



**Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial**

**Departamento Regional de São Paulo**

**Faculdade de Tecnologia SENAI “Anchieta”**

**Projeto Pedagógico do Curso de Extensão  
Projetos de Circuitos Integrados**

**Eixo Tecnológico: Controle e  
Processos Industriais**

**São Paulo - 2020**

## **Projeto Pedagógico do Curso de Extensão de Projetos de Circuitos Integrados.**

**SENAI-SP, 2020**

### **CONSELHO REGIONAL**

#### **Presidente**

Paulo Skaf

#### **Representantes das Atividades Industriais**

##### ***Titulares***

Carlos Antonio Cavalcante

Paulo Vieira

Ronald Moris Masijah

Ruy Salvari Baumer

##### ***Suplentes***

Antonio Carlos Teixeira Álvares

Heitor Alves Filho

José Romeu Ferraz Neto

Saulo Pucci Bueno

#### **Representantes das Categorias Econômicas dos Transportes, das Comunicações e da Pesca**

##### ***Titular***

Irineu Govêa

##### ***Suplente***

Aluizio Bretas Byrro

#### **Diretor Regional**

Ricardo Figueiredo Terra

#### **Representantes do Ministério do Trabalho**

##### ***Titular***

Marco Antonio Melchior

##### ***Suplente***

Alice Grant Marzano

#### **Representantes do Ministério da Educação**

##### ***Titular***

Garabed Kenchian

##### ***Suplente***

Arnaldo Augusto Ciquiello Borges

#### **Representantes dos Trabalhadores da Indústria**

##### ***Titular***

Antonio de Sousa Ramalho Junior

## SUMÁRIO

1. Título .....	4
2. Modalidade.....	4
3. Proponente.....	4
4. Justificativa.....	4
5. Perfil de Conclusão .....	6
6. Histórico .....	6
7. Objetivos Educacionais .....	8
OBJETIVO GERAL .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
8. Requisitos de Acesso – Público Alvo.....	9
9. Concepção do Programa.....	9
10. Coordenação do Programa .....	10
11. Carga Horária.....	10
12. Período e Periodicidade .....	10
13. conteúdo programático, ementa e bibliografia .....	11
14. Metodologia.....	15
15. Tecnologia.....	15
16. Infraestrutura Física.....	15
17. Critério de Seleção .....	16
18. Avaliação.....	16
19. Controle de Frequência .....	16
20. Pessoal Docente e Técnico .....	17
21. Certificação .....	17
22. Histórico das Alterações .....	18

## TÍTULO

CURSO DE EXTENSÃO DE PROJETOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

## MODALIDADE

Presencial.

## PROPONENTE

Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta

## JUSTIFICATIVA

Desde 1989, o SENAI-SP oferece a formação em nível técnico para o segmento da eletrônica. Em 2009, a Instituição passou a oferecer formação superior com um programa de graduação de Tecnólogo em Eletrônica Industrial, autorizado pelo MEC e avaliado com pontuação máxima em todas as dimensões avaliadas. Em 2013, esta graduação foi reconhecida através da Portaria MEC/SERES Nº 194, de 10/05/2013 – Publicada no Diário Oficial da União – DOU – em 14/05/2013, avaliada com a pontuação 4. Este curso tem proporcionado a formação e inserção de ótimos profissionais na área da Eletrônica Industrial.

Nesse sentido, torna-se fundamental, para o contínuo desenvolvimento da área, que profissionais atuantes tenham competências adequadas aos novos cenários e desafios. Cenários estes, balizados por acelerada evolução tecnológica e pelo ajuste das empresas aos mais elevados padrões de desempenho.

Por outro lado, as buscas por ganhos de qualidade, produtividade e competitividade vêm sendo alicerçadas pela inovação tecnológica no âmbito do produto e do processo. Entender e atuar frente às novas demandas de mercado tem sido o grande desafio para os profissionais da área de Eletrônica Industrial,

e o SENAI-SP encara como oportunidade o oferecimento de cursos avançados de aprimoramento profissional.

Dessa forma, o curso de extensão de Projetos de Circuitos Integrados vem complementar a formação profissional oferecida pelos cursos de graduação na área da eletrônica e de outras áreas afins, estando diretamente relacionado ao setor produtivo da indústria. O curso proporcionará a seus alunos a oportunidade de analisar, planejar, integrar e desenvolver circuitos integrados fundamentadas em técnicas e recursos de desenvolvimento utilizando plataformas de software específicas.

A indústria eletroeletrônica representa o maior setor industrial nas economias avançadas. Este ano, mais de 12% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial serão gerados por este setor, de acordo com a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômicos (OCDE). No Brasil, segundo a Associação da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), a indústria eletroeletrônica representava 4,3% do PIB, em 2008.

