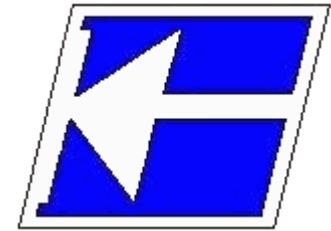


Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Departamento Acadêmico de Eletrônica

Eletrônica de Potência



Apresentação da Disciplina

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, fevereiro de 2020.

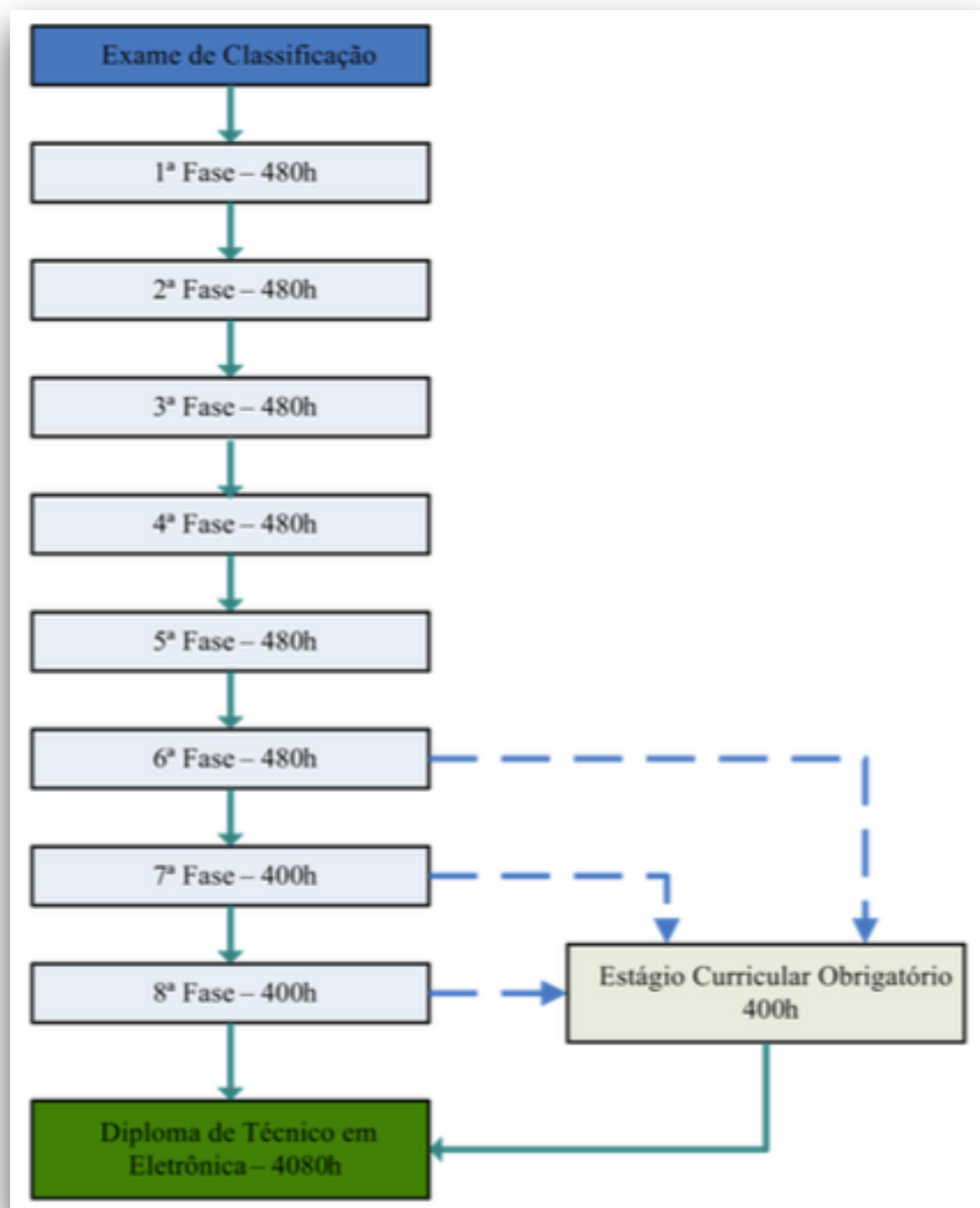
Engenharias

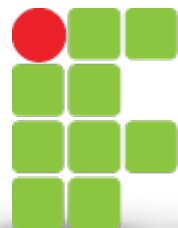
"Sou e sempre serei um engenheiro nerd, de meias brancas e protetor de bolso nascido sob a segunda lei da termodinâmica, ancorado em tabelas de propriedade dos gases, apaixonado por diagramas de corpo livre, transformado por Laplace, propelido por ar comprimido. Como engenheiro, tenho imenso orgulho das realizações de minha profissão."
(Neil Armstrong)

"Seria, com efeito, a engenharia - mais que a ciência - o que levaria ao pouso na Lua: e um engenheiro seria o primeiro a pôr os pés no outro mundo."
(James R. Hansen)



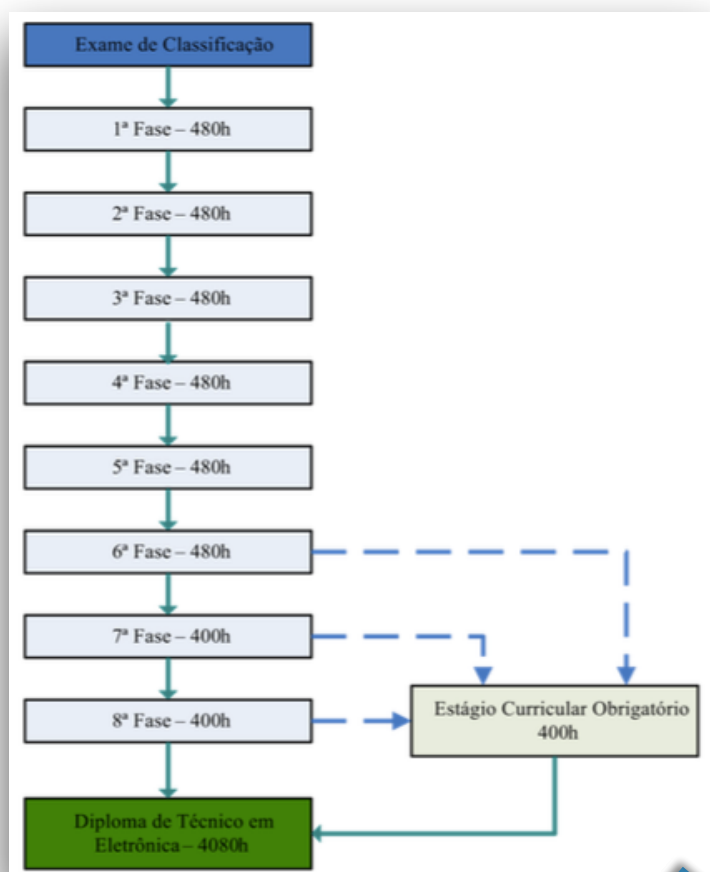
Curso Técnico de Eletrônica





INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Curso Técnico de Eletrônica



8ª Fase

Unidade Curricular	C/H Semanal	C/H Semestral
História	2	40
Geografia	2	40
Filosofia e Sociologia	2	20
Sistemas de Comunicação	4	80
Eletrônica de Potência	6	120
Microcontroladores	4	80
TOTAL	20 h	400 h

Plano de Ensino - Objetivos

A Unidade Curricular de Eletrônica de Potência tem como tema central aplicar as diferentes topologias e tecnologias de eletrônica de potência em sistemas eletroeletrônicos; reunindo os conceitos necessários para que o aluno possa compreender o funcionamento, projetar e aplicar as estruturas clássicas e as tecnologias de conversão estática de energia e de fontes de alimentação chaveadas, considerando aspectos de eficiência, qualidade energética e de viabilidade econômica.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

Plano de Ensino



Disciplina: ELP-60408 – Eletrônica de Potência
Semestre: 2019-1
Turma: 6040822
Carga horária: 120 horas
Prof.: Clóvis Antônio Petry (petry@ifsc.edu.br)
Endereço eletrônico da disciplina: www.ProfessorPetry.com.br

1. Objetivos

A Unidade Curricular de Eletrônica de Potência tem como tema central aplicar as diferentes topologias e tecnologias de eletrônica de potência em sistemas eletroeletrônicos; reunindo os conceitos necessários para que o aluno possa compreender o funcionamento, projetar e aplicar as estruturas clássicas e as tecnologias de conversão estática de energia e de fontes de alimentação chaveadas, considerando aspectos de eficiência, qualidade energética e de viabilidade econômica.

2. Competências e Habilidades

Ao término da disciplina, o estudante deve conhecer e correlacionar as diferentes topologias e tecnologias empregadas na Eletrônica de Potência.

Dentre as habilidades esperadas do aluno, tem-se:

- Conhecer os principais semicondutores de potência, bem como suas especificações em catálogos e folhas de dados;
- Conhecer as principais estruturas de conversores estáticos e seus sistemas de proteção;
- Selecionar estruturas para projeto de conversores de potência;
- Especificar componentes para aplicações de conversores de potência;
- Realizar montagem e testes de conversores de potência;
- Conhecer as aplicações da eletrônica de potência.

