



CI INOVADOR

O PROFISSIONAL DE MICROELETRÔNICA

Um Guia para Iniciar sua Carreira

Executores



Apoio



INSTITUTO FEDERAL
Ceará
Campus Fortaleza



SBMicro
Sociedade
Brasileira de
Microeletrônica



Realização



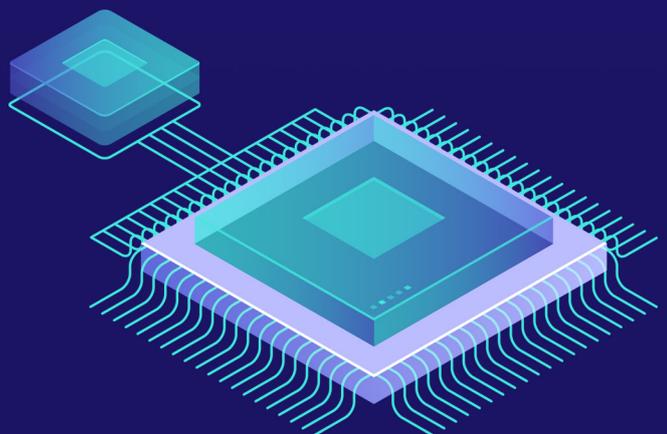
Softex

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



SUMÁRIO

BOAS-VINDAS E APRESENTAÇÃO DO E-BOOK	3
CAPÍTULO 1: EXPLORANDO AS OPORTUNIDADES EM MICROELETRÔNICA	4
1.1 SOBRE TENDÊNCIAS DO SETOR BRASILEIRO	4
1.2 DIVERSIDADE DE CARREIRAS	6
1.3 SETORES DE ATUAÇÃO	12
CAPÍTULO 2: PERFIL DO PROFISSIONAL DE MICROELETRÔNICA DE SUCESSO NA ERA DA INDÚSTRIA 4.0	13
CAPÍTULO 3: PREPARANDO-SE PARA O MERCADO DE TRABALHO	16
3.1 DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES	19
3.2 CONSTRUÇÃO DE UM PORTFÓLIO	20
CAPÍTULO 4: NETWORKING E CONEXÕES PROFISSIONAIS	21
CAPÍTULO 5: DICAS PRÁTICAS	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24
CONHEÇA O CI INOVADOR	25

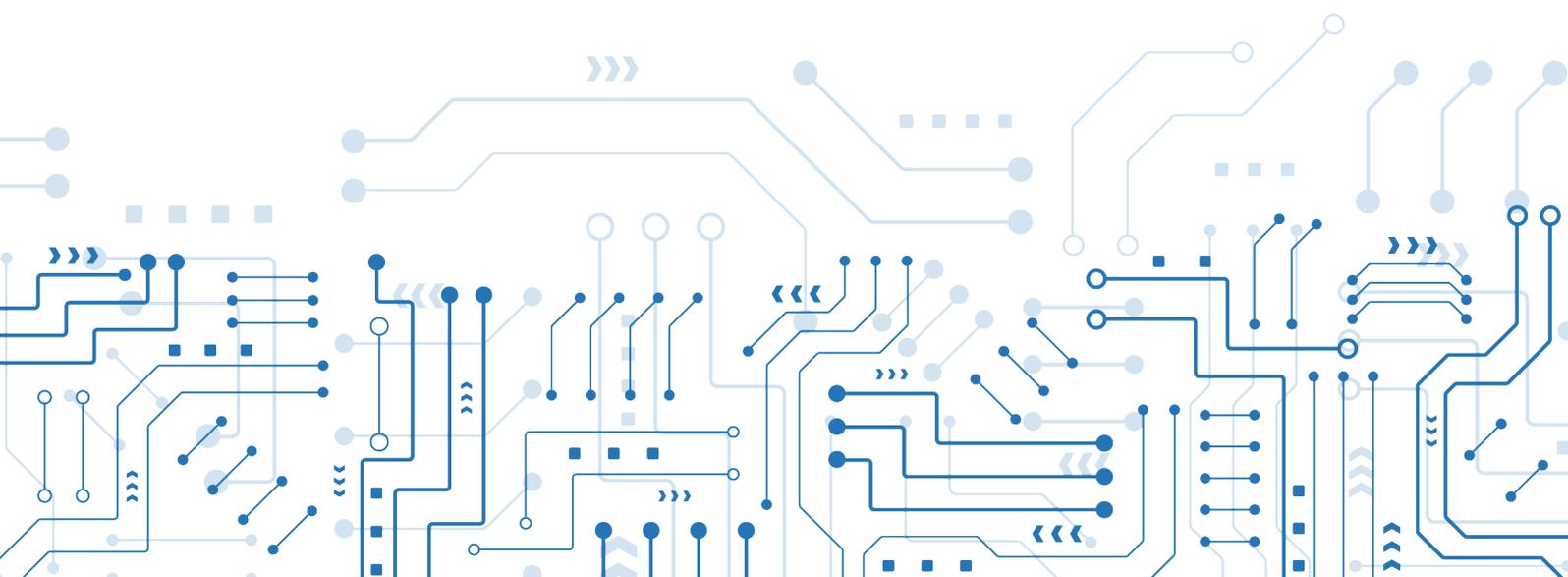


Boas-vindas e apresentação do e-book

Você é um entusiasta das inovações na área de microeletrônica e semicondutores, está interessado em construir sua jornada profissional ou busca entender a multidisciplinaridade nesse setor? Se a sua resposta foi sim, este ebook foi elaborado especialmente para você. Então, seja muito bem-vindo!

Neste ebook, traçamos um guia prático com alguns pontos de partida que podem ser úteis na construção de uma carreira bem-sucedida no setor de microeletrônica, apresentando uma visão abrangente sobre o setor, habilidades profissionais mais importantes e dicas práticas de como você pode alavancar sua carreira.

Este material é uma iniciativa do programa CI Inovador, desenvolvido a partir da parceria entre governo, empresas e universidades e que tem por objetivo capacitar técnicos, gestores e empreendedores para aumentar a densidade de profissionais capacitados e fortalecer o ecossistema nacional de microeletrônica. Nosso propósito é contribuir com a inovação, a empregabilidade e o desenvolvimento do setor.



■ Capítulo 1:

Explorando as Oportunidades em Microeletrônica

A microeletrônica é um ramo da eletrônica que se concentra no design, desenvolvimento e aplicação de minúsculos dispositivos e circuitos eletrônicos. Essa tecnologia envolve a combinação de materiais com propriedades únicas para criar componentes eletrônicos altamente complexos integrados em minúsculos circuitos integrados, conhecidos como chips, e revolucionou o mundo moderno ao permitir o desenvolvimento de dispositivos menores, mais rápidos, mais potentes e conseqüentemente, energeticamente mais eficientes.

Esses chips são a base de outras tecnologias emergentes como inteligência artificial (IA), internet das coisas (IoT), realidade virtual e redes 5G, as quais estão contribuindo para desenvolver e fortalecer ainda mais esse setor. Inteligência, velocidade e eficiência: estamos vivenciando esta transformação digital, também chamada de Quarta Revolução Industrial, a tal revolução 4.0. Estimativas apontam que os chips ocupam a quarta posição de produtos mais comercializados no mundo, ficando atrás apenas do petróleo bruto, do petróleo refinado e dos automóveis.

Atualmente, técnicas especializadas estão viabilizando a produção de dispositivos com uma arquitetura de até 2 nanômetros, uma escala notavelmente microscópica. Para contextualizar, o coronavírus SARS-CoV-2, que impactou nosso planeta na recente pandemia de 2019, possui dimensões que variam entre 60 a 140 nanômetros. Impressionante, não?

1.1 Sobre tendências do setor brasileiro

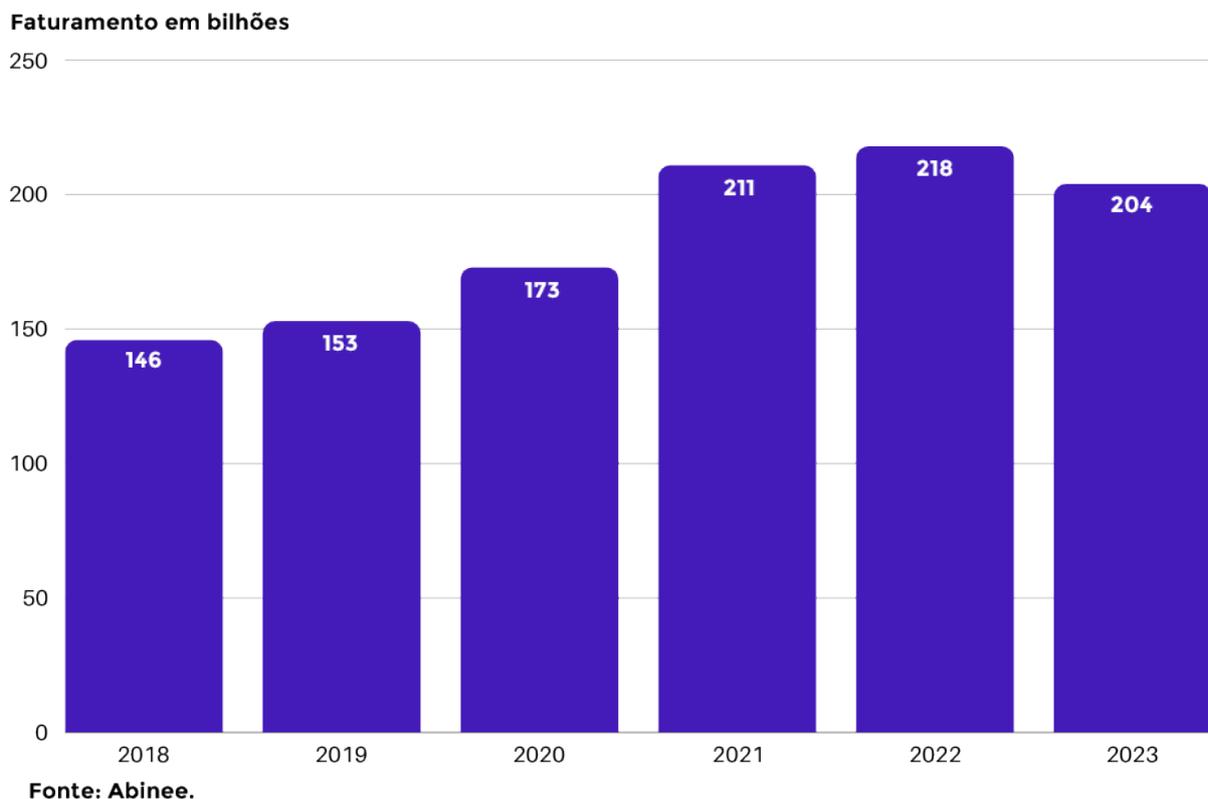
Eventos como a pandemia, conflitos armados recentes e catástrofes climáticas impuseram uma série de desafios aos governos e às indústrias em nível global. As conseqüências desses acontecimentos se manifestaram especialmente nos anos de 2022 e 2023, resultando na retração do mercado geral, incluindo retração do setor eletroeletrônico, tanto nacional quanto internacional. Esses dados podem ser observados no Gráfico 1. Essa sensibilidade aos acontecimentos revela uma das fragilidades do setor de microeletrônica e semicondutores no Brasil: a falta de uma cadeia completa para produção desses dispositivos internamente.