Os dados consolidados da Abinee mostram ainda que o déficit da balança comercial de produtos do setor eletroeletrônico foi de US\$ 17,5 bilhões, em 2009, superando as previsões anteriores de US\$ 16,8 bilhões. Para este ano, a previsão é que o déficit atinja US\$ 19,5 bilhões. Grande parte deste déficit resulta da reduzida fabricação no País de semicondutores e do alto volume de importações para atender a demanda por produtos eletroeletrônicos.

As exportações brasileiras decorrente da produção de componentes discretos e do encapsulamento, montagem final e testes de componentes semicondutores, em geral de baixa complexidade, cresceram 50% entre 2000 e 2008, passando de US\$ 50 milhões em 2000 para US\$ 76 milhões em 2008, retornando ao patamar de US\$ 57 milhões em 2009. As importações, por sua vez, cresceram 94,1% no mesmo período (média superior a 8% ao ano). Em 2000, eram de US\$ 2 bilhões, chegando a US\$ 4 bilhões em 2008 e US\$ 3,2 bilhões em 2009.

O déficit nacional em componentes semicondutores também tem crescido, em decorrência da pequena produção e do crescente aumento no uso de circuitos integrados na indústria eletroeletrônica. A relevância dos componentes semicondutores para o setor eletroeletrônico, não só como

insumo, mas também como agente indutor de inovações, motivou a inclusão do tema entre as prioridades nos planos e programas do governo Federal.

O domínio dessas técnicas e sua implementação é hoje muito limitada na indústria brasileira, ter esse domínio é estratégico para o desenvolvimento do País proporcionando o desenvolvimento de novos produtos e processos de alta especificidade e não simplesmente comanditeis.

## PERFIL DE CONCLUSÃO

Projetar e desenvolver circuitos integrados de aplicação dedicadas utilizando plataformas de software específicas para aplicações de controle industriais.

## HISTÓRICO

A Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta começou a surgir nos meses finais do ano 2005, a partir da elaboração do projeto de um novo curso: Tecnólogo em Eletrônica Industrial. Este curso superior de tecnologia representou o ingresso do SENAI-SP no ensino superior na área de eletrônica, um importante passo para manter a Instituição atualizada em relação às novas tecnologias de base microeletrônica que movimentam a indústria.

O profissional formado por este curso está qualificado a projetar, implementar e realizar manutenção de produtos e sistemas eletrônicos para automação industrial, administrando recursos com eficácia e promovendo a inovação tecnológica, respeitando a legislação e as normas específicas, de segurança, qualidade, saúde e meio ambiente. Este profissional está habilitado a trabalhar nas áreas da indústria de manufatura e montadoras, indústria de processos contínuos, empresas de pequeno, médio e grande porte, laboratórios e plantas-piloto de pesquisa e desenvolvimento de sistemas de automação, ambientes de produção, centros de desenvolvimento e pesquisa, assessoria e consultoria tecnológica, desenvolvimento tecnológico, comércio e serviços, trabalho autônomo e assistência técnica.

Em dezembro de 2007, foi concluído o Processo de Avaliação do Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial da futura Faculdade de

Tecnologia SENAI Anchieta. No dia 17 de novembro de 2008, foi publicado no Diário Oficial da União a Portaria MEC nº 1.396, informando o credenciamento da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta em 14 de novembro de 2008. No dia 20 de novembro de 2008 foi publicado no Diário Oficial da União a Portaria MEC/SETEC nº 505, de 18 de novembro de 2008, autorizando o funcionamento do Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial. No decorrer do 1º semestre de 2009 foi realizado o processo seletivo para a 1ª turma e, finalmente, a 20 de julho de 2009 deu-se início às aulas.

O projeto do curso superior foi elaborado a partir da instalação de comitê técnico setorial que se reuniu na Escola em novembro de 2005, contando com a participação de representantes do próprio SENAI, de profissionais de empresas industriais diversas, de instituições de ensino e de órgãos de classe. A metodologia de trabalho do comitê consistiu, basicamente, em definir um perfil profissional por meio da descrição das competências que o compõe. Esta metodologia considera as demandas atuais e previsíveis em médio e longo prazo. Na sequência, foi elaborado o Desenho Curricular Baseado em Competências, que consiste na estruturação da oferta formativa com base em perfis profissionais elaborados, com vistas ao desenvolvimento das competências neles previstas.

Em junho de 2012 formou-se a primeira turma do curso superior de tecnologia em eletrônica industrial. E daí por diante, tem transcorrido regularmente a formação de mais uma turma a cada semestre.