3. Ementa

A ementa da disciplina está apresentada junto ao cronograma de atividades no item 7. Da mesma forma, a ementa, competências, conhecimentos, habilidades e atitudes podem ser encontrados no projeto pedagógico do curso, disponível em: www.ifsc.edu.br

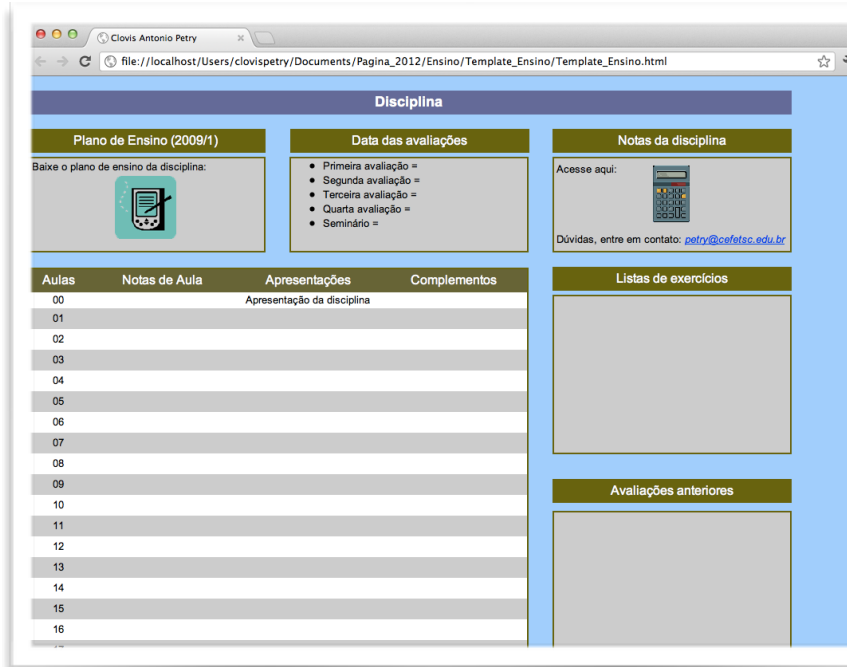
4. Avaliação

A avaliação da disciplina de Eletrônica de Potência consistirá em três provas teórico/práticas, relatórios das experiências, verificações parciais e projeto semestral.

A média final da disciplina será calculada por:

$$MF = MP \cdot 0,5 + LAB \cdot 0,3 + PJ \cdot 0,2$$

Onde:
MP: média das provas, todas com o mesmo peso;
LAB: nota dos laboratórios;

The screenshot shows a web browser displaying the course plan for "Disciplina: ELP-60408 – Eletrônica de Potência". The page includes sections for "Plano de Ensino (2009/1)", "Data das avaliações", "Notas da disciplina", "Aulas", "Listas de exercícios", and "Avaliações anteriores". The "Aulas" section lists 16 sessions, with the first session being "Apresentação da disciplina". The "Data das avaliações" section lists four evaluation dates: "Primeira avaliação = 01/09/2019", "Segunda avaliação = 08/09/2019", "Terceira avaliação = 15/09/2019", and "Seminário = 22/09/2019". The "Notas da disciplina" section includes a link to "Acesse aqui:" and a contact email "petry@cefetsc.edu.br".

Plano de Ensino - Objetivos

Ao término da disciplina, o estudante deve conhecer e correlacionar as diferentes topologias e tecnologias empregadas na Eletrônica de Potência. Dentre as habilidades esperadas do aluno, tem-se:

- Conhecer os principais semicondutores de potência, bem como suas especificações em catálogos e folhas de dados;
- Conhecer as principais estruturas de conversores estáticos e seus sistemas de proteção;
- Selecionar estruturas para projeto de conversores de potência;
- Especificar componentes para aplicações de conversores de potência;
- Realizar montagem e testes de conversores de potência;
- Conhecer as aplicações da eletrônica de potência.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO TÉCNICO DE ELETRÔNICA

Plano de Ensino

Disciplina: ELP-60408 – Eletrônica de Potência
Semestre: 2019-1
Turma: 6040822
Carga horária: 120 horas
Prof.: Clóvis Antônio Petry (cpetry@ifsc.edu.br)
Endereço eletrônico da disciplina: www.ProfessorPetry.com.br

1. Objetivos

A Unidade Curricular de Eletrônica de Potência tem como tema central aplicar as diferentes topologias e tecnologias de eletrônica de potência em sistemas eletroeletrônicos; reunindo os conceitos necessários para que o aluno possa compreender o funcionamento, projetar e aplicar as estruturas clássicas e as tecnologias de conversão estática de energia e de fontes de alimentação chaveadas, considerando aspectos de eficiência, qualidade energética e de viabilidade econômica.

2. Competências e Habilidades

Ao término da disciplina, o estudante deve conhecer e correlacionar as diferentes topologias e tecnologias empregadas na Eletrônica de Potência.

Dentre as habilidades esperadas do aluno, tem-se:

- Conhecer os principais semicondutores de potência, bem como suas especificações em catálogos e folhas de dados;
- Conhecer as principais estruturas de conversores estáticos e seus sistemas de proteção;
- Selecionar estruturas para projeto de conversores de potência;
- Especificar componentes para aplicações de conversores de potência;
- Realizar montagem e testes de conversores de potência;
- Conhecer as aplicações da eletrônica de potência.

3. Ementa

A ementa da disciplina está apresentada junto ao cronograma de atividades no item 7. Da mesma forma, a ementa, competências, conhecimentos, habilidades e atitudes podem ser encontrados no projeto pedagógico do curso, disponível em: www.ifsc.edu.br

4. Avaliação

A avaliação da disciplina de Eletrônica de Potência consistirá em três provas teórico/práticas, relatórios das experiências, verificações parciais e projeto semestral.

A média final da disciplina será calculada por:

$$MF = MP \cdot 0,5 + LAB \cdot 0,3 + PJ \cdot 0,2$$

Onde:
MP: média das provas, todas com o mesmo peso;
LAB: nota dos laboratórios;



Clóvis Antonio Petry

file:///localhost/Users/clovispetry/Documents/Pagina_2012/Ensino/Template_Ensino/Template_Ensino.html

Disciplina

Plano de Ensino (2009/1)

Baixe o plano de ensino da disciplina:



Data das avaliações

- Primeira avaliação =
- Segunda avaliação =
- Terceira avaliação =
- Quarta avaliação =
- Seminário =

Notas da disciplina

Acesse aqui: 

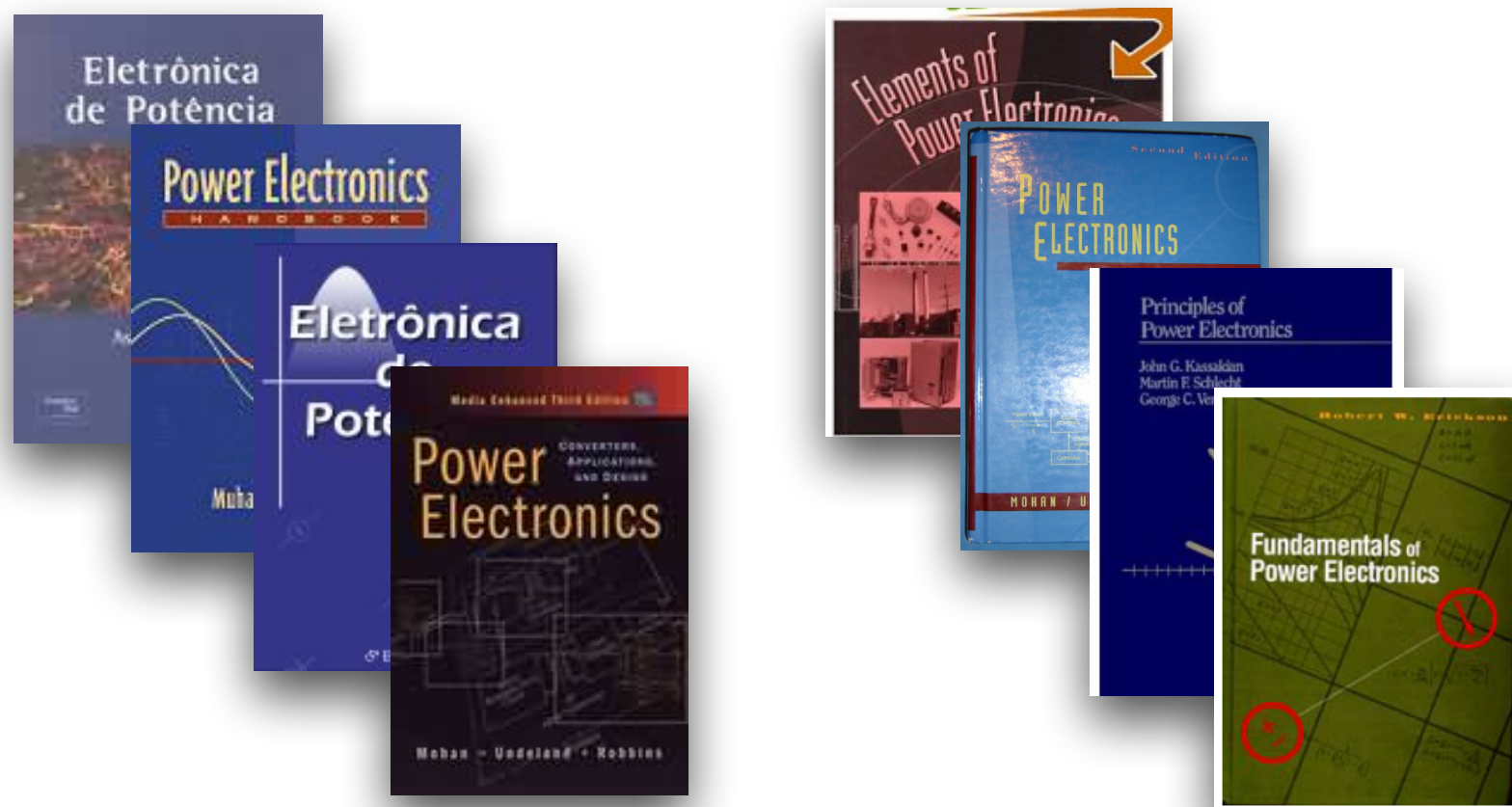
Dúvidas, entre em contato: cpetry@cefetsc.edu.br