Contudo, mesmo ainda em um contexto de polícrise, para 2024 o cenário é promissor. Segundo a estimativa da Associação Brasileira de Semiconduto-

res (ABISEMI), prevê-se que o faturamento da indústria brasileira de semicondutores, especialmente no segmento de encapsulamento de memórias, deverá crescer cerca de 30%. Ainda, de acordo com o presidente da entidade, Rogério Nunes, a expectativa de crescimento mundial é de 45% somente na área de memórias e de 13% no mercado de semicondutores como um todo.

Segundo um levantamento realizado em 2023 pela Abinee com empresas brasileiras no setor de eletroeletrônica, 67% das empresas possuem expectativa de crescimento de suas vendas para o ano de 2024, 28% projetam estabilidade e apenas 5% esperam registrar queda.

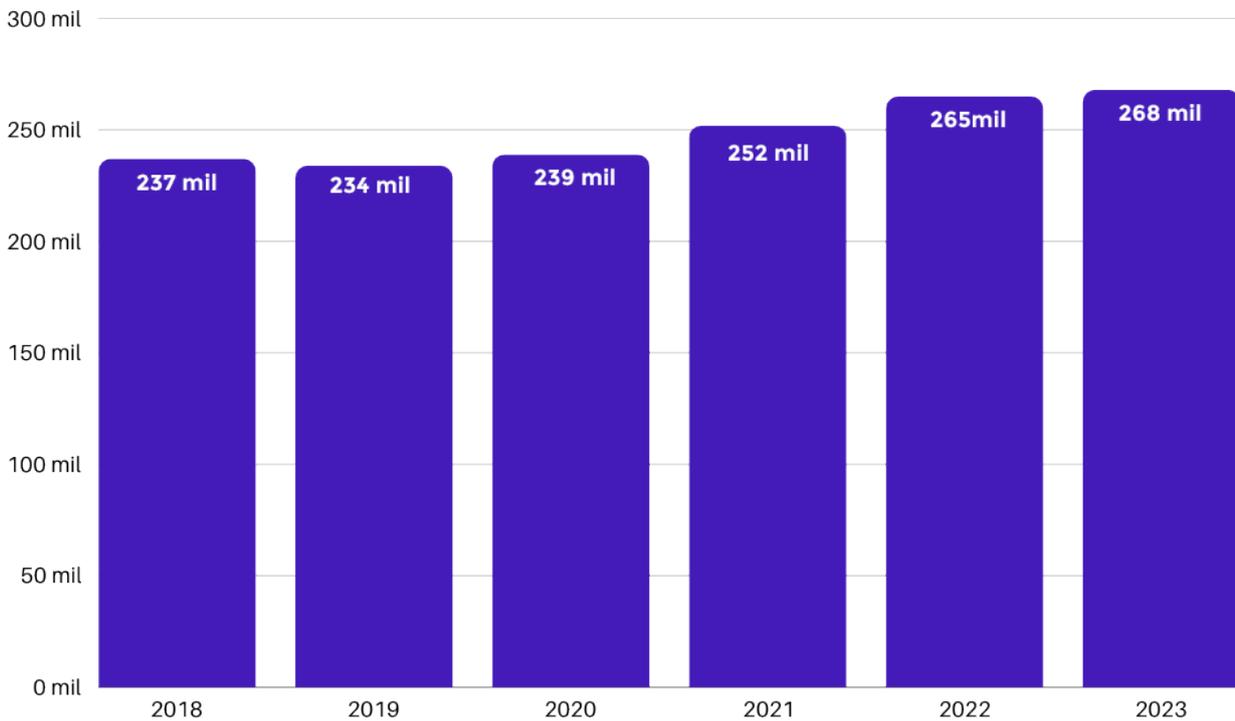
Gráfico 1: Faturamento do setor eletroeletrônico no Brasil de 2018 a 2023 (em bilhões de reais)



Neste contexto, não é difícil imaginar que os profissionais desse setor necessitem de uma formação técnica altamente complexa e estão sendo amplamente solicitados no mercado. Conforme o Gráfico 2, é possível notar que, desde 2018, há uma tendência de aumento no número de postos de trabalho no setor de eletroeletrônica no Brasil.

Gráfico 2: Número de empregados do setor eletroeletrônico no Brasil de 2018 a 2023

Total de empregados



Fonte: Abinee.

1.2 Diversidade de Carreiras

O setor de microeletrônica e semicondutores apresenta um celeiro de oportunidades para profissionais de diversas áreas de atuação, desde matemáticos, físicos e químicos a engenheiros elétricos e de materiais há uma gama de carreiras que podem ingressar no setor. Ainda, conforme esperado, o avanço heterogêneo de novas tecnologias demanda o desenvolvimento de novas competências intelectuais, promovendo a diversificação de carreiras na área.

Um estudo conduzido pelo consórcio europeu METIS (Indústria e Habilidades de Treinamento em Microeletrônica) destacou as competências e os conhecimentos essenciais em várias posições dentro do setor de microeletrônica e semicondutores. Esse estudo ainda analisou os perfis profissionais alinhados às demandas da indústria europeia, identificando a possibilidade de criação de novos cargos.

Apresentamos a seguir alguns perfis de atuação para que você possa explorar e buscar qualificações nos cargos que mais despertarem seu interesse.

Engenharia

- **Engenheiros eletrônicos:** conduzem pesquisas, projetam e supervisionam a construção, funcionamento, manutenção e reparo de sistemas eletrônicos; aconselham sobre aspectos tecnológicos de materiais, produtos ou processos de engenharia eletrônica.
- **Engenheiros de microeletrônica:** projetam, desenvolvem e supervisionam a produção de pequenos dispositivos e componentes eletrônicos, como microprocessadores e circuitos integrados.
- **Engenheiros de microssistemas:** pesquisam, projetam, desenvolvem e supervisionam a produção de sistemas microeletromecânicos integráveis em produtos mecânicos, ópticos, acústicos e eletrônicos.
- **Técnicos de engenharia eletrônica:** executam tarefas técnicas para auxiliar na pesquisa eletrônica e no projeto, como fabricação, montagem, construção, operação, manutenção e reparo de equipamentos eletrônicos.
- **Técnicos em engenharia microeletrônica:** colaboram com engenheiros de microeletrônica no desenvolvimento de pequenos dispositivos e componentes eletrônicos para controles de máquinas e motores, sendo responsáveis pela construção, teste e manutenção de sistemas e dispositivos microeletrônicos.

Projeto de Microeletrônica

- **Projetistas de microeletrônica:** focados no desenvolvimento e criação de projeto de sistemas microeletrônicos, desde o nível de embalagem superior até o nível de circuito integrado. Seus conhecimentos incluem circuitos analógicos e digitais, com integração de processos tecnológicos e uma visão geral dos conceitos básicos de sensores microeletrônicos. Eles trabalham com outros engenheiros, especialistas em ciências de materiais e pesquisadores para promover inovação e desenvolvimento contínuo de dispositivos já existentes.
- **Engenheiros de projeto de circuitos integrados:** utilizam software para criar esquemas e diagramas para projetar o layout dos circuitos integrados de acordo com os princípios da engenharia eletrônica, a fim de garantir desempenho e funcionalidade ideais.
- **Projetistas de sistemas embarcados:** a partir de uma especificação de alto nível, traduzem e projetam os requisitos e a arquitetura de um sistema de controle embarcado de acordo com as especificações técnicas do projeto.



Tecnologia/Fabricação

- **Engenheiros de produção:** planejam e projetam processos de fabricação para diferentes tipos de processos de produção, integrando as especificidades e restrições impostas pela indústria ou pelo produto que está sendo produzido.
- **Engenheiros de processos em semicondutores:** responsáveis por fabricar, testar e revisar os dispositivos semicondutores, incluindo otimizar técnicas como fotolitografia, corrosão, deposição, entre outras.

Montagem/Encapsulamento

- **Engenheiros de manufatura inteligente em microeletrônica:** planejam e supervisionam a fabricação e montagem de dispositivos eletrônicos e produtos, como circuitos integrados, eletrônicos automotivos ou smartphones, em um ambiente compatível com a Indústria 4.0.
- **Montadores de equipamentos elétricos e eletrônicos:** montam ou modificam, de acordo com procedimentos estabelecidos, componentes de equipamentos elétricos, eletromecânicos e eletrônicos.
- **Montadores de equipamentos eletrônicos:** são responsáveis pela montagem de equipamentos e sistemas eletrônicos, de acordo com plantas e desenhos de montagem bem como auxiliam na inspeção de qualidade e na manutenção de equipamentos.
- **Montadores de microeletrônicos:** constroem e reparam dispositivos microeletrônicos usando microscópios, pinças ou robôs de posicionamento, por meio de técnicas e equipamentos especiais.

Testagem

- **Testadores em microeletrônicos:** utilizam equipamentos apropriados para monitorar, coletar e avaliar o desempenho dos dispositivos.
- **Analistas de testes de tecnologia da informação e comunicação:** trabalham em ambientes de teste, avaliando produtos, verificando qualidade e precisão, ou criando scripts além de projetarem testes que serão implementados por testadores.
- **Testadores de sistema de tecnologia da informação e comunicação:** planejam e realizam atividades de teste para depurar e reparar sistemas e componentes de TIC a fim de garantir que todos os sistemas e componentes funcionem corretamente antes de entregá-los a clientes internos e externos.