No campo da pós-graduação, a Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta deu início às atividades com a implementação de uma turma, para atendimento ao setor vinculado às indústrias de iluminação, com o curso de pós-graduação “Lato Sensu” de Gestão em Light Design.

Em maio de 2013, a Portaria MEC/SERES Nº 194, de 10/05/2013, publicada no Diário Oficial da União em 14/05/2013, conferiu Reconhecimento ao Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica Industrial, desta Faculdade.

Em janeiro de 2015, a instituição deu início a uma turma do novo curso de pós-graduação Lato Sensu de Sistemas Eletrônicos para Controle.

Em junho de 2015, a Portaria MEC Nº 546, de 03/06/2015, publicada no Diário Oficial da União em 05/06/2015, conferiu o Recredenciamento da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta.

Em setembro de 2015, a Faculdade submeteu, para avaliação e autorização de sua administração central, o projeto pedagógico de um novo curso de pós-graduação *Lato Sensu* intitulado “Eletrônica de Potência para Sistemas Industriais” e recebeu a aprovação em dezembro do mesmo ano.

Em janeiro de 2016 a Faculdade iniciou a terceira turma do curso de pós-graduação “Lato Sensu” de Especialização em Sistemas Eletrônicos para Controle.

Em abril de 2016, a Faculdade submeteu, para avaliação e autorização de sua administração central, o projeto pedagógico de um novo curso de pós-graduação *Lato Sensu* intitulado “ Máquinas e Controles em Malha Fechada” e recebeu a aprovação em maio de 2016.

Em agosto de 2016, a Faculdade submeteu, para avaliação e autorização de sua administração central, o projeto pedagógico de um curso de pós-graduação *Lato Sensu* intitulado de MBA em Gestão de *Facilities* e recebeu a aprovação em outubro de 2016.

Também em setembro de 2016, a Faculdade submeteu, para avaliação e autorização de sua administração central, o projeto pedagógico de um curso de pós-graduação *Lato Sensu* intitulado de *Sistemas Embarcados* e recebeu a aprovação em dezembro de 2016.

Com isto a Instituição busca requalificar o atendimento de sua clientela, mantendo-se na vanguarda tecnológica e consolidando sua atuação na pós-graduação.

## OBJETIVOS EDUCACIONAIS

### OBJETIVO GERAL

O curso tem como objetivo geral proporcionar uma formação de curta duração, para complementar a graduação com conteúdos relacionados aos cursos superiores de Tecnologia em Eletrônica Industrial, Engenharia Elétrica e

Física, não sendo parte obrigatória do mesmo, mas possibilitando o aprofundamento em projetos circuitos integrados de aplicações específicas.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Atender a demanda por mão de obra com alta qualificação profissional exigida pela evolução tecnológica.
- Atender as necessidades de reciclagem e especialização de profissionais de nível superior na área da eletrônica, envolvendo a interação entre as tecnologias de *hardware* e *software* e suas inovações tecnológicas.
- Envolver profissionais na melhoria contínua dos processos e produtos.

## REQUISITOS DE ACESSO – PÚBLICO ALVO

O curso é aberto a candidatos portadores de diploma de curso superior nas áreas da eletrônica, física e áreas correlatas.

## CONCEPÇÃO DO PROGRAMA

No mercado, é notória a tendência de aumento na demanda por profissionais da área da eletrônica. Como fatores para esse aumento temos o surpreendente crescimento da internet pós anos 90, a diversificação de plataformas de desenvolvimento de circuitos integrados, sensores integrados e *devices*.

Além das inúmeras oportunidades existentes para este profissional, um novo cenário traz a ampliação sem precedentes nessas oportunidades, é a Internet das Coisas – *IoT*. Este novo e inovador movimento tecnológico está impulsionando o mercado, incentivando soluções inovadoras mais eficientes e seguras.

A necessidade de formar um especialista que tenha aprimorado o domínio dessas tecnologias motivou a criação do curso.

A vinculação entre teoria e prática, aspecto fundamental na metodologia adotada no curso, é praticada por meio de aulas expositivas, bem como pelo desenvolvimento de atividades em laboratórios com equipamentos industriais e didáticos adquiridos com recursos próprios da Instituição ou por meio de parcerias com empresas.

A Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta com sua expertise em eletrônica e seus recursos tecnológicos, corpo docente motivado e qualificado, se apresenta como ambiente adequado ao desenvolvimento do potencial de seus alunos.