Aulas	Notas de Aula	Apresentações	Complementos
00		Apresentação da disciplina	
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			

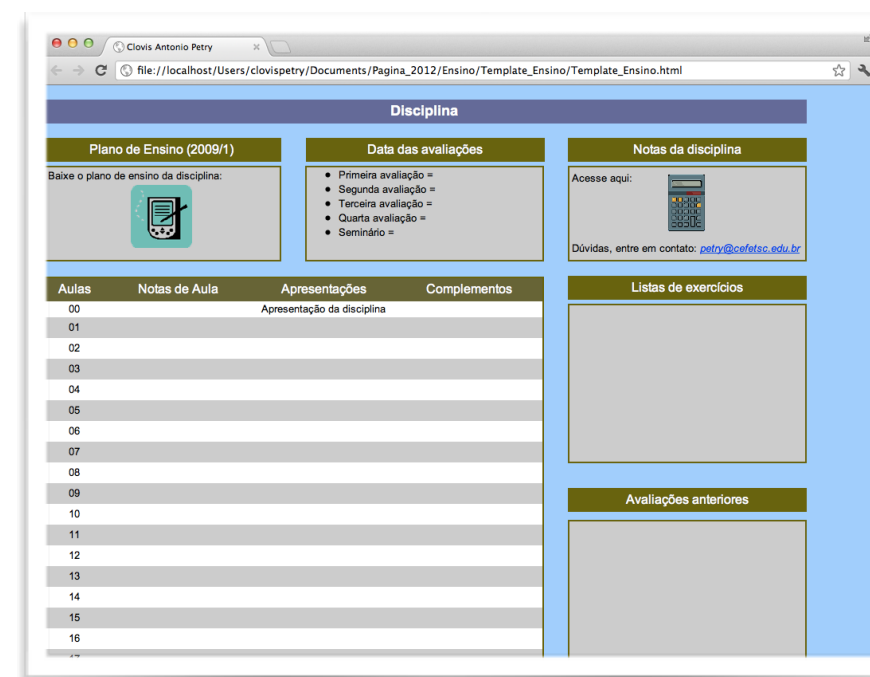
Listas de exercícios

Avaliações anteriores

Plano de Ensino - Bibliografia



www.ProfessorPetry.com.br



Plano de Ensino - Avaliação

Instrumentos de avaliação:

- Trabalhos solicitados;
- Listas de exercícios;
- Relatórios de simulações e laboratórios;
- Avaliações escritas;
- Participação em aula, assiduidade, interesse, etc.



Plano de Ensino - Avaliação

A média final da disciplina será calculada por:

$$MF = MP \cdot 0,5 + LAB \cdot 0,3 + PJ \cdot 0,2$$

Onde:

- MP: média das provas, todas com o mesmo peso;
- LAB: nota dos laboratórios;
- PJ: nota do projeto semestral;
- MV: média das verificações.

MF > 6,0 → Aluno considerado APTO

MF < 6,0 → Recuperação final

REC > 6,0 → APTO

REC < 6,0 → NÃO APTO

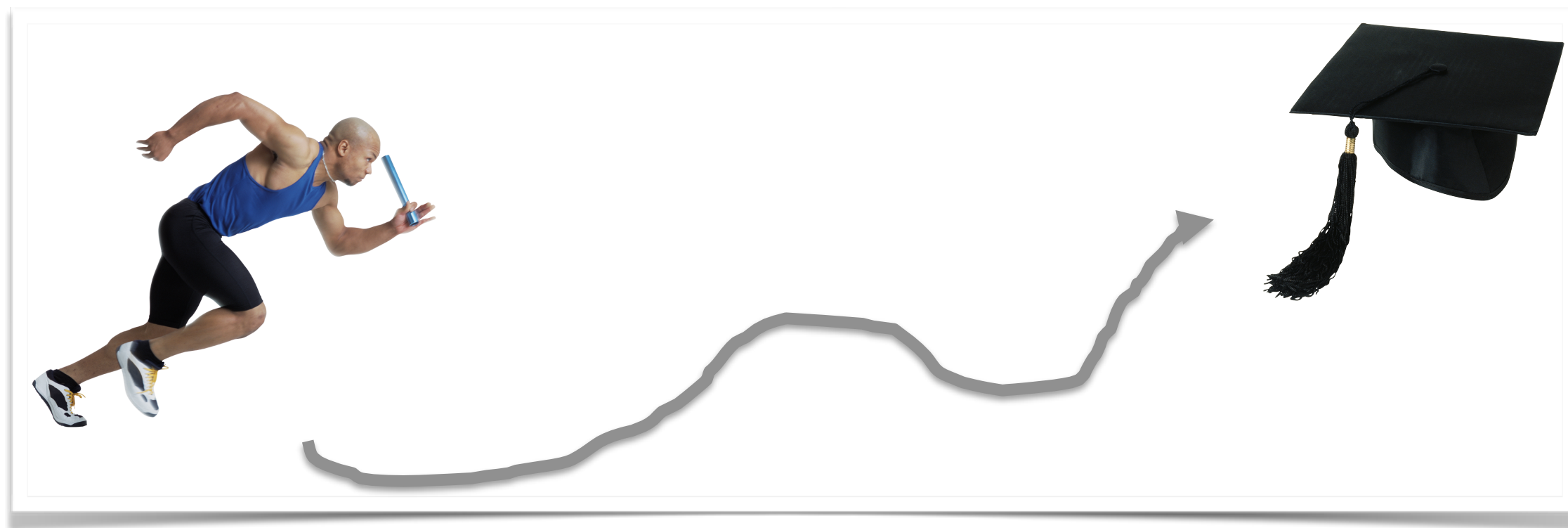
Plano de Ensino - Avaliação

O que obterei?

1. Conhecer e especificar os principais semicondutores de potência.
2. Conhecer as diferentes estruturas de conversores estáticos e seus sistemas de proteção.
3. Escolher componentes e estruturas e efetuar montagem de conversores.

Onde chegarei?

- Análise, simulação e implementação dos principais conversores estáticos.



Plano de Ensino - Avaliação

1. Equipes para aulas de laboratório;
2. Entrega de materiais;
3. Utilização de recursos diversos;
4. Roteiros, listas de exercícios, apostilas, etc...
5. Outras considerações.



```
Arduino - 0011 Alpha
File Edit Sketch Tools Help

Blink

/*
 * Blink
 *
 * The basic Arduino example. Turns on an LED on for one second,
 * then off for one second, and so on... We use pin 13 because,
 * depending on your Arduino board, it has either a built-in LED
 * or a built-in resistor so that you need only an LED.
 *
 * http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
 */

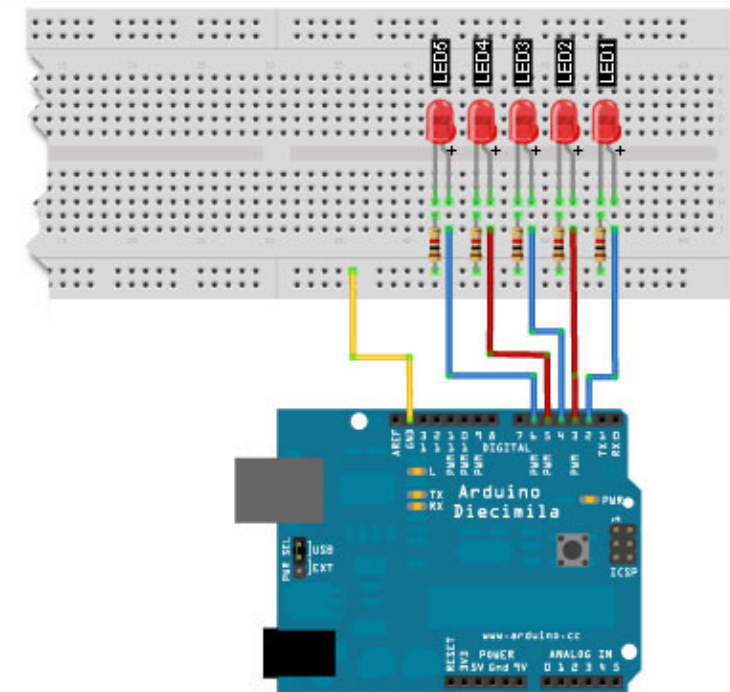
int ledPin = 13;          // LED connected to digital pin 13

void setup()              // run once, when the sketch starts
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

void loop()               // run over and over again
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000);               // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off
  delay(1000);               // waits for a second
}

Done compiling.

Binary sketch size: 1098 bytes (of a 14336 byte maximum)
22
```