Garantia de qualidade

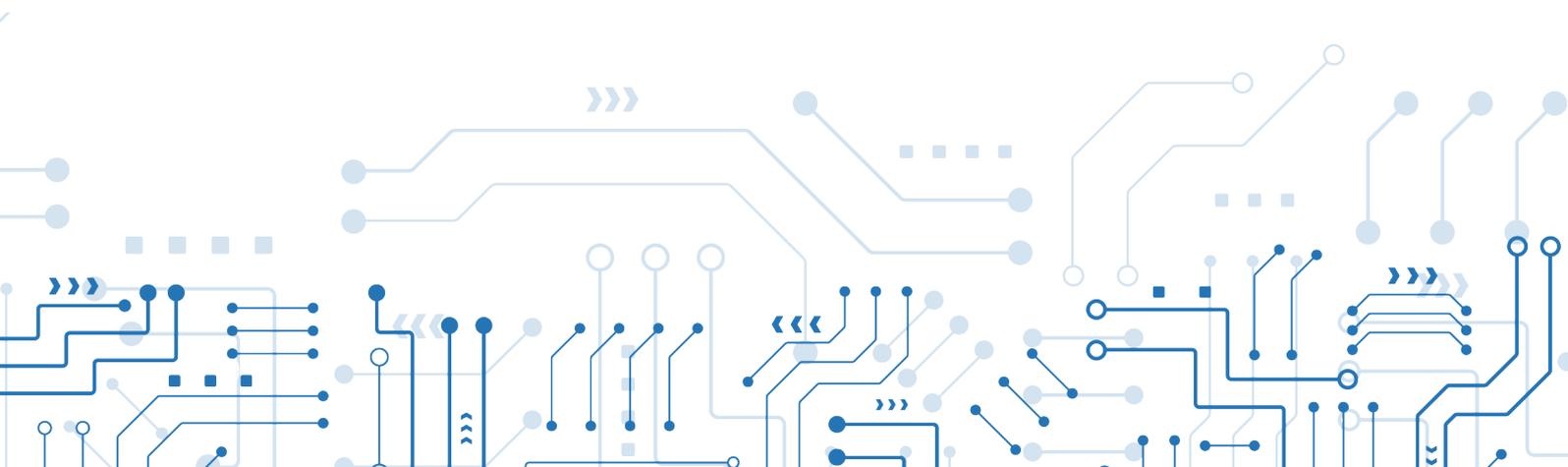
- **Engenheiros de qualidade:** definem padrões de qualidade para a criação de produtos ou serviços e verificam se os produtos e serviços estão em conformidade com os padrões de qualidade, coordenando melhorias de qualidade se necessário.
- **Engenheiros de materiais de qualidade:** trabalham com engenheiros ou gerentes de qualidade analisando e resolvendo problemas de qualidade, melhorando a produtividade e inspecionando os produtos para garantir que atendam aos padrões. Eles também fornecem treinamento ao pessoal em técnicas de inspeção e preparam planos de inspeção.

Materiais para Microeletrônica

- **Engenheiros de materiais microeletrônicos:** pesquisam, projetam e analisam a composição dos materiais, realizam experimentos e desenvolvem novos materiais para uso específico da indústria, que podem variar de borracha a têxteis, vidro, metais e produtos químicos. Eles assessoram empresas em avaliações de danos, garantia de qualidade de materiais e reciclagem de materiais.

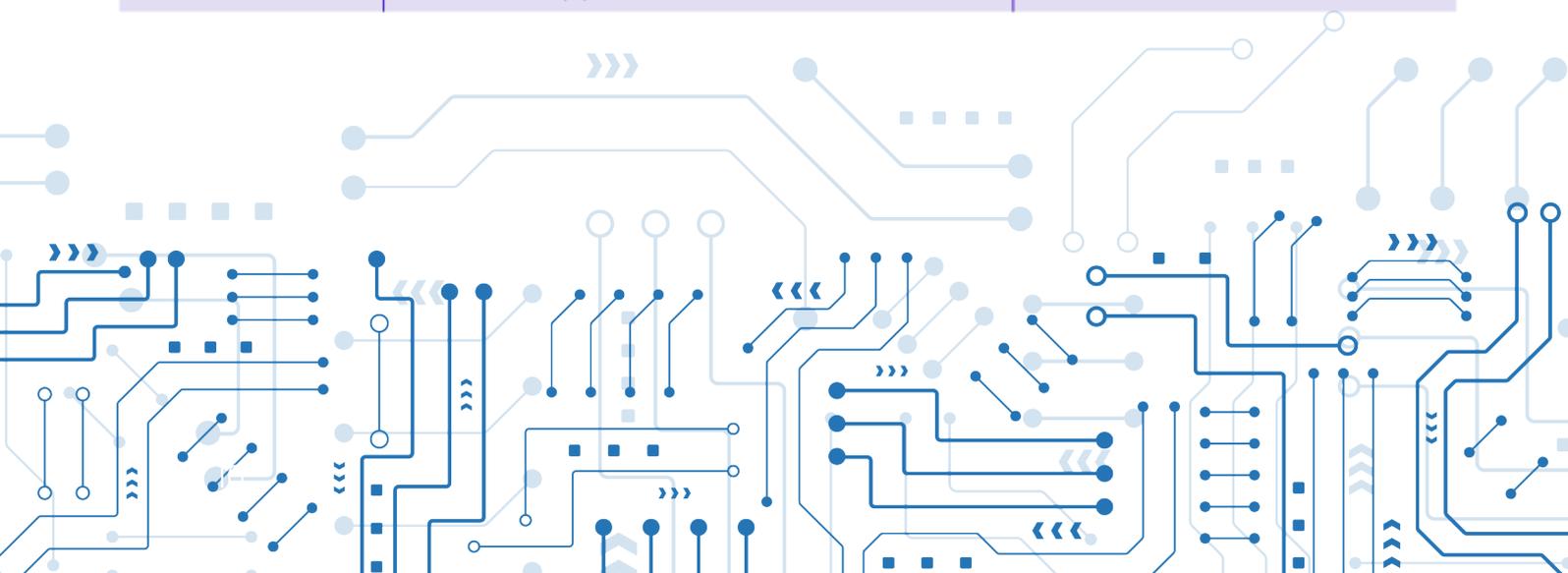
Equipamentos para Microeletrônica

- **Engenheiros de equipamentos:** projetam e mantêm máquinas e equipamentos nas instalações de fabricação, ajustando-as aos requisitos e processos de fabricação além de preverem a manutenção das máquinas e equipamentos para funcionamento ininterrupto.
- **Supervisores de produção de equipamentos elétricos:** gerenciam os trabalhadores que trabalham na linha de produção, supervisionam a qualidade dos produtos montados e realizam o gerenciamento de custos e recursos de todo o processo produtivo de equipamentos elétricos.
- **Engenheiros de manutenção e reparos:** buscam a otimização de equipamentos, procedimentos, máquinas e infraestrutura a fim de garantir a sua disponibilidade máxima com custos mínimos.



No quadro abaixo, destacamos as habilidades, competências e conhecimentos essenciais necessários para uma atuação eficaz em seus respectivos cargos.

CARGOS	HABILIDADES E COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS	CONHECIMENTOS ESSENCIAIS
Supervisor de produção de equipamentos elétricos	Seguir o cronograma de produção, inspecionar a qualidade dos produtos, interpretar diagramas elétricos, manter registros do progresso do trabalho, cumprir prazos, atender às metas de produtividade, monitorar os padrões de qualidade de fabricação, monitorar o nível de estoque, realizar planejamento de recursos, ler desenhos de montagem, ler plantas baixas padrão, supervisionar pessoal, supervisionar o trabalho, solucionar problemas	Princípios de engenharia, processos de engenharia, processos de fabricação, matemática, processos de produção, gerenciamento de projetos, desenhos técnicos
Engenheiro de microeletrônica	Projetar microeletrônicos, ajustar projetos de engenharia, aprovar o design de engenharia, projetar protótipos, desenvolver procedimentos de teste eletrônico, modelar microeletrônicos, operar equipamentos científicos de medição, realizar pesquisa científica, preparar protótipos de produção, ler desenhos de engenharia, relatar resultados de análise, testar microeletrônicos	Desenhos de design, princípios de eletricidade, normas de equipamentos eletrônicos, procedimentos de teste eletrônico, eletrônica, princípios de engenharia, circuitos integrados, microempacotamento, microeletrônica, microprocessadores
Engenheiro de projeto de circuitos integrados	Design de sistemas eletrônicos em um chip, projetar circuitos integrados, criar planos técnicos, personalizar rascunhos, colaborar com engenheiros, usar software CAD	Software CAD, componentes eletrônicos, normas de equipamentos eletrônicos, eletrônica, tipos de circuitos integrados, tecnologia de circuitos integrados, semicondutores
Engenheiro de materiais microeletrônicos	Seguir regulamentos sobre materiais proibidos, aplicar técnicas de soldagem, unir metais, inspecionar componentes semicondutores, testar materiais, descartar resíduos de soldagem, testar sistemas microeletromecânicos, ler desenhos de engenharia, registrar dados de teste, analisar dados de teste, relatar resultados de análise, fornecer documentação técnica, realizar análise de dados, realizar testes de laboratório, realizar experimentos químicos	Engenharia elétrica, eletrônica, semicondutores, processos de fabricação, matemática, física, química, legislação ambiental, ameaças ambientais, microeletrônica, microempacotamento, procedimentos de teste de microsistema, sensores, instrumentos de medição de precisão, tipos de metal, tipos de plástico, produtos químicos básicos
Engenheiro de manutenção e reparos	Seguir regulamentos específicos para cada tipo de material, aplicar técnicas de soldagem, unir metais, inspecionar componentes semicondutores, testar materiais, descartar resíduos de soldagem, testar sistemas microeletromecânicos, ler desenhos de engenharia, registrar dados de teste, analisar dados de teste, relatar resultados de análise, fornecer documentação técnica, realizar análise de dados, realizar testes de laboratório, realizar experimentos químicos	Engenharia elétrica, eletrônica, semicondutores, processos de fabricação, matemática, física, química, legislação ambiental, ameaças ambientais, microeletrônica, microempacotamento, procedimentos de teste de microsistema, sensores, instrumentos de medição de precisão, tipos de metal, tipos de plástico, produtos químicos básicos
Engenheiro de qualidade	Analisar dados de teste, definir padrões de qualidade, identificar ações de melhoria, identificar melhorias nos processos, inspecionar a qualidade dos produtos, realizar análise de risco, recomendar melhorias nos produtos, estabelecer objetivos de garantia de qualidade, apoiar a implementação de sistemas de gestão de qualidade, realizar inspeções, redigir relatórios de inspeção	Metodologias de garantia de qualidade, procedimentos de garantia de qualidade, padrões de qualidade, procedimentos de teste
Projetista de microeletrônica	Design de sistemas eletrônicos, design de circuitos integrados, design de circuitos usando CAD, aprovar design de engenharia, criar modelo virtual de produto, personalizar rascunhos, projetar protótipos, projetar sensores, desenvolver instruções de montagem, desenvolver design de produto, elaborar lista de materiais, integrar novos produtos na fabricação, interpretar especificações de design eletrônico, modelar sensor, preparar desenhos de montagem, fornecer documentação técnica, ler desenhos de montagem, ler desenhos de engenharia, revisar rascunhos	Software CAD, software CAE, diagramas de circuito, desenhos de design, engenharia elétrica, princípios de eletricidade, componentes eletrônicos, eletrônica, princípios de engenharia, engenharia ambiental, legislação, ameaças ambientais, circuitos integrados, processos de fabricação, micromontagem, microeletrônica, microsensores, placas de circuito impresso, padrões de qualidade, semicondutores, sensores
Projetista de sistemas embarcados	Analisar especificações de software, criar diagrama de fluxo, criar design de software, definir requisitos técnicos, desenvolver ideias criativas, interpretar especificações de design eletrônico, fornecer consultoria em TIC	Protocolos de comunicação em TIC, sistemas embarcados, teoria de controle de engenharia, computação em tempo real, processamento de sinais, ciclo de vida do desenvolvimento de sistemas, algoritmização de tarefas, ferramentas para configuração de software, gerenciamento
Técnico em engenharia microeletrônica	Ajustar designs de engenharia, alinhar componentes, montar microeletrônicos, fixar componentes, inspecionar qualidade de produtos, preparar protótipos de produção, ler desenhos de montagem, ler desenhos de engenharia, soldar eletrônicos, testar microeletrônicos	Diagramas de circuito, desenhos de design, normas de equipamentos eletrônicos, procedimentos de teste eletrônico, eletrônica, circuitos integrados, microassemblagem, microeletrônica, microprocessadores, microsensores
Técnico de engenharia da qualidade	Realizar testes de desempenho, garantir conformidade com regulamentos da empresa, garantir conformidade com requisitos legais, executar testes de software, inspecionar material, inspecionar qualidade de produtos, supervisionar controle de qualidade, realizar testes operacionais, estabelecer objetivos de garantia de qualidade, realizar inspeções, escrever relatórios de inspeção	Metodologias de garantia de qualidade, procedimentos de garantia de qualidade, padrões de qualidade, procedimentos de teste



