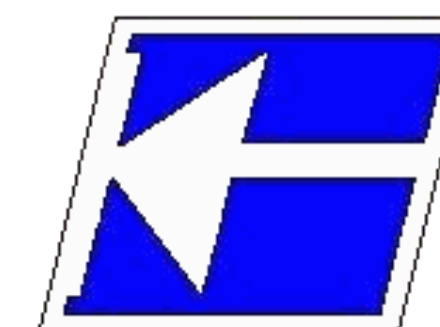




Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Processamento Eletrônico de Energia



Introdução ao Processamento Eletrônico de Energia

Prof. Clovis Antonio Petry.

Florianópolis, julho de 2020.

Curso Básico de Processamento Eletrônico de Energia

O material do curso está disponível em:

1. Moodle para os alunos matriculados na disciplina.
2. Página do professor.
3. Canal no youtube do professor.



<https://moodle.ifsc.edu.br>



www.ProfessorPetry.com.br



<https://www.youtube.com>

Agenda

Esta aula está organizada em:

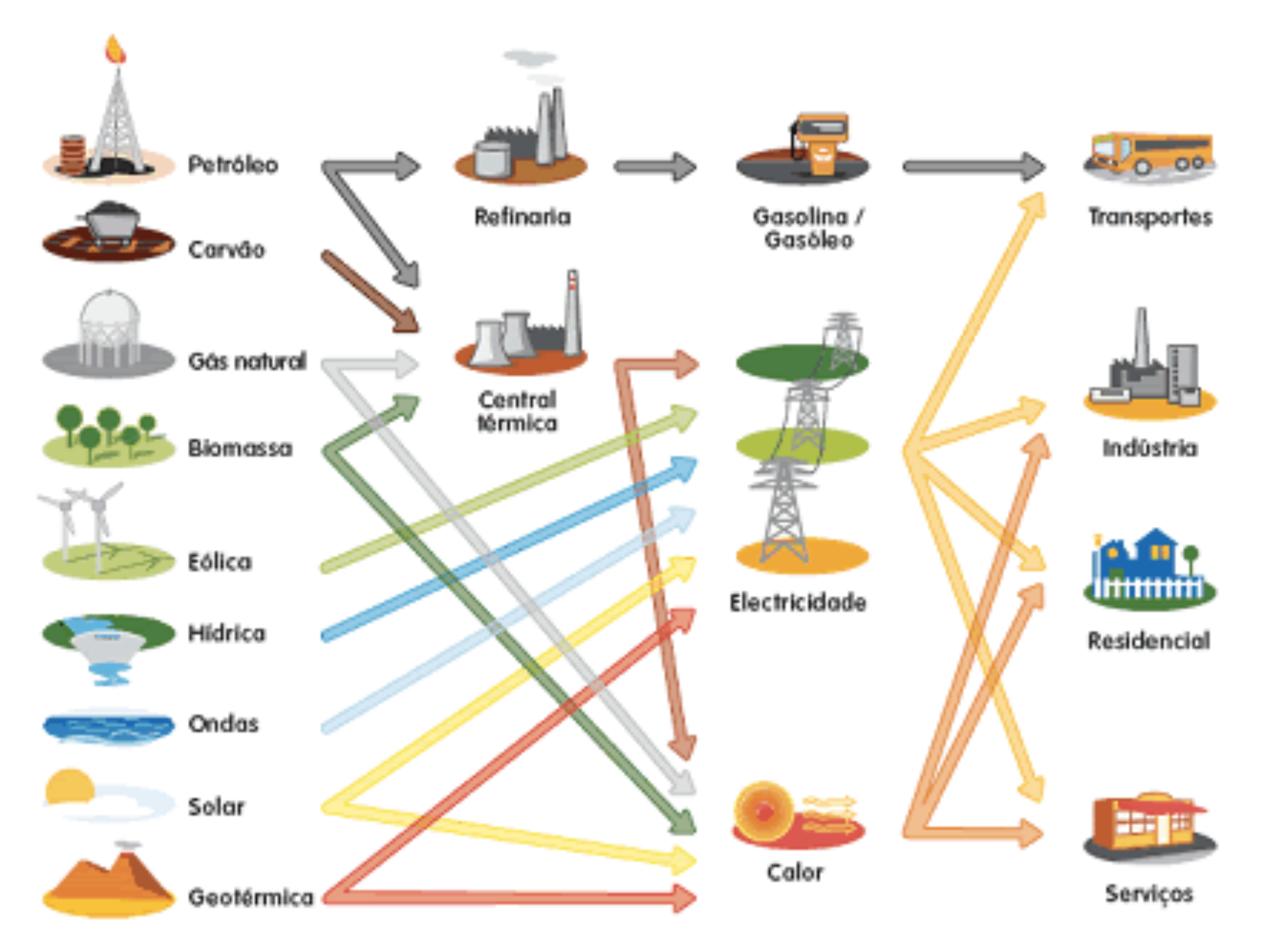
1. Conversão de energia;
2. Conversores estáticos;
3. Eletrônica de potência;
4. Aplicações da eletrônica de potência;
5. Softwares aplicados à eletrônica de potência;
6. Integração com a informática.