Plano de Ensino - Cronograma

Eletrônica de Potência - Semestre 2020/1				
Mês	Dia	Dia Semana	Local	Aula/Assunto
Fevereiro	10/02	Segunda-Feira	-	Início do semestre letivo 2020/1
Fevereiro	11/02	Terça-Feira	-	Sistemas de telecomunicações (Prof. Samir)
Fevereiro	14/02	Sexta-Feira	ELP	Apresentação da disciplina (Lab. 0)
Fevereiro	14/02	Sexta-Feira	ELP	Introdução à eletrônica de potência (Lab. 1)
Fevereiro	18/02	Terça-Feira	ELP	Revisão de componentes passivos (R, L e C)
Fevereiro	18/02	Terça-Feira	ELP	Laboratório de componentes passivos (R, L e C) (Lab. A1)
Fevereiro	21/02	Sexta-Feira	ELP	Componentes semicondutores: diodos e tiristores (Lab. 2)
Fevereiro	21/02	Sexta-Feira	ELP	Componentes semicondutores: BJT, MOSFET, IGBT (Lab. 3)
Fevereiro	25/02	Terça-Feira	-	Feriado - Carnaval
Fevereiro	28/02	Sexta-Feira	ELP	Especificação de componentes e projeto térmico (Lab. 4)
Fevereiro	28/02	Sexta-Feira	ELP	Retificadores de meia onda com carga resistiva (Lab. 5)
Março	03/03	Terça-Feira	ELP	Comutação de semicondutores (Lab. A2)
Março	06/03	Sexta-Feira	ELP	Retificadores de meia onda com carga resistiva-indutiva (Lab. 6)
Março	06/03	Sexta-Feira	ELP	Retificadores de onda completa com carga resistiva (Lab. 7)
Março	10/03	Terça-Feira	ELP	Retificadores de onda completa com carga resistiva-indutiva (Lab. 8)
Março	13/03	Sexta-Feira	ELP	Retificadores de onda completa com filtro capacitivo
Março	13/03	Sexta-Feira	ELP	Retificadores de onda completa com filtro capacitivo (Lab. 9)
Março	17/03	Terça-Feira	ELP	Retificadores controlados (Lab. 10)
Março	20/03	Sexta-Feira	ELP	Exercícios de circuitos retificadores

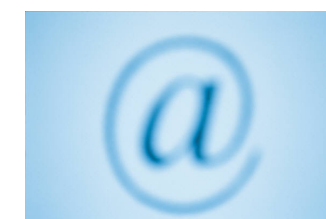


Plano de Ensino - Quadro de Horários

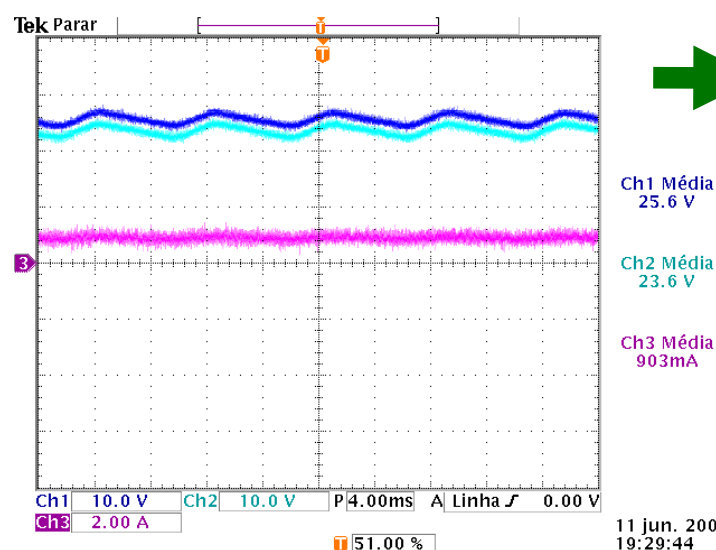
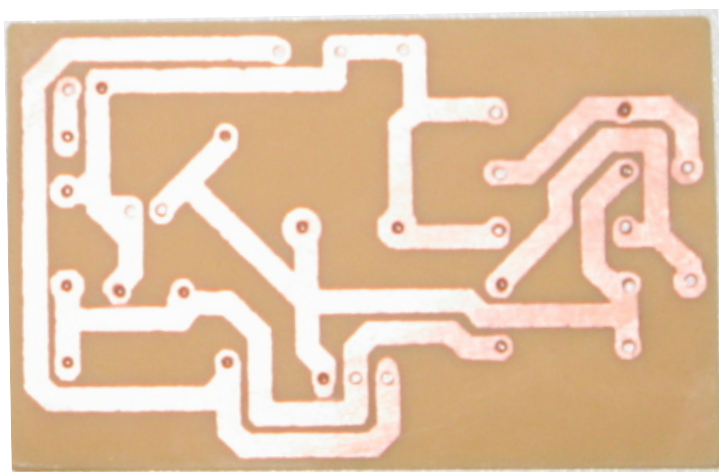
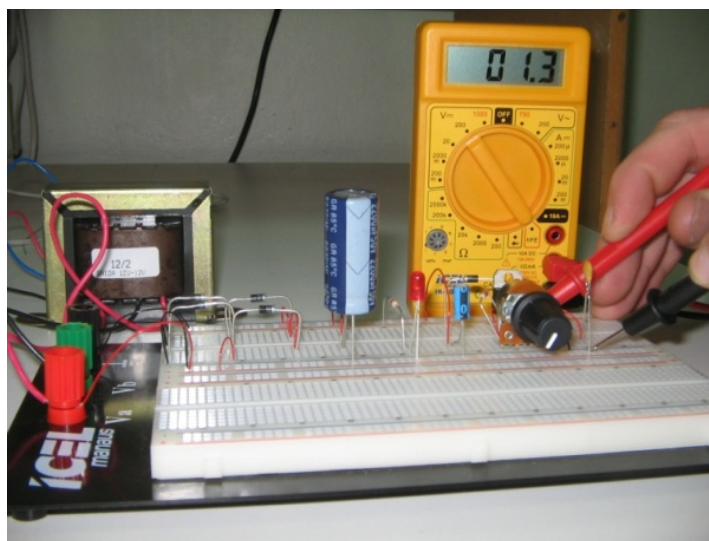
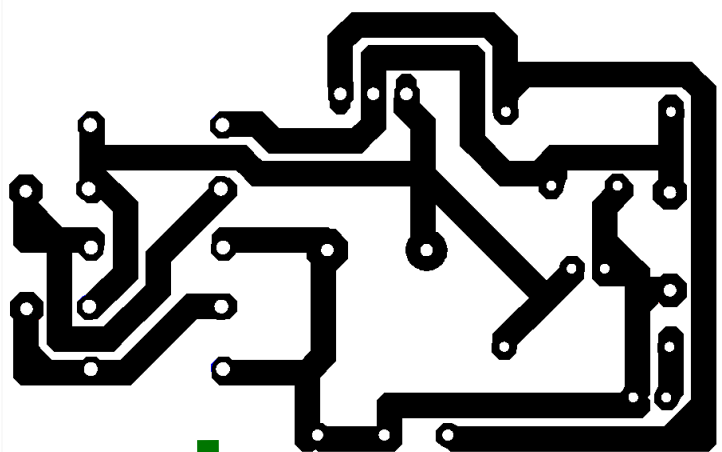
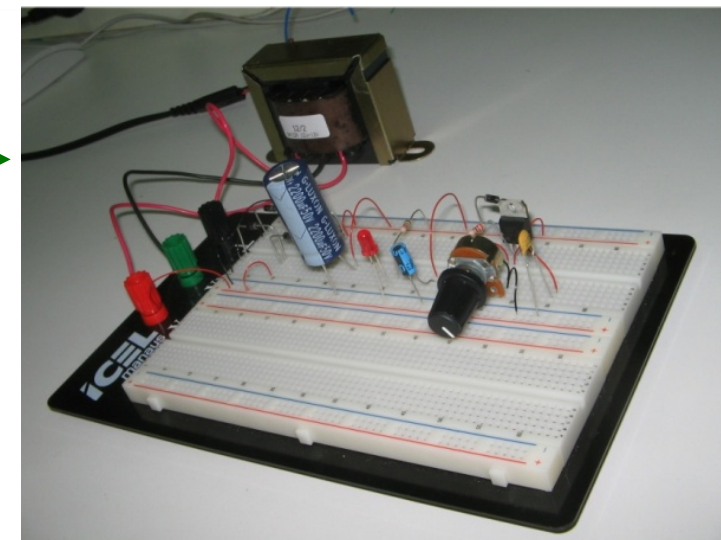
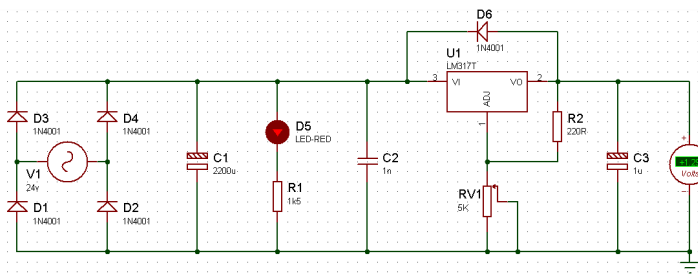
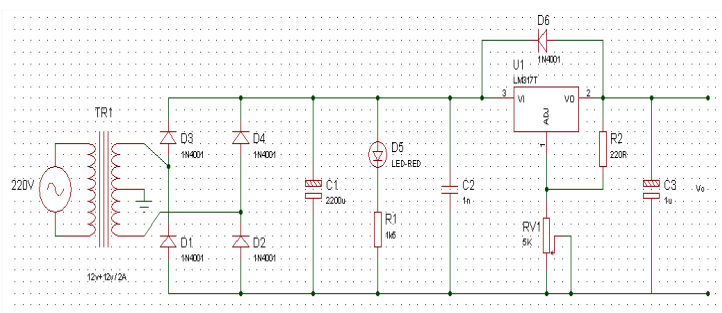
Prof. Clóvis Antônio Petry					
Semestre 2020/1					
HORÁRIO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
7h30min - 8h25min		Transição	Projeto	Organização	Organização
8h25min - 9h20min		DPPE	Pesquisa	Ensino	Ensino
9h20min - 9h40min	Intervalo				
9h40min - 10h35min		Transição	Projeto	Organização	Organização
10h35min - 11h30min		DPPE	Pesquisa	Ensino	Ensino
Almoço					
12h30min - 13h30min	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Intervalo	Atend. Alunos
13h30min - 14h25min	Projeto SNCT	Atend. Alunos	NDE	Organização	EPO 60408
14h25min - 15h20min	CNPq 2019/2020	ELP	Eng. Eletrônica	Ensino	ELP
15h20min - 15h40min	Intervalo				
15h40min - 16h35min	Projeto SNCT	EPO 60408	Pós-Grad	Reunião	EPO 60408
16h35min - 17h30min	CNPq 2019/2020	ELP	Comp. Cient.	DAELN	ELP
Café					
18h30min - 19h25min	CEL 20301			ENE 303	
19h25min - 20h20min	LSC			ELP	
20h20min - 20h40min	Intervalo				
20h40min - 21h25min	CEL 20301			ENE 303	
21h25min - 22h30min	LSC			ELP	