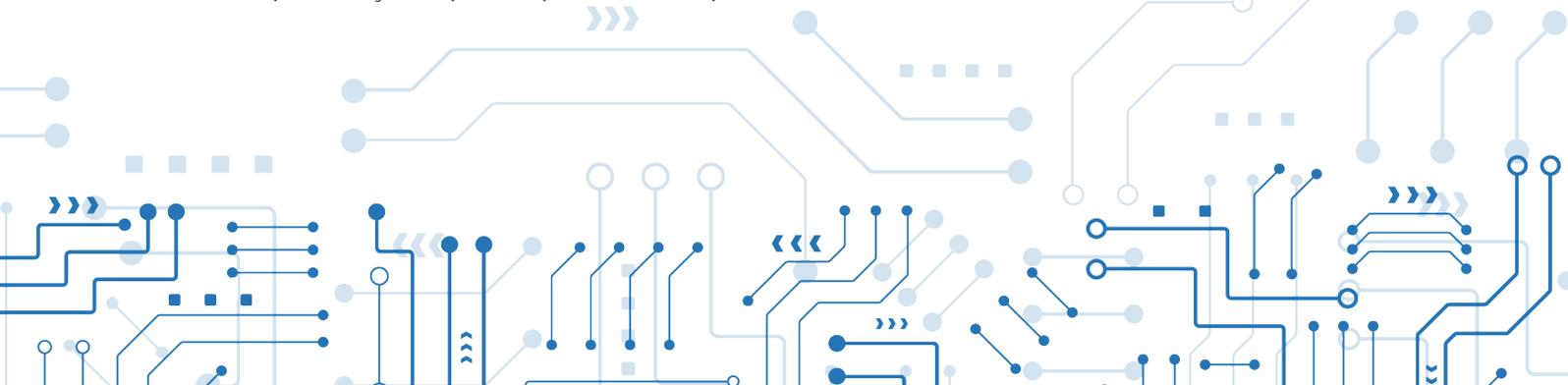
Como vimos, há uma série de possibilidades quando o tema é carreira no setor de microeletrônica e semicondutores. No que concerne a expectativa salarial, assim como acontece com cargos e funções, as faixas salariais são heterogêneas e há oportunidades com valores iniciais acima de dois salários mínimos.

Segundo dados do site de empregos Glassdoor, o salário médio para engenheiros eletrônicos no Brasil é superior a R\$8.000,00 por mês. De acordo com a pesquisa do CAGED e da estimativa do site Salario.com.br, apresentamos a seguir as previsões salariais para alguns cargos do setor.

Cargo	Média salarial
Engenheiro Eletrônico	R\$ 9.565,00
Engenheiro Pesquisador (engenharia Elétrica e Eletrônica)	R\$ 7.255,65
Tecnólogo em Eletrônica	R\$ 2.823,29
Desenhista Projetista Eletrônico	R\$ 3.592,58
Desenhista Projetista Eletroeletrônico	R\$ 3.307,55
Técnico Eletrônico	R\$ 2.303,63

Fonte: CAGED e Salarios.com.br

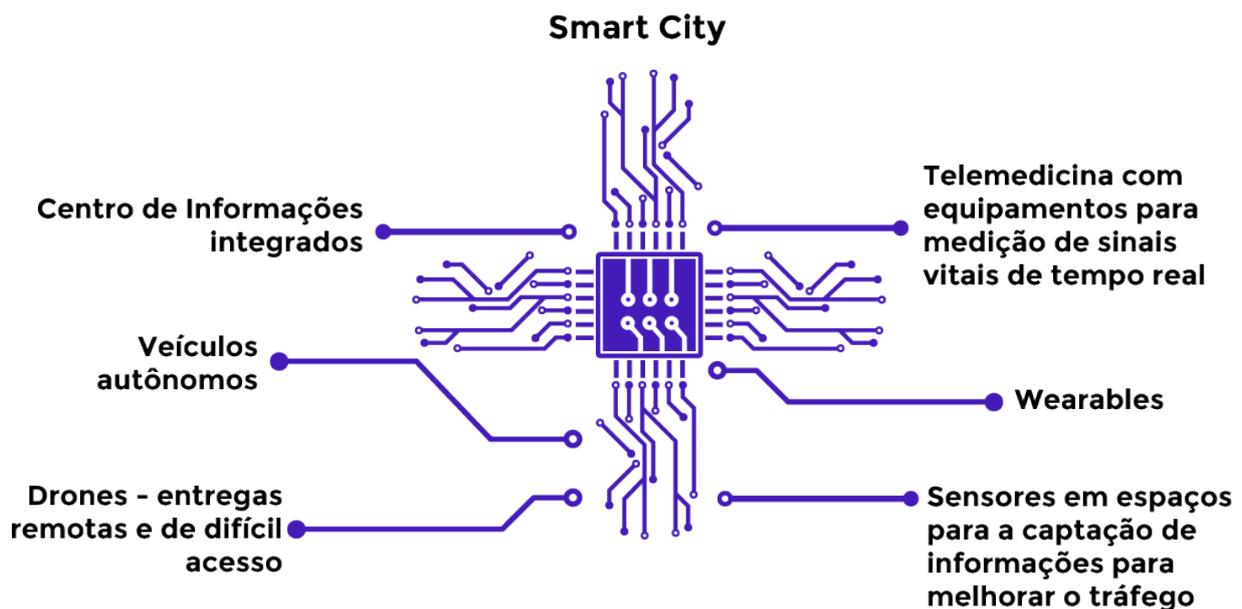
É importante ressaltar que as remunerações salariais podem variar conforme uma série de fatores, tais como localização geográfica, experiência profissional e nível de escolaridade. Por isso, é necessário que o profissional busque se manter atualizado em relação às últimas tendências do setor por meio de capacitações para que, assim, possa se destacar no mercado de trabalho.



1.3 Setores de Atuação

A diversidade de carreiras encoraja os profissionais a explorarem diversos campos de atuação e a encontrarem inspiração em uma variedade de áreas. Como aplicações da microeletrônica, podemos citar:

- **Indústria automotiva**
- **Área da saúde**
- **Engenharia biomédica**
- **Tecnologias de telecomunicações**
- **Tecnologias de eletrônica de consumo**
- **Internet das coisas e cidades inteligentes**
- **Computação de alto desempenho**
- **Setor aeroespacial**
- **Setor de segurança**
- **Indústria 4.0**



A versatilidade do setor permite que os profissionais possam explorar diferentes áreas do conhecimento e ampliar seu repertório em conformidade com seus interesses. A diversidade da aplicação dos conhecimentos de microeletrônica nos mais variados setores é uma vantagem notável para ingressar em áreas e/ou segmentos com os quais o profissional se identifica, assim o setor se apresenta como um celeiro de oportunidades.

■ Capítulo 2:

Perfil do Profissional de Microeletrônica de Sucesso na Era da Indústria 4.0

Entendemos até aqui que há uma vasta gama de aplicações do conhecimento de microeletrônica e semicondutores e conhecemos profissionais, áreas e médias salariais. No entanto, como há ainda a crescente busca por um perfil profissional conectado às necessidades da indústria, apresentamos nesse capítulo o perfil do profissional na era da Indústria 4.0.