## COORDENAÇÃO DO PROGRAMA

A coordenação do curso está sob a responsabilidade do engenheiro Marcos Antônio Felizola, Mestre em Engenharia Mecânica – Automação e Controle pela UNITAU. Graduado em Engenharia Eletrônica, Licenciado em Formação Pedagógica para Formadores da Educação Profissional, Especialista em Sistemas Elétricos e em Gestão Educacional. Possui experiência na área da educação profissional, ensino superior e atua na Instituição desde 2003, em regime de tempo integral.

## CARGA HORÁRIA

A carga horária é de 60 horas.

## PERÍODO E PERIODICIDADE

As aulas do curso serão ministradas seguindo os horários previstos a seguir:

- Para as turmas com aulas exclusivamente aos sábados – das 9 horas às 12 horas e das 13 horas às 16 horas; ou
  - Para as turmas com aulas exclusivamente no período noturno, em duas noites (de 2ª a 6ª feira) – das 19 horas às 22 horas.

## CONTEÚDO PROGRAMÁTICO, EMENTA E BIBLIOGRAFIA

Legislação	Unidade Curricular	Carga Horária (horas)
Lei Federal nº 9394/1996	Projetos de Circuitos Integrados	60
	<b>Carga horária total</b>	<b>60</b>

<b>Título:</b>	<b>Projetos de Circuitos Integrados</b>	
<b>Área Tecnológica</b>	<b>Eletroeletrônica</b>	
<b>Ocupação(ões) de Referência</b>	<b>Tecnólogo em Eletrônica Industrial</b>	
<b>Funções / Subfunções de referência:</b>	<b>Projetar circuitos eletrônicos industriais, considerando as normas, padrões e requisitos técnicos, de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente.</b>	

<b>Objetivo Chave:</b> Desenvolver capacidades necessárias para elaboração de projetos de circuitos integrados				
<b>Subfunções complementares</b>	<b>Padrões de Desempenho</b>	<b>Capacidades Técnicas</b>	<b>Conhecimentos</b>	<b>C/H</b>
Elaborar projeto de circuitos integrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Considerando o projeto de circuito eletrônico e a funcionalidade do circuito integrado em função da demanda de aplicação.</li> <li>Considerando as especificações técnicas dos materiais, conforme padrões estabelecidos por órgãos regulamentadores</li> <li>Seguindo procedimentos técnicos e diretrizes de trabalho para elaboração de desenho e documentos dos circuitos integrados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretar os requisitos da demanda no projeto do circuito eletrônico.</li> <li>Definir a composição do material a ser utilizado na criação do circuito integrado.</li> <li>Definir o modelo de encapsulamento a ser utilizado no projeto do circuito integrado.</li> <li>Aplicar técnicas de modelagem de blocos e componentes eletrônicos conforme as funcionalidade do circuito integrado.</li> <li>Aplicar recursos computacionais em software de projetos para elaboração e simulação de funcionamento do circuito integrado.</li> <li>Aplicar procedimentos de registros técnicos das informações para elaboração de documentos dos circuitos integrados.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Subsistemas</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Elementos Lógicos</li> <li>Elementos Discretos               <ol style="list-style-type: none"> <li>Passivos</li> <li>Ativos</li> </ol> </li> </ol> </li> <li><b>Processo de Integração</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Definição</li> <li>Tipos:               <ol style="list-style-type: none"> <li>MOS</li> <li>Bipolar</li> </ol> </li> <li>Ciclo do Processo de Integração</li> </ol> </li> <li><b>Circuitos integrados</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Representação gráfica:               <ol style="list-style-type: none"> <li>dos elementos do circuito</li> <li>dos aspectos construtivos</li> <li>dos materiais-compostos químicos</li> <li>das conexões</li> </ol> </li> <li>Layout               <ol style="list-style-type: none"> <li>Ferramenta para layout de circuitos integrados</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>	60 horas

			<p>3.2.2 Boas práticas de projeto (Layout)</p> <p>3.3 Simulação</p> <p>3.3.1 Preparação: Linguagem de Descrição do Circuito</p> <p>3.3.2 Execução: Simulador Spice</p> <p>3.3.3 Análise Gráfica dos Resultados</p> <p><b>4. Processos de fabricação de circuitos integrados</b></p> <p>4.1 Etapas:</p> <p>4.1.1 Oxidação Térmica</p> <p>4.1.2 Deposição de óxido de silício</p> <p>4.1.3 Fotogravação</p> <p>4.1.4 Corrosão Química</p> <p>4.1.5 Difusão de Impurezas</p> <p>4.1.6 Implantação Iônica</p> <p>4.2 Ambientes de Fabricação: Sala Limpa</p> <p>4.2.1 Definição</p> <p>4.2.2 Características</p>	
--	--	--	--	--

**Bibliografia Básica:**

JULIAN, Pedro. Circuitos Integrados Digitales CMOS: Análisis y Diseño. 1ed. Alfaomega. Buenos Aires. 2015

**Bibliografia Complementar:**

- RAZAVI, Behzad. Design of Analog CMOS Integrated Circuits, McGraw-Hill, 2001

**Ambientes Pedagógicos:**

- Sala de aula, Laboratório de Eletrônica, Laboratório de Software.