Contato:

Prof. Clóvis Antônio Petry
Instituto Federal de Santa Catarina
Campus Florianópolis
DAEL - Dep. Acadêmico de Eletrônica
Av. Mauro Ramos, 950 - Centro
Florianópolis - SC
CEP: 88020300
Tel. (48) 3211 6065
Web: www.ProfessorPetry.com.br
E-mail: petry@ifsc.edu.br



A Importância de Montagens em Eletrônica

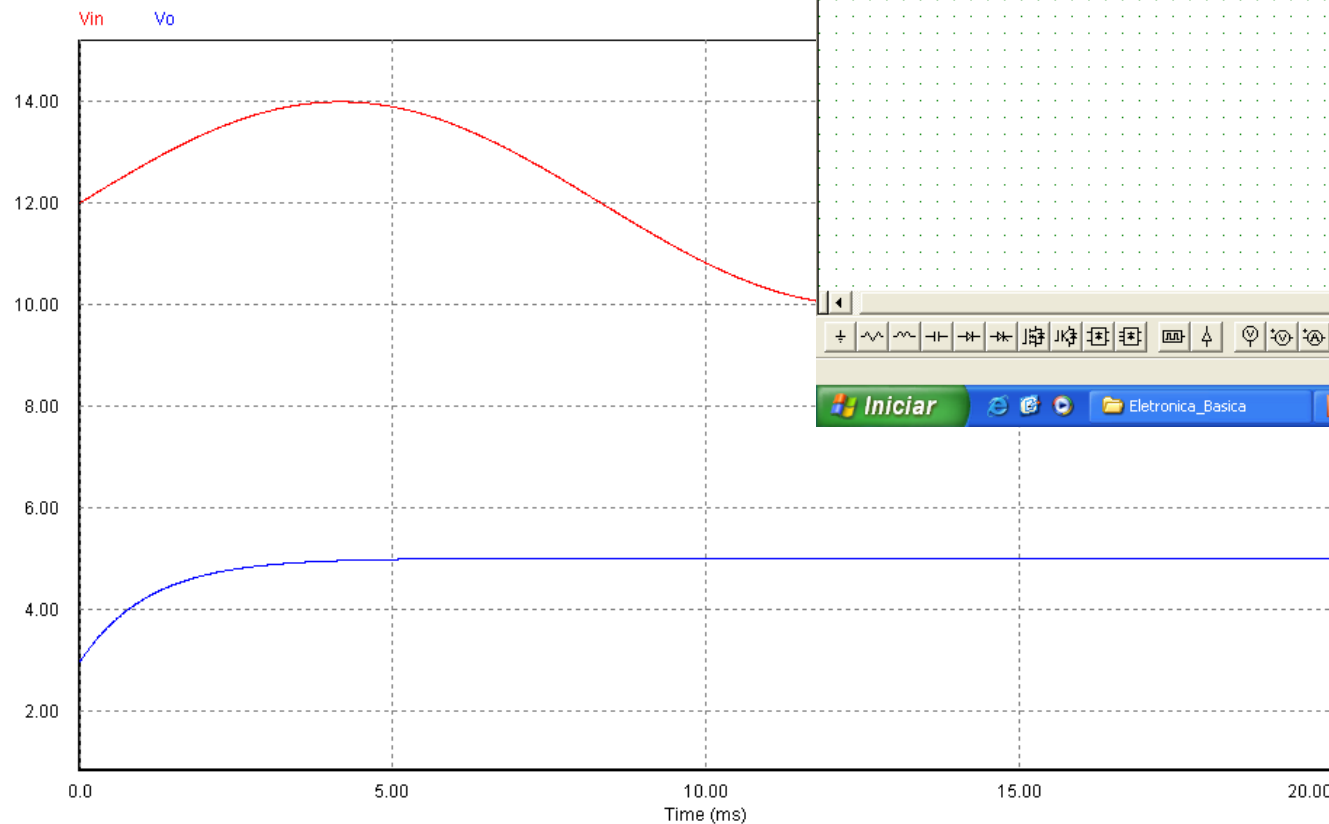
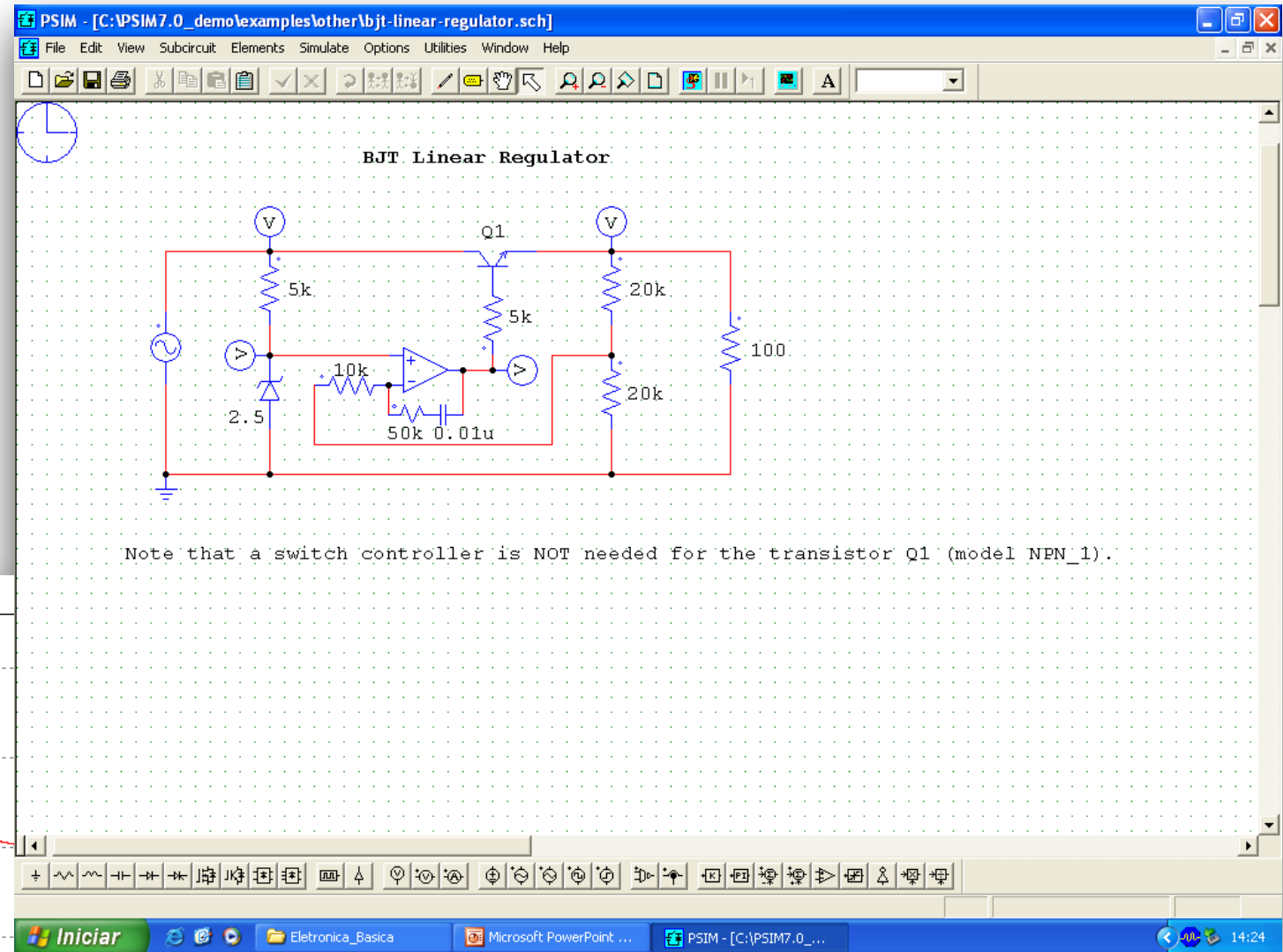


Imagens obtidas do relatório *Eletrônica Básica* de Claudio R. Schmitz de 2007/1.