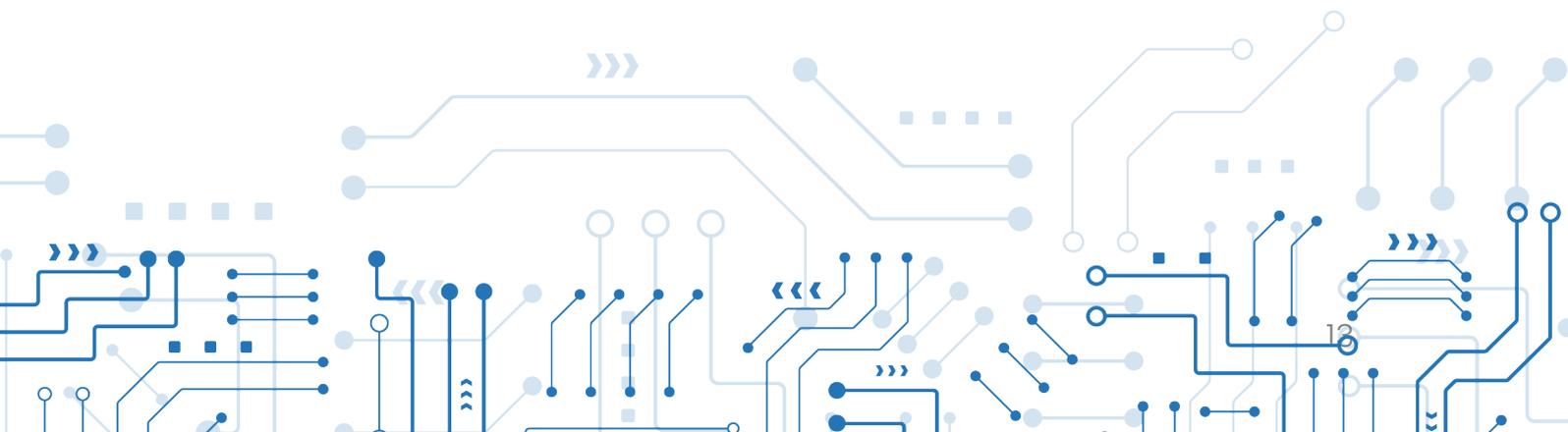
A Indústria 4.0 pode ser compreendida como um conceito que representa a era da automação industrial, a qual preconiza a adoção e integração de diferentes tecnologias, tais como inteligência artificial, IoT, robótica, computação na nuvem, dentre outras, com o intuito de promover a digitalização das atividades industriais e a melhoria dos processos.

O setor de microeletrônica e semicondutores tem um papel fundamental nessa era, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias robustas que permitem e facilitam a automação industrial. Nesse contexto, profissionais alinhados a necessidades do mercado ganham destaque no cenário do mercado de trabalho.

Quer saber quais são as competências necessárias para os profissionais que desejam se destacar na Indústria 4.0? Confira abaixo alguns pontos citados pelo consórcio europeu METIS:

Microeletrônica em geral

- **Engenheiros:** adaptação e utilização do conceito de fábrica inteligente.
- **Técnicos:** Competência em utilizar ferramentas de realidade aumentada e virtual, adaptando-se à interação limitada de máquina-humano e ao aumento da interação de máquina-máquina.



Montagem e Manufatura Eletrônica

- **Engenheiros:** aprendizagem de novos conceitos no contexto da Indústria 4.0, habilidades avançadas em mídia, compreensão básica em coleta e análise de dados (big data), conhecimento em sistemas avançados de sensores e montagem de integração heterogênea.
- **Técnicos:** capacidade de aprender a manter novas máquinas e sistemas de produção, habilidades básicas em mídia, flexibilidade.

Projeto de Sistemas Eletrônicos

- Habilidades em design de alta frequência para Internet Industrial das Coisas (IIoT), tecnologias avançadas de Wi-Fi e 5G e design de produtos utilizando sistemas inteligentes de sensores.

Projeto de CI e Semicondutores

- Habilidades em design personalizado de chips para IIoT, medição inteligente, interação máquina-máquina, design de sensores MEMS (microeletromecânicos) e NEMS (nanoeletromecânicos); conhecimento em arrays integrados de fase e elementos radiantes.

Montagem e Manufatura de Semicondutores

- **Engenheiros:** aprendizagem em novos conceitos no contexto da Indústria 4.0, habilidades avançadas em mídia, compreensão básica em coleta e análise de dados (big data), conhecimento e entendimento em sistemas avançados de sensores; compreensão em MES4.0 (sistema de execução de manufatura), fábrica inteligente e manufatura heterogênea de semicondutores.
- **Técnicos:** capacidade de aprender a manter novas máquinas e sistemas de produção, habilidades básicas em mídia, flexibilidade.

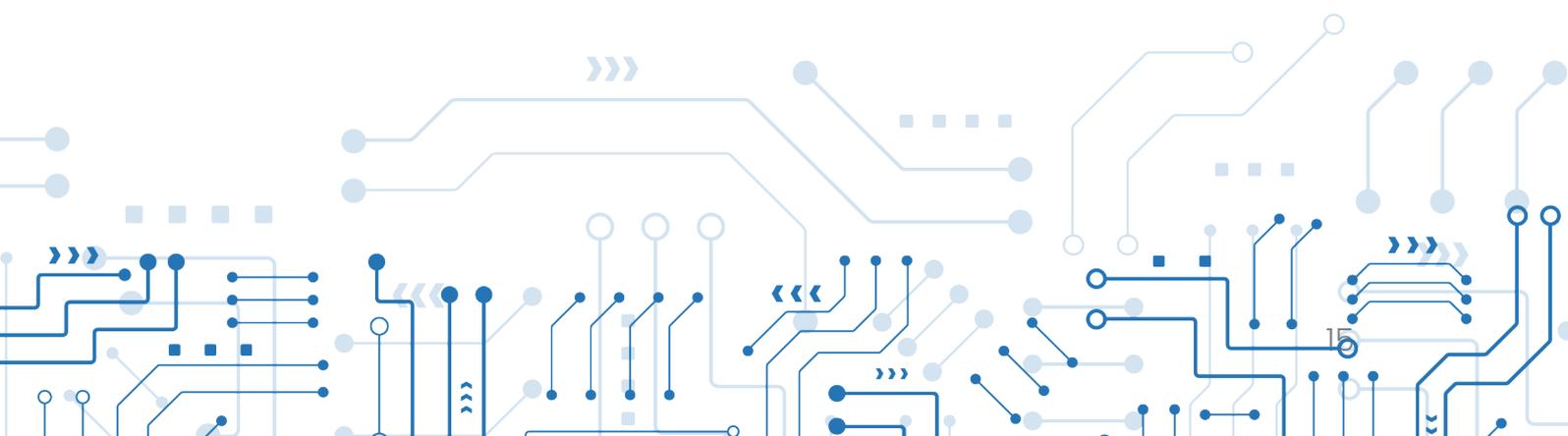
Manufatura de Equipamentos Semicondutores

- **Engenheiros:** conhecimentos de estabelecimento de modelos digitais com técnicas de programação avançada (como gêmeos digitais), proficiência em sensores avançados e compreensão em coleta de dados e computação em nuvem.
- **Técnicos:** compreensão de novos padrões de segurança introduzidos por sistemas de produção de cibersegurança, especialmente ao operar máquinas de montagem de wafer conectadas à infraestrutura da Indústria 4.0.

Materiais para Semicondutores e Eletrônicos

- **Engenheiros:** habilidades de inspeção, análise, teste e aplicação prática de novos materiais, como materiais com memória de forma, compósitos, materiais para manufatura aditiva, tanto em micro quanto nanoescala, além de conhecimento básico em química.
- **Técnicos:** capacidade de manusear com cuidado novos materiais.

Neste sentido, percebe-se que na era da Indústria 4.0 há oportunidades singulares para os profissionais que se mantêm atualizados e conectados às necessidades das indústrias relacionadas à inserção, produção e/ou aplicação de tecnologias que facilitem os processos industriais e reforcem a produtividade.



■ Capítulo 3:

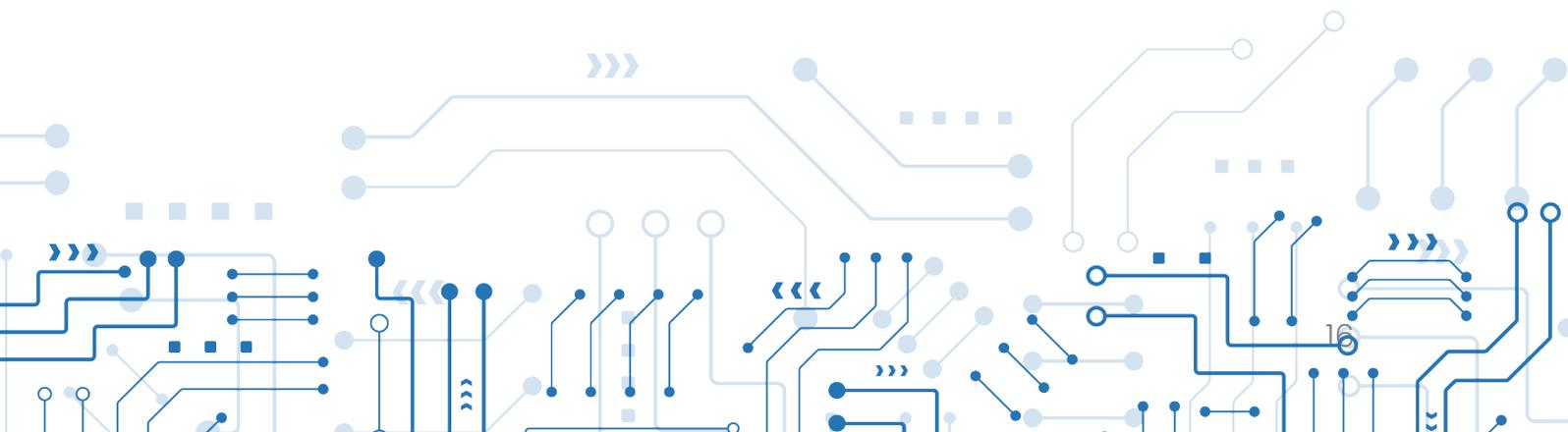
Preparando-se para o Mercado de Trabalho

A microeletrônica é um ramo da eletrônica centrado na tecnologia de produção de semicondutores. Conforme já mencionamos, atualmente, vivenciamos uma intensa digitalização do mundo físico, impulsionada por essas tecnologias presentes em nosso cotidiano em uma ampla gama de dispositivos eletrônicos, desde brinquedos infantis a telefones celulares passando por sistemas de orientação de aeronaves a implantes médicos.

Devido à natureza volátil e à necessidade de inovação sistemática dessas tecnologias, os profissionais que almejam se destacar devem possuir conhecimentos multidisciplinares. Eles precisam explorar e aprimorar suas habilidades em duas dimensões distintas: a física, compreendendo os fundamentos da microeletrônica, e a digital, abrangendo o vasto espectro das tecnologias digitais. Ambas as dimensões não apenas se complementam, mas também se desafiam mutuamente, criando a necessidade de um ambiente de aprendizado contínuo.

