fundamentos científicos pode evitar que o profissional se torne obsoleto”

fundamentos científicos pode evitar que o profissional se torne obsoleto e lhe permitirá assimilar as inovações e novidades com que certamente se deparará”.

Ele considera ainda que, mesmo que o engenheiro não trabalhe com materiais, dispositivos ou circuitos, o conhecimento desses temas o ajudará a entender suas aplicações e o funcionamento dos materiais semicondutores e dos seus dispositivos eletrônicos e optoeletrônicos, que constituem a base dos sistemas que desenvolve, utiliza ou até vende.

## Estrutura da obra

O autor afirma que o livro foi desenhado inicialmente para o curso da disciplina Materiais Elétricos, ministrada na Unicamp, e atende nicho adequado, mas pode perfeitamente ser adaptado e utilizado em cursos de dispositivos eletrônicos. Ele esclarece que, embora se destine a apoiar disciplinas de dispositivos semicondutores e de materiais elétricos, a esses cursos devem ser acrescidos outros temas, pois essas disciplinas exigem ainda estudos de fundamental importância que incluem materiais dielétricos e isolantes, materiais para comunicações ópticas, materiais condutores de energia, materiais magnéticos e materiais supercondutores, entre outros.

Atendendo aos objetivos básicos a que se propõe, a obra apresenta inicialmente conceitos sobre materiais e faz uma revisão sobre comportamento dos elétrons e ligações químicas. Seguem os estudos da estrutura da matéria,

cristalografia, técnicas de obtenção de cristais de silício a partir do quartzo e da obtenção dos tarugos que darão origem às lâminas de silício.

As teorias que tratam do elétron livre em metal e de bandas em sólidos antecedem detalhada apresentação dos semicondutores e das estruturas de dispositivos semicondutores. O autor explica: “Mostramos como se fabricam dispositivos, como se fazem circuitos integrados e como se fabricam junções. Dedicamos um capítulo às técnicas para depois abordarmos as junções que constituem os elementos básicos para construir os circuitos”.

## A situação do Brasil

A importância dos semicondutores na vida humana e na sociedade impõe, diz Jacobus Swart, que o Brasil desenvolva ações nessa área e “para isso precisamos de gente que tenha estudado essas disciplinas e que conheça os fundamentos teóricos para acompanhar o desenvolvimento de um setor que apresenta evolução muito forte”. Além disso, lembra, o Brasil é um dos países que têm grandes jazidas de quartzo, do qual extrai atualmente o silício metalúrgico e exporta com 98% de pureza para o primeiro mundo, que o purifica adequadamente e lhe agrega valor.

Com o objetivo que formar gente qualificada, engenheiros para projetar circuitos, o Ministério da Ciência e Tecnologia através do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), do qual Jacobus Swart é diretor, mantém o programa Circuitos Integrados Brasil – CI Brasil – coordenado

por ele, que tem o objetivo de formar projetistas e apoiar escritórios de projetos, os chamados *design houses*, que desenham circuitos para fabricação. Ele considera que o caminho mais adequado para o País é desenvolver competência para a elaboração de projetos de circuitos, mais importante que a fabricação deles, porque inovar e criar produtos garantem a propriedade intelectual.

Com esse objetivo, o programa CI-Brasil montou dois centros de treinamentos que formam, cada um deles, 100 projetistas por ano. Um deles funciona na UFRGS, em Porto Alegre, e o outro no próprio CTI, em Campinas. Neles, que recebem apenas graduados, os alunos aprendem como projetar circuitos integrados, as ferramentas e metodologias utilizadas. Ele esclarece que constituem objetivos principais do programa formar gente para atuar na área e apoiar centros de projeto, que hoje são sete, mas aos quais deverão ser acrescidos mais doze em breve, aprovados em edital do CNPq. O programa CI-Brasil tem apoio financeiro do CNPq, Finep e BNDES.

Com a perspectiva de iniciar e desenvolver no país a produção das modernas tecnologias, o governo federal criou em Porto Alegre a Empresa Pública Ceitec – Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada –, para produzir circuitos integrados e que deverá começar a funcionar no final deste ano.

Swart diz que a tecnologia a ser empregada é mais simples, não atinge o estado da arte, mas atenderá vários

nichos de produtos que o mercado brasileiro precisa como, por exemplo, o “chip do boi”, que permite rastrear o animal desde sua origem, o que é necessário para atender às exigências do mercado europeu e outros. Ele lembra que uma fábrica moderna de circuitos elétricos, no estado da arte, envolveria alguns bilhões de dólares e que as condições vigentes no Brasil não são ainda suficientes para atrair as multinacionais do ramo, apesar do grande esforço do governo federal neste sentido, por meio de vários programas de incentivos já disponíveis.

## SERVIÇO



**Obra:** Semicondutores – Fundamentos, técnicas e aplicações  
**Autor:** Jacobus W. Swart  
Editora da Unicamp  
**Páginas:** 376  
**Preço:** R\$ 70,00

## QUEM É

**Jacobus Swart é engenheiro e doutor em engenharia eletrônica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, realizou estágios de pós-doutorado na Universidade Católica de Leuven, na Bélgica, e no Research Triangle Institute, na Carolina do Norte, Estados Unidos. Foi professor assistente na Escola Politécnica da USP, diretor**

**do Centro de Componentes Semicondutores da Unicamp e presidente da Sociedade Brasileira de Microeletrônica. É professor titular na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação da Unicamp, pesquisador do CNPq e membro do seu Conselho Deliberativo. Atualmente, ocupa a função de diretor do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), em Campinas.**