A Importância dos Simuladores

Simulação de circuitos:

- Psim;
- Circuitmaker;
- Orcad/Pspice;
- Proteus;
- Eagle;
- Multisim;
- Tina-TI;
- Entre outros ...



A Importância dos Simuladores - Psim



The image shows the homepage of the PSIM website. The header is dark grey with the PSIM logo on the left. On the right, there are navigation links: 'Why PSIM?' (highlighted in yellow), 'Videos', 'News & Events', and icons for user profile, email, and search. A left sidebar contains links for 'Products', 'Application Models', 'Academia', and 'PSIM Support', each with a dropdown arrow. The main content area features a large background image of a modern building with a blue tint. Overlaid on this image is the text 'SPICE Simulation and SiC/GaN Models' in white. Below this text is a light blue horizontal bar with the word 'MORE' in white. At the bottom right of the main area, there is a small text 'Scroll for more' with a downward arrow. On the left side of the main area, there are two buttons: a yellow one labeled 'TRY PSIM TODAY' and a light blue one labeled 'HOW TO BUY'.

PSIM

Why PSIM? Videos News & Events

Products ▾
Application Models
Academia ▾
PSIM Support ▾

**SPICE Simulation and
SiC/GaN Models**

MORE

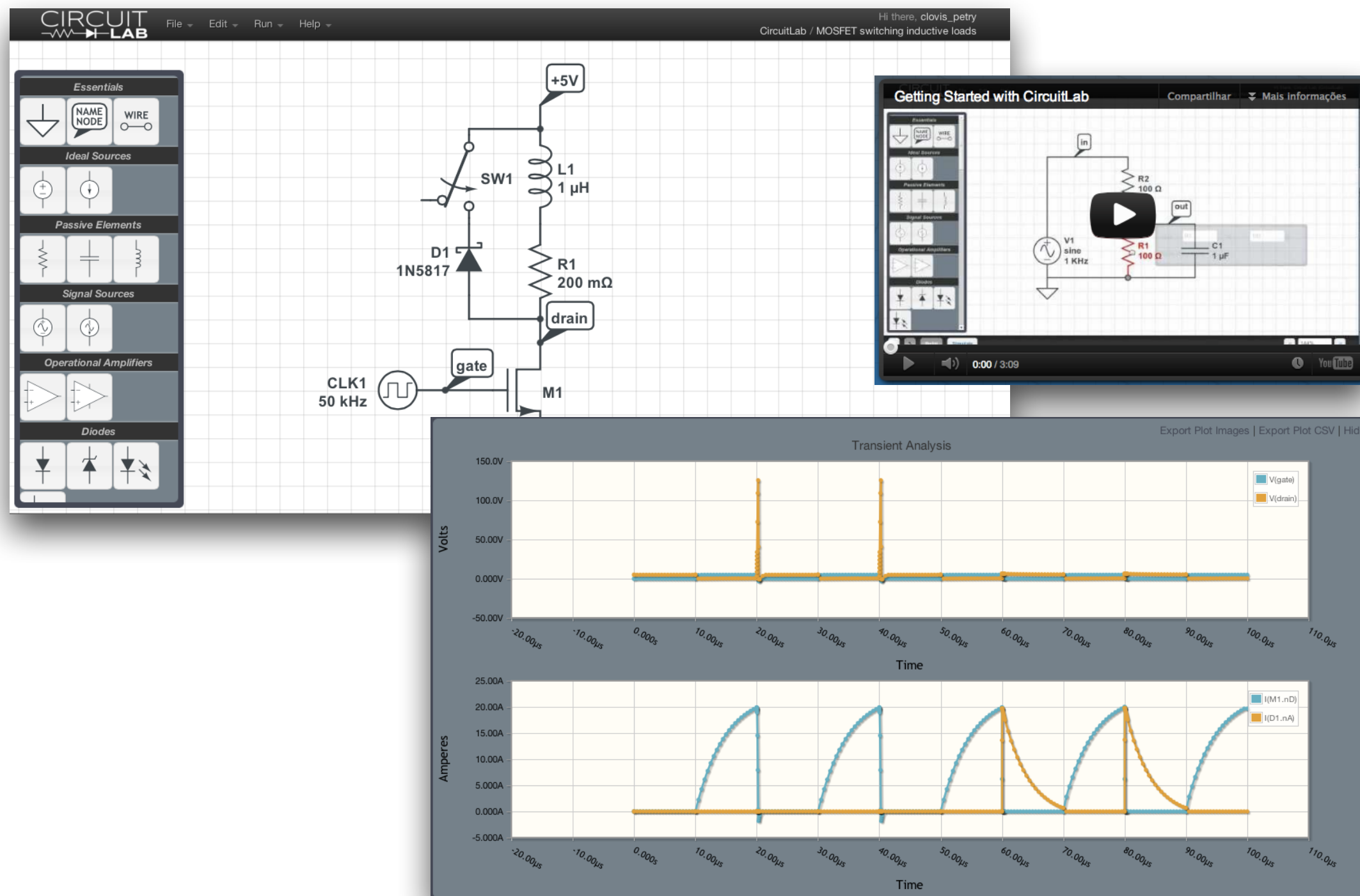
TRY PSIM TODAY

HOW TO BUY

Scroll for more
▼

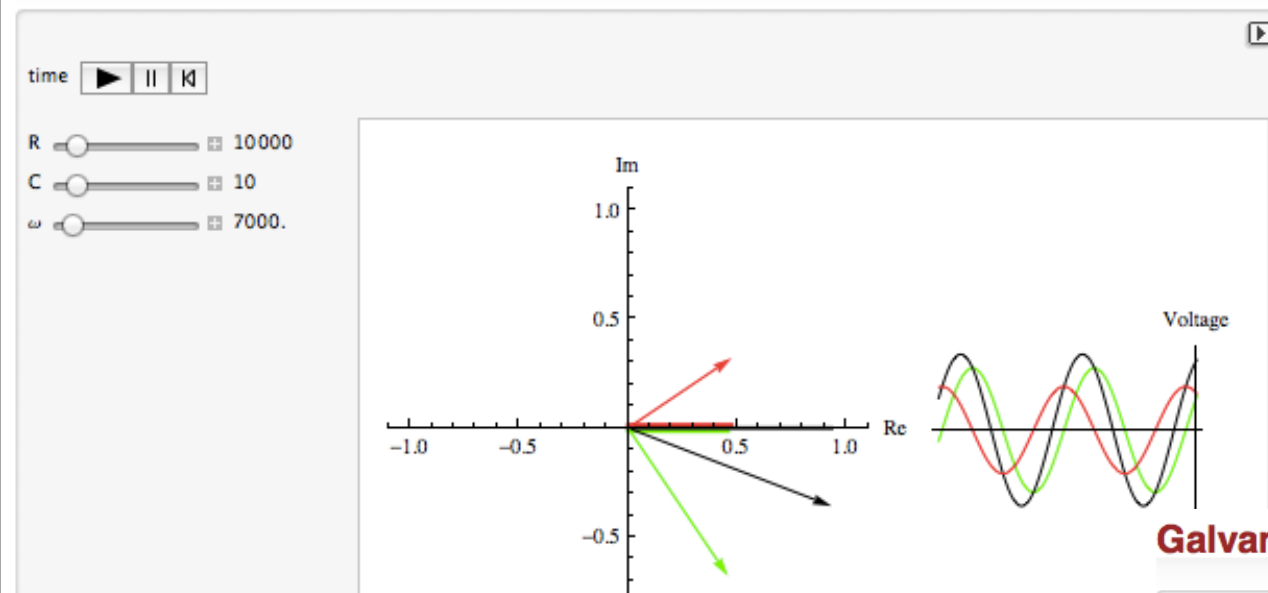
A Importância dos Simuladores - CircuitLab