Entender os diversos tipos de materiais disponíveis, assim como os potenciais materiais em estudo relacionados a cada área onde a tecnologia será aplicada, representa uma das habilidades essenciais exigidas. Por exemplo, para a aplicação na área da saúde de um dispositivo vestível (wearable), além das propriedades eletrônicas, é fundamental que o material seja biocompatível e capaz de captar e converter eficientemente sinais biológicos em informações sobre um possível processo de deterioração da saúde.

A programação também se trata de uma habilidade indispensável. Os profissionais que dominarem programação, especialmente de algoritmos de inteligência artificial, terão uma vantagem competitiva ao ingressar no mercado. Os algoritmos baseados em IA estão se tornando cada vez mais fundamentais como assistentes na resolução de problemas e no aprimoramento da eficiência dos processos.



O domínio de técnicas de programação e análise de big data capacita a realização de testes in silico para explorar novas hipóteses e conceber novos modelos em ambientes virtuais, diminuindo o desperdício de matéria-prima. A aplicação de técnicas como realidade aumentada e gêmeos digitais (digital twin) proporciona benefícios ao testar protótipos virtualmente antes da produção física. A empresa BRIDG, sediada na Flórida, está entre as primeiras indústrias de semicondutores a adotar prototipagem com gêmeos digitais completos para chips, abrangendo todo o processo de produção, desde a concepção até a fabricação física. Essas abordagens permitem uma avaliação mais precisa e detalhada, contribuindo para a identificação de potenciais melhorias e refinamentos, além de otimizar o processo de desenvolvimento e reduzir custos associados à prototipagem física. A capacidade de simular e prototipar virtualmente demonstra inovação, sustentabilidade e competitividade, tornando-se um atrativo para investidores em busca de oportunidades sólidas e alinhadas às tendências emergentes.



Imagem usada pela BRIGD para demonstrar a prototipagem por digital twins.

As habilidades mencionadas permitem que profissionais da microeletrônica ocupem diversos cargos, incluindo posições de gestão, áreas operacionais e setores técnicos das empresas. Isso se alinha às preferências, estilos de pensamento e diferentes habilidades e competências. Em cargos gerenciais, destaca-se a necessidade de compreensão não apenas da tecnologia microeletrônica, mas também das demandas do mercado e das estratégias de negócios. Profissionais em cargos operacionais devem ser proficientes em otimizar processos, gerenciar recursos de forma eficiente, reduzir custos, aprimorar a operação e resolver desafios diários de maneira eficaz.

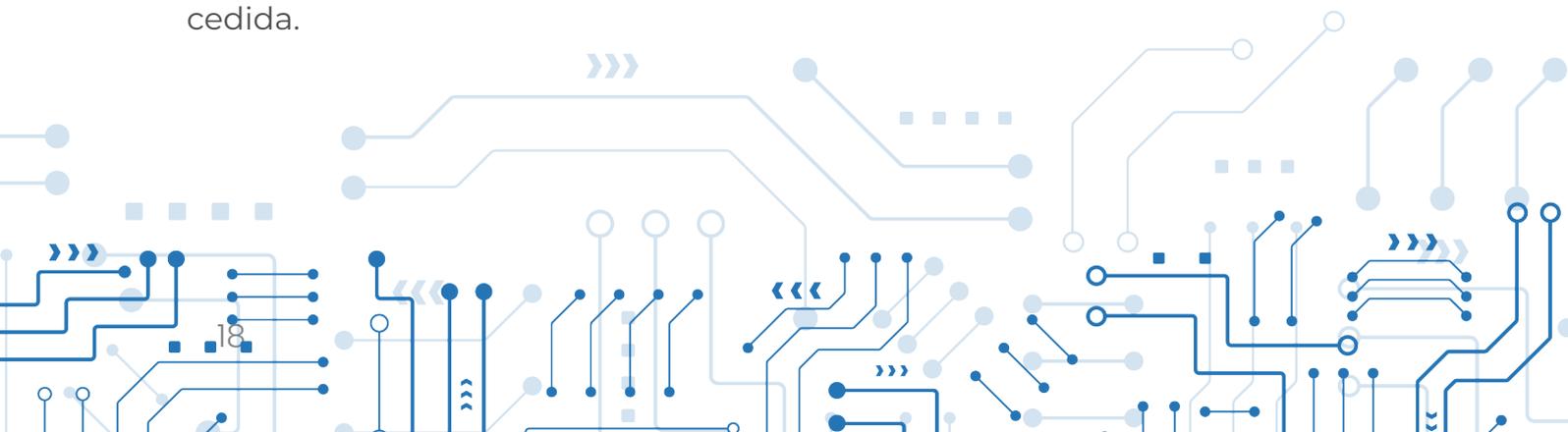
Já ocupantes de cargos técnicos necessitam de experiência sólida e atualizada para aplicar conhecimentos práticos em aspectos específicos da microeletrônica, como design de circuitos, fabricação de semicondutores, entre outros.

Vale destacar que, à semelhança de personagens notáveis da história da microeletrônica, como William Bradford Shockley, fundador da Shockley Semiconductor, e visionários como Robert Noyce, Gordon Moore e Andy Grove, responsáveis pela criação da Intel, ser detentor de habilidades multidisciplinares é possuir um terreno fértil para o germinar de um empreendedorismo bem-sucedido na microeletrônica.

Por que a multidisciplinariedade? Escolher uma área para se aprofundar, adquirir conhecimento sólido e desenvolver excelência é importante, mas também é estratégico ter diversidade de conhecimento para facilitar a compreensão e transição entre diferentes áreas de negócios. Profissionais que cultivam uma abordagem mais multidisciplinar conseguem visualizar e compreender processos variados, adaptando-se mais facilmente às transformações do ambiente profissional. Ao se concentrar exclusivamente em um único tópico, corre-se o risco de ser impactado pelas mudanças imprevisíveis do mercado, como vivenciamos no período da pandemia da COVID-19. A versatilidade se trata de uma demanda fundamental no mercado atual.

Ainda, para inspiração de quem pretende aplicar as habilidades na carreira acadêmica ou como pesquisador, o início de microeletrônica, com a invenção do transistor e do circuito integrado, teve sua importância reconhecida pela conquista do Prêmio Nobel 1956 de Física, dividida entre os pesquisadores William Bradford Shockley, John Bardeen e Walter Houser Brattain. O Prêmio Nobel de Física de 2000 foi concedido aos físicos Herbert Kroemer e Zhores Alferov, pelo desenvolvimento das heteroestruturas semicondutoras e ao engenheiro eletrônico Jack Clair Kilby, pela invenção do circuito integrado (o tal famoso chip). Recentemente, os pesquisadores Mounji Bawendi, Louis Brus e Alexei Ekimov foram laureados com o Prêmio Nobel de Química de 2023 em reconhecimento à sua contribuição significativa na descoberta e desenvolvimento dos chamados pontos quânticos. Essas minúsculas partículas de semicondutores revelaram-se fundamentais para avanços notáveis no campo.

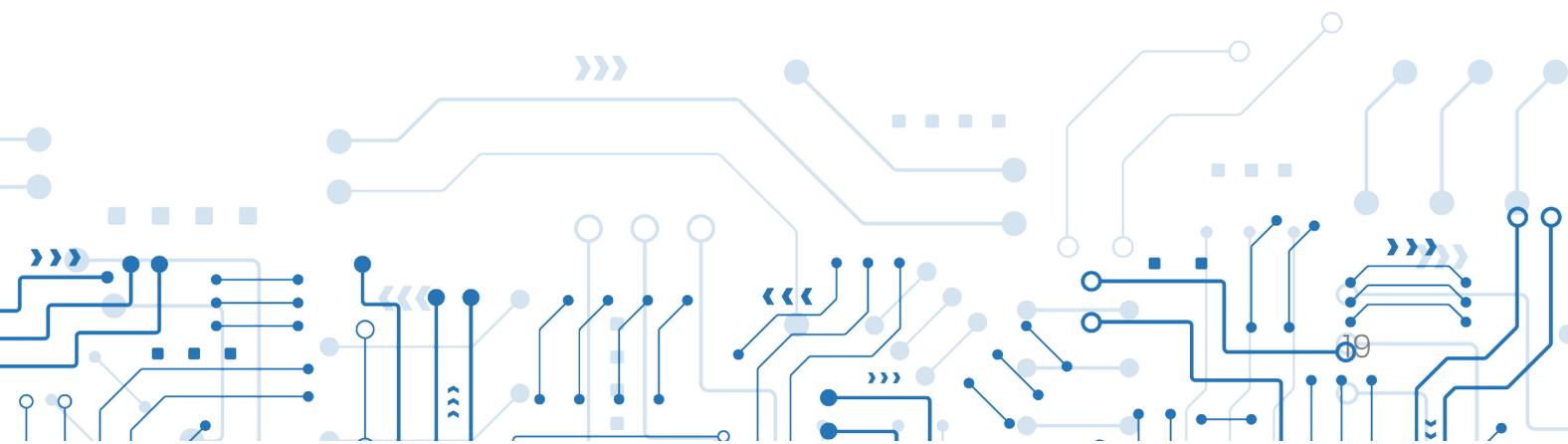
Vale ressaltar que, além das habilidades técnicas, o aprimoramento de competências interpessoais, como criatividade, pensamento crítico, capacidade de resolver problemas, colaboração, adaptabilidade e inteligência emocional, é igualmente essencial para construir uma jornada profissional bem-sucedida.



3.1 Desenvolvimento de Habilidades

No cenário dinâmico da microeletrônica, aprimorar constantemente as habilidades vai além do conhecimento adquirido na graduação e é um elemento chave para se destacar no setor. Confira a seguir algumas sugestões práticas para se um aprimoramento contínuo:

- 1 -** Participar ativamente de projetos de extensão, pesquisa e desenvolvimento, bem como participar regularmente em eventos como workshops e congressos, proporciona uma perspectiva transversal e dinâmica dos avanços contínuos na área.
- 2 -** Mapear sites e revistas especializados, nacionais e internacionais, para acompanhar artigos científicos e notícias setoriais é uma prática de excelência para desbravar o andamento de novos modelos e tendências do setor. Estar atento às principais áreas de aplicação dos componentes microeletrônicos, como saúde, energia, mobilidade, entre outras, promoverá uma compreensão inspiradora do impacto desse setor tão emergente.
- 3 -** Participação em cursos e capacitações, presenciais ou on-line, demonstram o comprometimento profissional e podem ser elemento chave para direcionar na escolha da área de atuação ou ser diferencial para ingressar no mercado.
- 4 -** Além da formação teórica, é importante ganhar experiência prática em estágios e colaborações industriais. Aplicar conhecimentos em ambientes do mundo real proporciona uma compreensão dos desafios do setor além de aprimorar outras habilidades interpessoais ao trabalhar em equipe.