## METODOLOGIA

A carga horária de 60 horas presenciais está distribuída entre aulas teóricas e atividades práticas, utilizando para tanto a estrutura física das instalações da Faculdade de Tecnologia SENAI Anchieta. São utilizadas metodologias ativas de ensino e aprendizagem que buscam um balanço entre as exposições teóricas dialogadas e atividades práticas em sala de aula e laboratório, desenvolvidas individualmente e em pequenos grupos, considerando-se ainda como fundamental o tempo utilizado fora de sala de aula para consolidar os conhecimentos e conceitos

## TECNOLOGIA

O curso se desenvolve de forma presencial nas suas 60 horas. Existe a disponibilidade de quatro laboratórios equipados em conformidade com o conteúdo ministrado em cada módulo, cujo detalhamento maior é feito no item de Infraestrutura Física.

## INFRAESTRUTURA FÍSICA

<b>Discriminação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Área</b>
<b>Salas de Aula</b>		
Sala de Aula para o curso	04	216 m <sup>2</sup>
<b>Biblioteca</b>		
Salas de estudo e pesquisa	01	90 m <sup>2</sup>
Área do acervo	01	102 m <sup>2</sup>
<b>Laboratórios</b>		
Eletrônica Analógica	01	62 m <sup>2</sup>
Software e Informática	03	208 m <sup>2</sup>

## CRITÉRIO DE SELEÇÃO

Os laboratórios comportam um total de vinte alunos por turma. Considerando este parâmetro, o processo seletivo ocorrerá especificamente ou de forma combinada por meio dos seguintes instrumentos, tomando por base a quantidade de candidatos por vaga:

I – Avaliação do atendimento aos pré-requisitos exigidos;

II – Análise de currículo;

III – entrevista.

## AValiação

A avaliação do desempenho do aluno no curso é realizada segundo as diretrizes educacionais do SENAI, por meio de avaliações escritas, análise de situação problema, apresentação oral e/ou escrita de projetos.

As diretrizes metodológicas e a forma de avaliação são definidas pelo docente e apresentadas aos alunos no início de cada módulo, bem como explicitados os critérios de avaliação. Vale ressaltar que o processo de avaliação tem como principal função a verificação do alcance do perfil do profissional.

Ao final de cada módulo aplica-se um questionário investigativo da qualidade dos principais fatores intervenientes na qualidade do curso (docente, infraestrutura, atendimento administrativo) de forma que se possa retroalimentar o sistema para a melhoria contínua dos programas de formação.

São considerados aprovados no módulo os alunos que tiverem obtido aproveitamento correspondente a 70% (setenta por cento) na escala de 0 a 100 de notas e, pelo menos, 75% (setenta e cinco por cento) de frequência. A avaliação é computada por módulo e o aproveitamento final é obtido calculando-se a média aritmética simples das notas de aprovação dos módulos.

## CONTROLE DE FREQUÊNCIA

O controle de frequência às aulas é realizado pelo docente por meio de registro em diário de classe, cujo armazenamento é realizado pela secretaria acadêmica após o lançamento dos registros no sistema eletrônico.

A frequência mínima exigida é de, pelo menos, 75% (setenta e cinco por cento) das aulas de cada módulo.

## PESSOAL DOCENTE E TÉCNICO

O quadro de docentes para o Curso de Extensão em Projeto de Circuitos Integrados é composto, preferencialmente, por profissionais técnicos, com formação e experiência profissional condizentes com a área do curso.

<b>Docente:</b>	Leandro Poloni Dantas
<b>Titulação:</b>	Doutor
<b>Lattes:</b>	<a href="http://lattes.cnpq.br/6255986062207024">http://lattes.cnpq.br/6255986062207024</a>
<b>Regime de contratação:</b>	Horista

## CERTIFICAÇÃO

Para o curso de extensão concluído, será conferido o certificado de extensão em Projeto de Circuitos Integrados.

**SENAI-SP, 2020**

Elaboração ***Faculdade de Tecnologia SENAI ‘Anchieta’***

- *Marcos Antônio Felizola*

Colaboração ***Gerência de Educação***

- *Márcio José do Nascimento*

## HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição das Alterações</b>
07/10/2020	V 1.0	Elaboração