www.circuitlab.com



A Importância de Softwares de Matemática

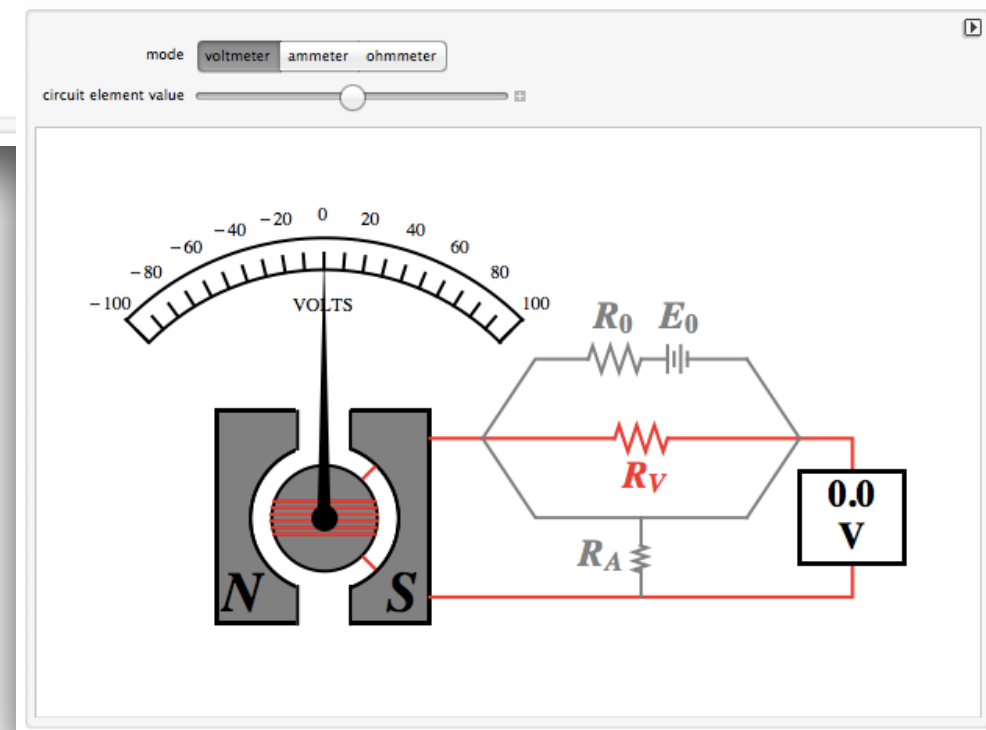
Phasor Model for RC Filter Electronic Circuit



```
Manipulate[
  Grid[{
    {
      Show[
        Graphics[
          {
            {Thickness[0.0075], RGBColor[0, 1, 0],
              Line[{0, -0.015}, {
 $\frac{1}{\sqrt{(\omega R C \cdot 10^{-9})^2 + 1}}$ 
 $\cos[\omega t - \frac{\pi}{2}]$ , -0.015}}]}],
            {Thickness[0.0075], RGBColor[1, 0, 0],
              Line[{0, 0.015}, {
 $\frac{\omega R C \cdot 10^{-9}}{\sqrt{(\omega R C \cdot 10^{-9})^2 + 1}}$ 
 $\cos[\omega t]$ , 0.015}}]}],
            {Thickness[0.0075], Line[{0, 0}, {
 $\cos[\omega t - \text{ArcTan}[\frac{1}{\omega R C \cdot 10^{-9}}]]$ , 0}}]}],
            RGBColor[1, 0, 0],
            Arrow[{0, 0}, {
 $\frac{\omega R C \cdot 10^{-9}}{\sqrt{(\omega R C \cdot 10^{-9})^2 + 1}}$ 
 $\cos[\omega t]$ ,
 $\frac{\omega R C \cdot 10^{-9}}{\sqrt{(\omega R C \cdot 10^{-9})^2 + 1}}$ 
 $\sin[\omega t]$ }}]}],

```

Galvanometer as a DC Multimeter



Softwares de Matemática - Mathematica

www.wolfram.com

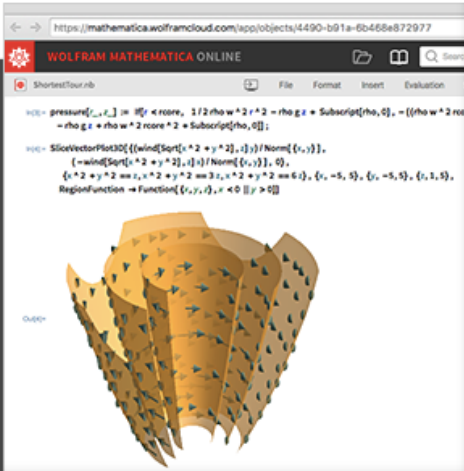
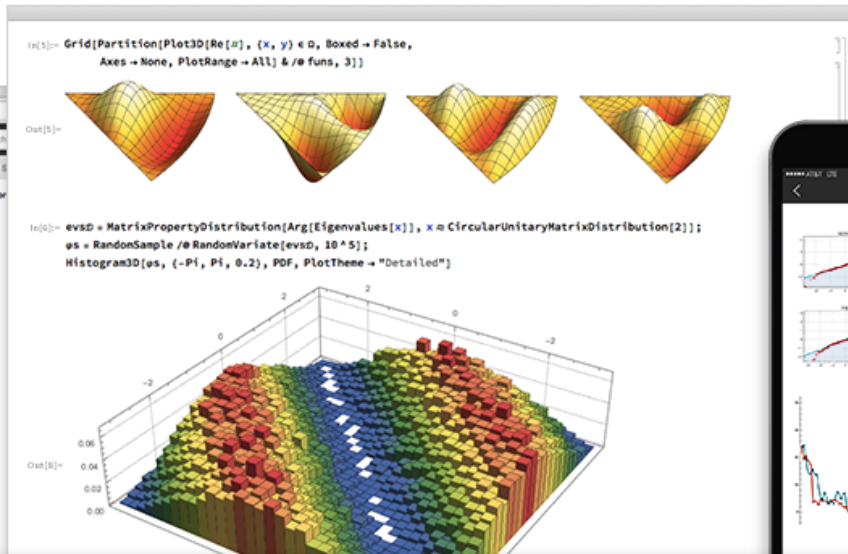
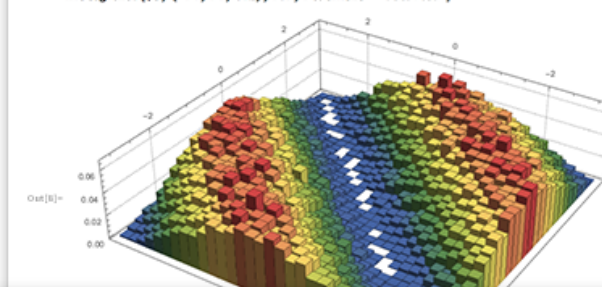
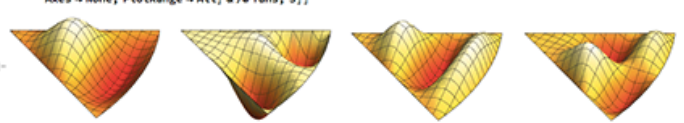

WOLFRAM
COMPUTATION MEETS KNOWLEDGE

[WolframAlpha.com](#) | [WolframCloud.com](#) | [All Sites & Public Resources...](#)

[Products & Services](#) ▾ [Technologies](#) ▾ [Solutions](#) ▾ [Support & Learning](#) ▾ [Company](#) ▾ [Search](#)

WOLFRAM MATHEMATICA

The world's definitive system for modern technical computing

Available on Desktop, Cloud & Mobile

[Overview](#) [What's New](#) [Customer Stories](#) [Resources](#) [Try Now](#) [Pricing](#)

For three decades, Mathematica has defined the state of the art in technical computing—and provided the principal computation environment for millions of innovators.



Softwares de Matemática - Smath

<http://en.smath.info/forum>

Created by Andrey Ivashov in the scope of [SMath project](#). Published by [smath](#).



SMath Studio



[Summary](#) | [License](#) | [History](#) | [Reviews](#) | [FAQ](#)

Tiny, powerful, free mathematical program with WYSIWYG editor and complete units of measurements support. It provides numerous computing features and rich user interface translated into about 40 different languages. Application also contains integrated mathematical reference book.

Download: version **0.99.6884** - Stable (released at 2018-11-06) - recommended



SMath Studio Desktop (2.23 MB)

Downloads: 29784 of 641378



SMath Studio Desktop for Mono (1.36 MB)

Downloads: 2555 of 75915



GET IT ON
Google Play



Download on the
App Store



Get it from
Microsoft

Download: version **0.99.6975** - Beta (released at 2019-02-05)



SMath Studio Desktop (2.23 MB)

Downloads: 18 of 641378



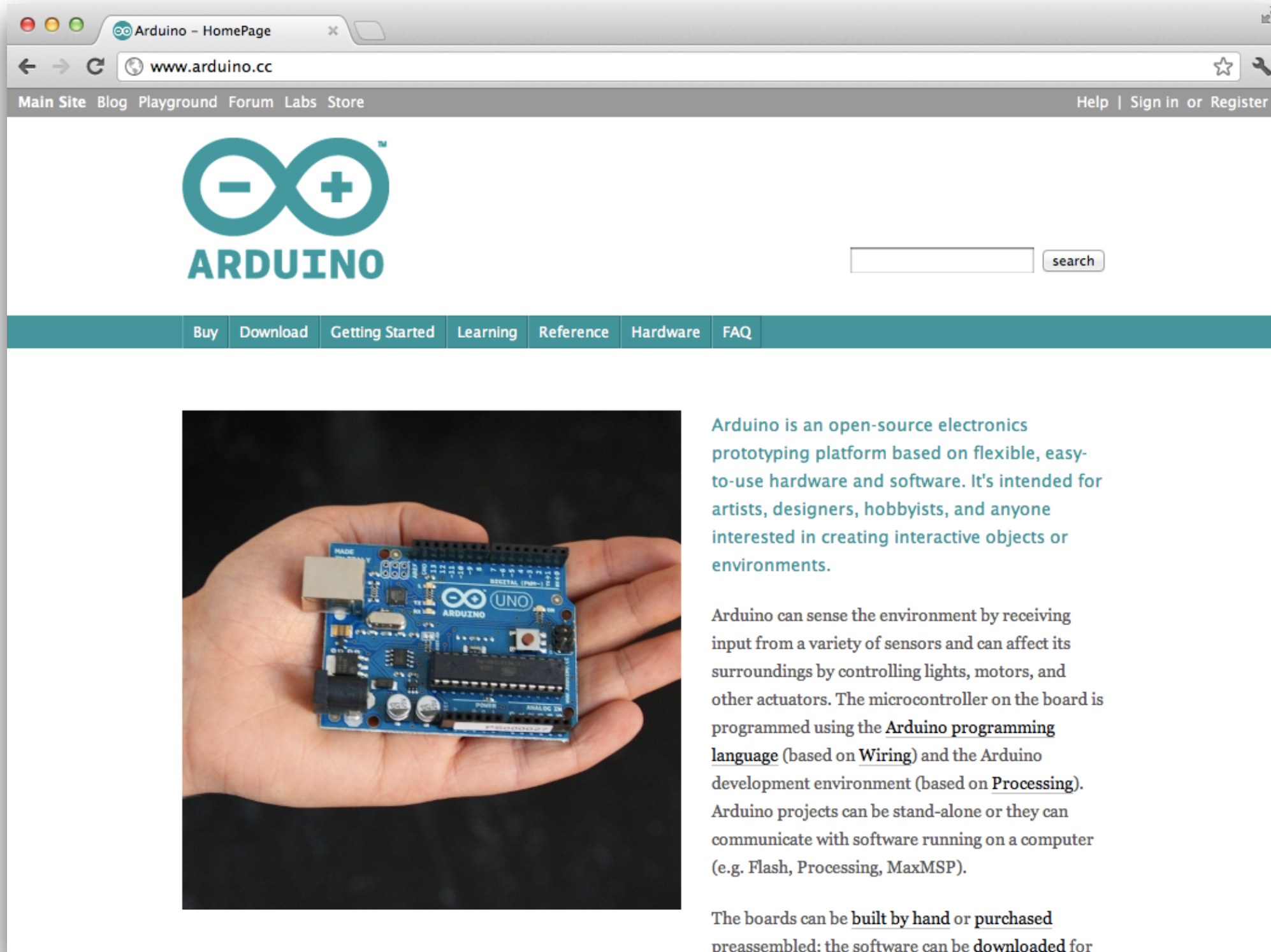
SMath Studio Desktop for Mono (1.36 MB)