3.2 Construção de um Portfólio

Ao contrário do currículo, um portfólio tem o objetivo específico de destacar os trabalhos que você já realizou, evidenciando suas habilidades, competências, qualificações e experiências. Algumas dicas incluem:

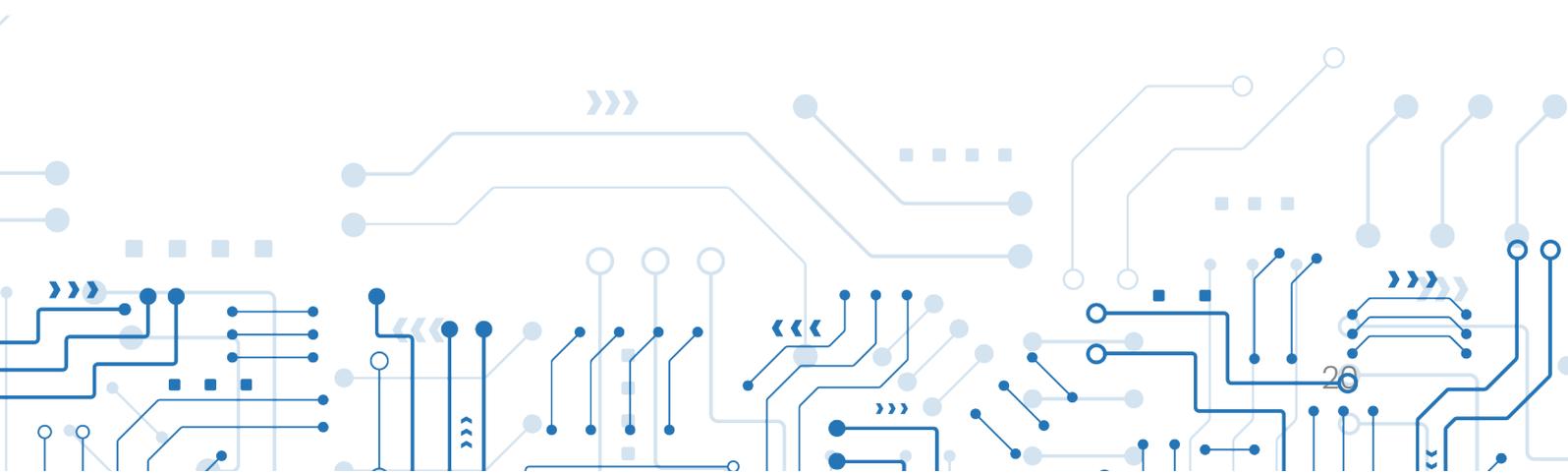
1 - Liste treinamentos, cursos e participações em eventos adicionais que você tenha concluído, mostrando um compromisso contínuo com o aprendizado e atualização.

2 - Mencione os trabalhos desenvolvidos ao longo da sua jornada acadêmica e selecione um ou dois projetos mais recentes para detalhar melhor, preferencialmente na área em que você tenha maior afinidade. No detalhamento, inclua desafios enfrentados e soluções implementadas.

3 - Incorpore os feedbacks de instrutores, colegas de graduação e trabalho ou outros profissionais do setor em seu portfólio. Isso pode ajudar a garantir uma vaga na empresa desejada ou convencer um investidor de que você é digno de tempo e investimento.

4 - Inclua atividades que demonstrem proatividade, como organização de eventos, produção de conteúdo relacionados em redes sociais, participação ativa em fóruns de discussão setorial, capacidade de programação em projetos pessoais ou outras iniciativas voltadas para a área.

5 - Ao final, revise os textos digitados para verificar possíveis erros gramaticais e uso de linguagem informal, visto que podem ser prejudiciais em um



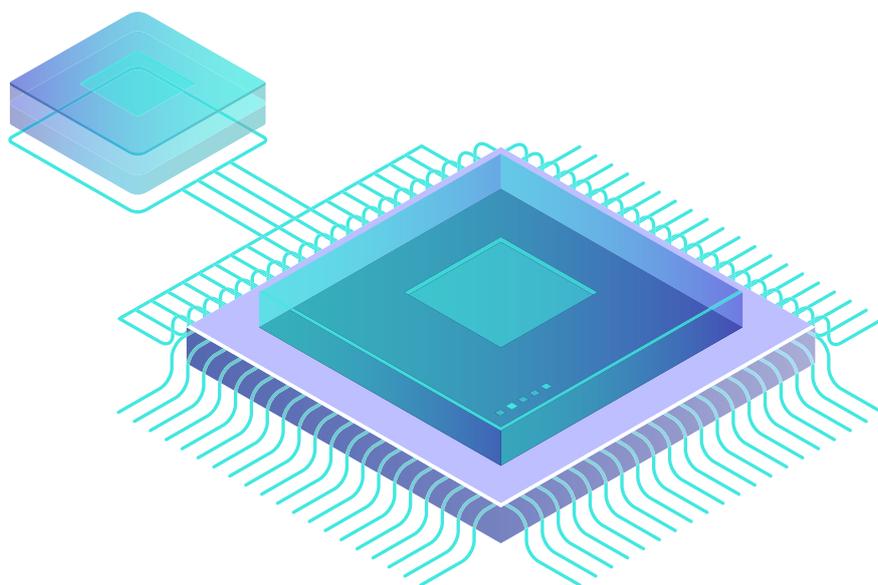
■ Capítulo 4:

Networking e Conexões Profissionais

Para além das habilidades citadas, é importante dedicar parte de sua jornada à construção de uma rede de relacionamento com profissionais no setor. Essas conexões têm o poder de abrir portas, identificar oportunidades e oportunizar a participação em projetos relevantes ou parcerias de negócios. A convivência com profissionais de referência, seja um professor ou colega de graduação ou do trabalho, serve de fonte constante de inspiração e pode moldar o seu crescimento profissional.

As oportunidades para estabelecer essas redes podem surgir por meio da participação ativa em eventos acadêmicos e empresariais que contam com a presença de professores e lideranças do setor ou durante a visita a espaços de inovação específicos do setor.

As redes devem ser caracterizadas por uma relação de simbiose mesmo que você não tenha ingressado no mercado de trabalho ainda. Por exemplo, dedicar tempo e esforço na produção regular de conteúdo nas redes especializadas para profissionais também se trata de uma estratégia de excelência tanto para o marketing pessoal como para o crescimento da rede de contatos. Essas ações voluntárias podem trazer maior visibilidade junto a lideranças do setor e profissionais atuantes em recrutamento.

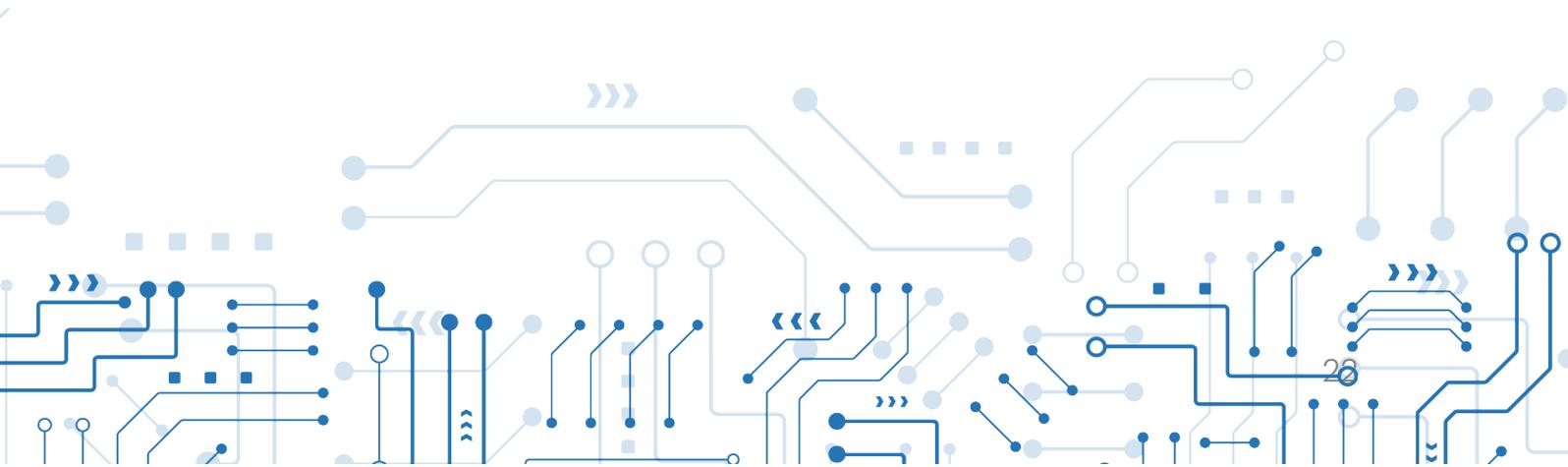


Capítulo 5:

Dicas práticas

Depois de estabelecer as suas metas a longo prazo, como ser “especialista em microeletrônica em determinada subárea” ou “obter sucesso na transição para uma função de consultor ou empreendedor desse setor”, é importante estabelecer marcos para indicar seu progresso. Para isso, sugerimos os seguintes passos:

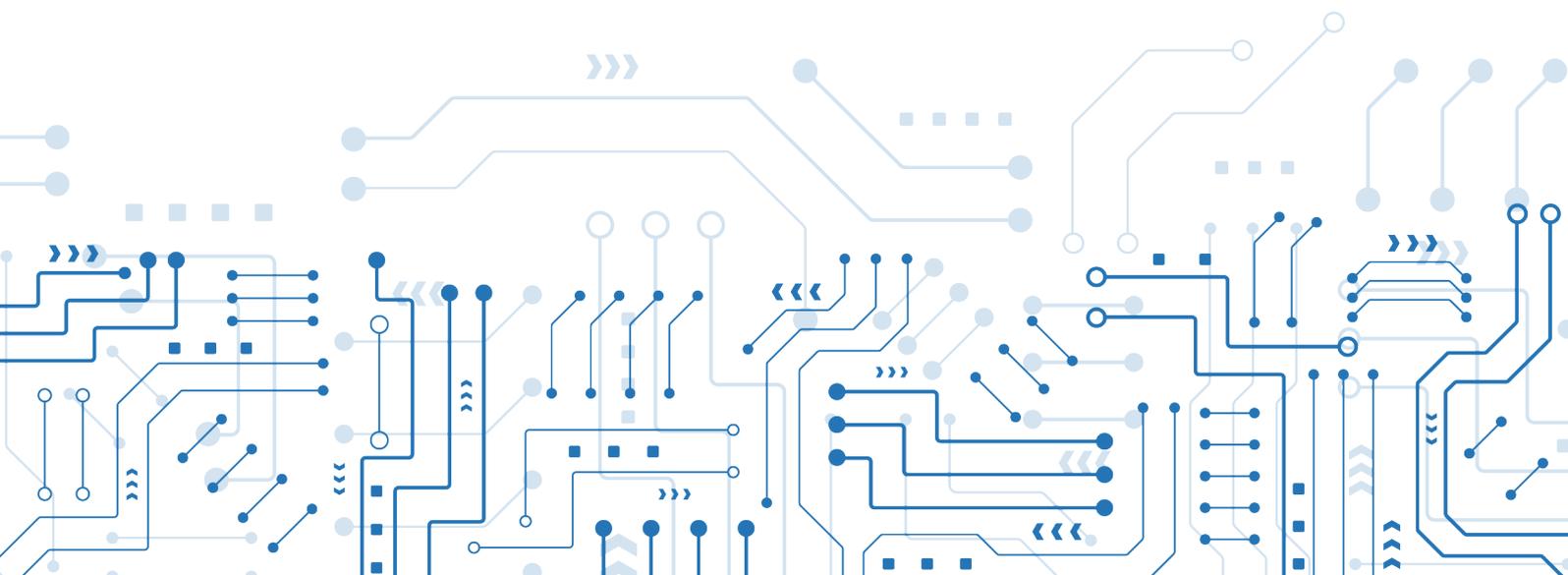
- 1 -** Adquirir uma base sólida de conhecimentos em um curso de graduação em uma área relacionada à microeletrônica, como por exemplo, Engenharia Elétrica ou Ciência da Computação;
- 2 -** Expandir o conhecimento nas subáreas de atuação;
- 3 -** Participar de eventos do setor para aprender sobre as melhores práticas e tendências, além de ampliar as conexões profissionais;
- 4 -** Aplicar as habilidades de microeletrônica em projetos práticos;
- 5 -** Inscrever-se em programas de capacitação conceituados do setor, como, por exemplo, o CI Inovador;
- 6 -** Identificar oportunidades dentro da área de atuação;
- 7 -** Buscar feedback de colegas ou supervisores para aprimorar pontos específicos;
- 8 -** Engajar-se ativamente em rede de contatos (networking) que esteja alinhado com os objetivos de carreira.



Considerações Finais

Conforme destacado neste e-book, a indústria de semicondutores desempenha um papel estratégico na economia moderna. A área é essencial para impulsionar a inovação e facilitar a implementação de tecnologias avançadas, como automação em fábricas, inteligência artificial em dispositivos inteligentes e Internet das Coisas, conectando dispositivos e sistemas e até mesmo promovendo avanços em medicina com a utilização de chips especializados em equipamentos para monitoramento em tempo real. Esses semicondutores são onipresentes em nossa vida cotidiana, contribuindo para o progresso em setores que, como já citados, vão desde a mobilidade até a saúde e a comunicação.

Porém, a atuação em uma área tão complexa requer indivíduos aptos e qualificados a auxiliar nessa revolução das tecnologias digitais. Assim, programas como o CI Inovador, que representam uma soma de esforços entre governo, universidades e empresas para qualificar profissionais em microeletrônica, tornam-se essenciais. Esse investimento conjunto em conhecimentos teóricos e práticos, visando tanto os primeiros passos da jornada profissional quanto o estímulo ao empreendedorismo, é indispensável para orientar e preparar profissionais, capacitando-os a acessar, de forma competitiva, o mercado de trabalho.



Referências

Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores (ABISEMI). Disponível em <https://bit.ly/3SyYi9j>. Acesso em 19 de janeiro de 2024.

Bar-On YM, Flamholz A, Phillips R, Milo R. SARS-CoV-2 (COVID-19) by the numbers. Elife. 2020. Disponível em <https://elifesciences.org/articles/57309>. Acesso 22 de janeiro de 2024.

Base de Dados Econômicos. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), 2023. Disponível em <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/dados/>. Acesso em 19 de janeiro de 2024.

Comportamento da Indústria Elétrica e Eletrônica em 2023. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), 2023. Disponível em <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

KELLER, Michael. How Orlando's Work With Digital Twins May Change How We Engineer Everything? Disponível em <https://bit.ly/42ygvZ4>. Acesso 19 de janeiro de 2024.

FIGUEIREDO, Ana Luiza. Chip de 2 nanômetros da TSMC chega em 2026. Olhar Digital. Disponível em <https://bit.ly/42u5ZC8>. Acesso 22 de janeiro de 2024.

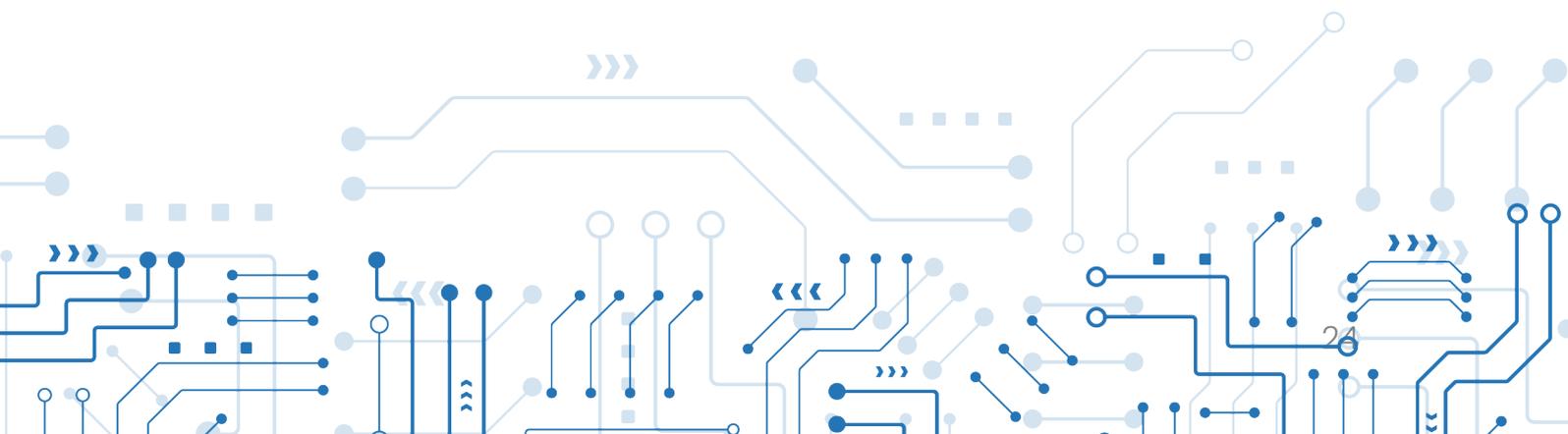
METIS - MicroElectronics Training Industry and Skills Skills and Occupational Profiles for Microelectronics. 2021. Disponível em <https://bit.ly/3w8UpQH>. Acesso em 23 de janeiro de 2024

PIMENTA, Mateus. O que é Portfólio? Guia completo sobre como fazer e exemplos para criar um portfólio impecável. Disponível em <https://bit.ly/4bonO9T>. Acesso 18 de janeiro de 2024.

Salários das Profissões, 2024. Disponível em <https://www.salario.com.br/>. Acesso em 23 de janeiro de 2024.

SWART, Jacobus W. Evolução de microeletrônica a micro-sistemas. CCS e FEEC-Unicamp, 2000.

The Nobel Prize. Disponível em <https://bit.ly/4bxKaFZ>. Acesso 19 de janeiro de 2024.



CONHEÇA O



CI INOVADOR

O CI Inovador nasceu para atender a demanda crescente do mercado por profissionais da área de semicondutores e microeletrônica, sendo uma iniciativa do MCTI executada pela Softex e conduzida pelas instituições de ensino mais renomadas do Brasil.

O programa visa formar profissionais altamente qualificados em microeletrônica e, para isso, oferece duas opções de trilhas: Sistemas digitais e Sistemas analógicos, sendo a última dividida nas vertentes Sistemas analógicos mixed-signals (AMS) e Sistemas analógicos de radiofrequência (RF). Além do módulo de introdução à microeletrônica e dos conteúdos específicos de cada trilha, todos os alunos também terão um módulo de gestão e empreendedorismo.

● **Trilha de Sistemas Digitais:**

A trilha é focada na criação de projeto de sistemas digitais de médio e grande porte, com ênfase nas etapas do fluxo de projeto digital para tecnologias de fabricação modernas, incluindo front-end e back-end. O curso vai do algoritmo ao layout do chip com aulas teóricas e práticas e ferramentas de ponta para proporcionar uma capacitação de alta qualidade.

● **Trilha de Sistemas Analógicos: vertente de Sistemas Mixed-Signals (AMS)**

O curso tem como objetivo a criação de projeto de sistemas eletrônicos analógicos e de interfaceamento com sistemas digitais, enfatizando as etapas e os desafios envolvidos no desenvolvimento de projetos analógicos, além de apresentar noções de teste. Dessa forma, a vertente oferece os conhecimentos técnicos e a experiência prática com ferramentas modernas para se destacar na área.

● **Trilha de Sistemas Analógicos: vertente de Sistemas de Radiofrequência (RF)**

O foco do curso é o desenvolvimento de projeto de sistemas eletrônicos utilizados em sistemas de comunicação em radiofrequência integrada. As aulas vão abordar as diversas etapas e os desafios inerentes aos projetos de RF em tecnologias modernas, incluindo noções de teste. Assim, os estudantes terão uma capacitação de alto nível por meio de ferramentas de ponta, conteúdo teórico e aulas práticas.



CI INOVADOR

Não perca essa
oportunidade e inscreva-se!

ciinovador.softex.br

Executores



Apoio



SBMicro
Sociedade
Brasileira de
Microeletrônica



Realização



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