Downloads: 1 of 75915

Application can be easily extended based on your needs. Built-in Extensions Manager tool allows to get access to hundreds official and third-party resources of the following types: [usage examples](#), [plug-ins](#), [SMath Viewer based applications](#), [snippets](#), [interface translations](#), [interactive books](#), [handbooks](#) and [tutorials](#).

A Importância da Informática na Eletrônica

www.arduino.cc



The screenshot shows the Arduino homepage in a web browser. The browser's address bar displays 'www.arduino.cc'. The page features the Arduino logo, a search bar, and a navigation menu with links: Buy, Download, Getting Started, Learning, Reference, Hardware, and FAQ. Below the navigation menu, there is a large image of an Arduino Uno board held in a hand. To the right of the image, there is a paragraph of text describing Arduino as an open-source electronics prototyping platform. Below this paragraph, there is another paragraph explaining how Arduino can sense the environment and be programmed. At the bottom, there is a final paragraph stating that the boards can be built by hand or purchased preassembled, and the software can be downloaded for

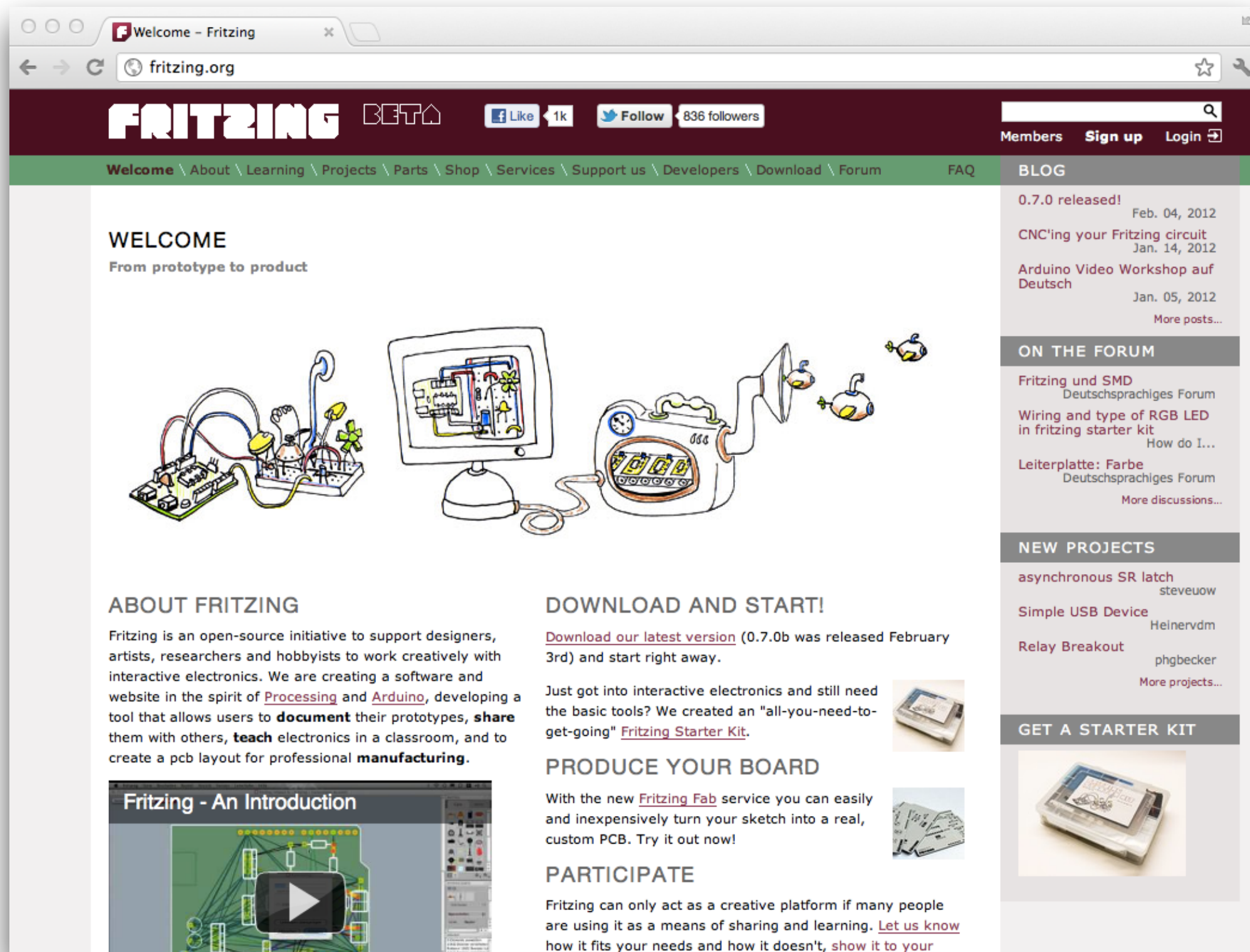
Arduino is an open-source electronics prototyping platform based on flexible, easy-to-use hardware and software. It's intended for artists, designers, hobbyists, and anyone interested in creating interactive objects or environments.

Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the Arduino programming language (based on Wiring) and the Arduino development environment (based on Processing). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

The boards can be built by hand or purchased preassembled; the software can be downloaded for

A Importância da Informática na Eletrônica

www.fritzing.org



The screenshot shows the Fritzing website homepage. The browser window has a single tab titled 'Welcome - Fritzing' and the address bar shows 'fritzing.org'. The website header features the 'Fritzing BETA' logo, social media links for Facebook (1k likes) and Twitter (836 followers), and navigation links for 'Members', 'Sign up', and 'Login'. A search bar is also present.

The main content area is divided into several sections:

- WELCOME**: Subtext 'From prototype to product'. Below this is a large illustration showing a breadboard circuit connected to a computer monitor displaying a circuit diagram, which is then connected to a custom PCB.
- ABOUT FRITZING**: Text describing Fritzing as an open-source initiative to support designers, artists, researchers, and hobbyists. It mentions the spirit of Processing and Arduino, and the goal of creating a tool for documenting prototypes, sharing, teaching, and manufacturing.
- DOWNLOAD AND START!**: A link to 'Download our latest version' (0.7.0b) and a note that it was released in February 2012. It also mentions a 'Fritzing Starter Kit'.
- PRODUCE YOUR BOARD**: Text about the 'Fritzing Fab' service, which allows users to turn their sketches into real, custom PCBs.
- PARTICIPATE**: Text encouraging users to share and learn from others, with links to 'Let us know' and 'show it to your'.

The right sidebar contains several sections:

- BLOG**: Recent posts including '0.7.0 released!' (Feb. 04, 2012), 'CNC'ing your Fritzing circuit' (Jan. 14, 2012), and 'Arduino Video Workshop auf Deutsch' (Jan. 05, 2012).
- ON THE FORUM**: Links to discussions such as 'Fritzing und SMD', 'Wiring and type of RGB LED in fritzing starter kit', and 'Leiterplatte: Farbe'.
- NEW PROJECTS**: A list of recent projects including 'asynchronous SR latch', 'Simple USB Device', and 'Relay Breakout'.
- GET A STARTER KIT**: A section featuring an image of the Fritzing Starter Kit.

A Indústria 4.0

https://en.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0



Tarefas

Tarefas:

- Fazer o download do Psim, instalar e utilizar alguns exemplos:

<http://www.powersimtech.com>

- Fazer o download do CDF player, instalar e utilizar alguns exemplos:

www.wolfram.com

- Fazer o download do Arduino, instalar e abrir alguns exemplos:

www.arduino.cc

- Fazer cadastro no CircuitLab, abrir e simular alguns exemplos:

www.circuitlab.com



Próxima Aula

Introdução à Eletrônica de Potência