Conversão de Energia

Finalidade da conversão de energia:

- Aplicações diferentes conforme a forma;
- Dificuldades de armazenamento;
- Dificuldades de transmissão;
- Alteração/adaptação de amplitudes, formas e quantidades;
- Reaproveitamento de energia.



Conversores Estáticos

Definição:

- Conversor rotativo: aquele converte energia usando mecanismos móveis (gerador-motor-gerador);
- Conversor estático: dispositivo eletrônico que converte energia sem usar componentes móveis (giratórios).



Conversor Rotativo
Motor + Gerador

Conversor Estático
Inversor de Frequência

Conversores Estáticos

Conversores estáticos x eletrônica de potência:

- Conversores estáticos: termo usado no começo do processamento eletrônico de energia, muito ligado à acionamento de máquinas elétricas e geração de eletricidade;
- Eletrônica de potência: termo mais moderno e genérico, para designar toda gama de dispositivos de potência que controlam o fluxo de energia.

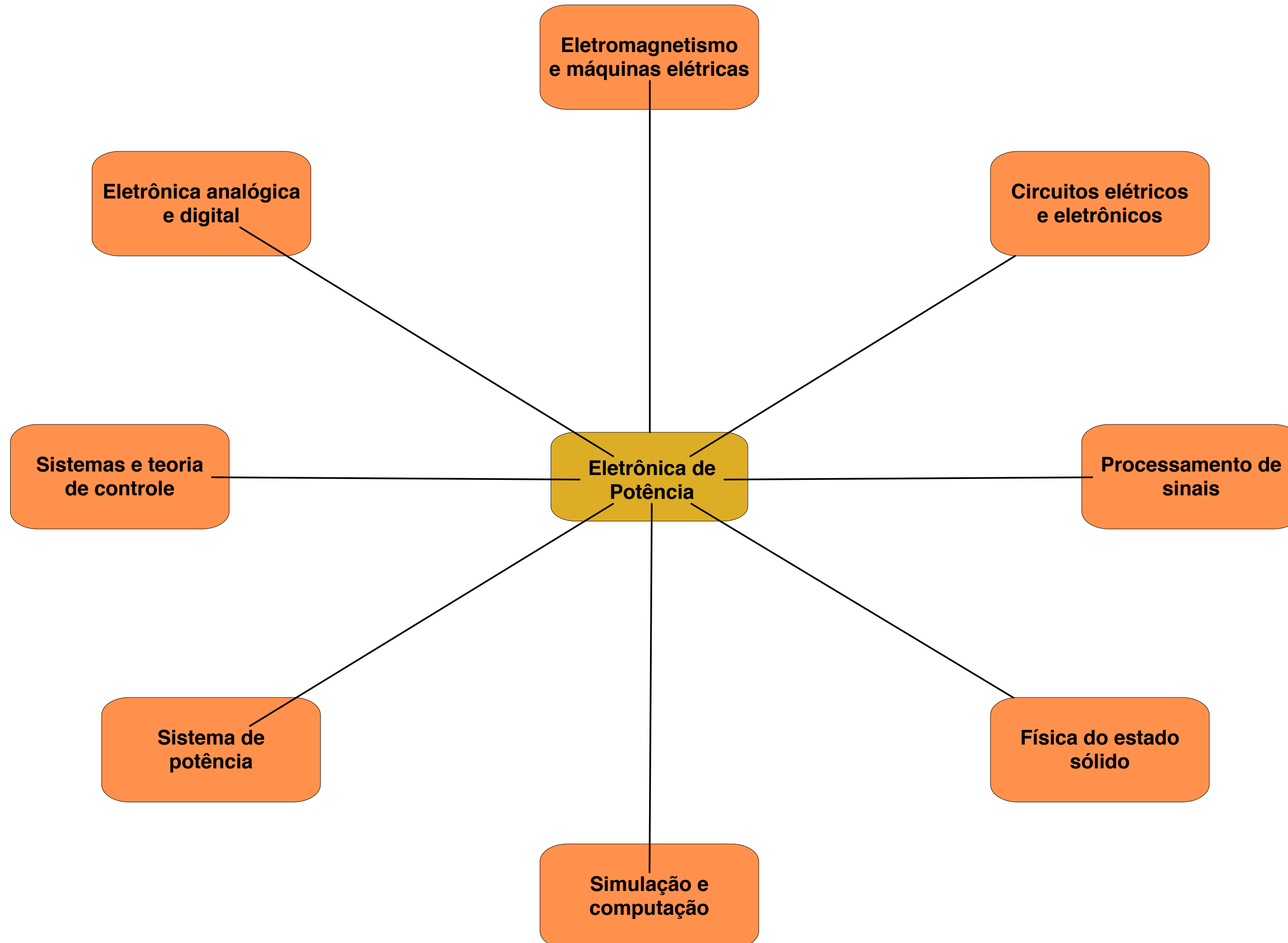


Eletrônica de Potência

Definições:

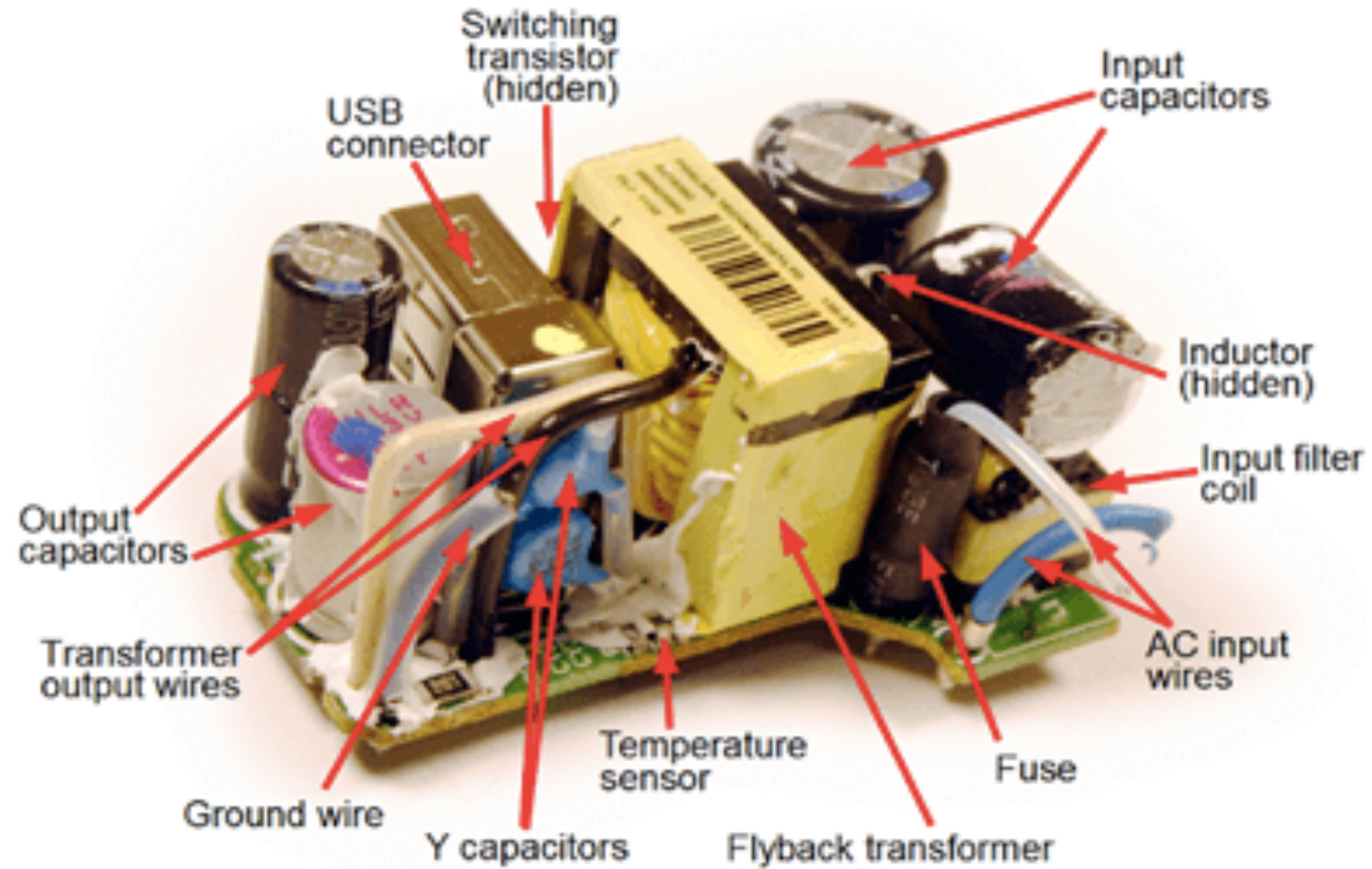
- Eletrônica de Potência é a tecnologia associada com conversão eficiente, controle e condicionamento de potência elétrica através de interruptores estáticos de uma fonte disponível na entrada numa saída desejada;
- Eletrônica de Potência pode ser definida como uma ciência aplicada dedicada ao estudo dos conversores estáticos de energia elétrica. Este último pode ser definido com um sistema, constituído por elementos passivos (resistores, capacitores e indutores) e elementos ativos (interruptores), tais como Diodos, Tiristores, Transistores, *GTO's*, Triacs, *IGBT's* e *MOSFET's*, associados segundo uma lei pré-estabelecida.
- Entende-se que Eletrônica de Potência é uma área da Engenharia Elétrica que tem a finalidade de estudar e construir conversores de potência visando o controle de energia elétrica.

Eletrônica de Potência



Eletrônica de Potência

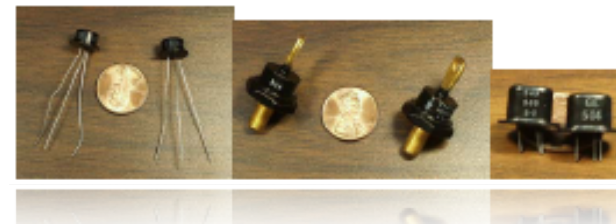
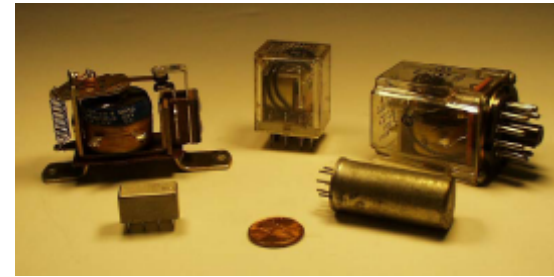
Multidisciplinaridade da eletrônica de potência.



Iphone charger

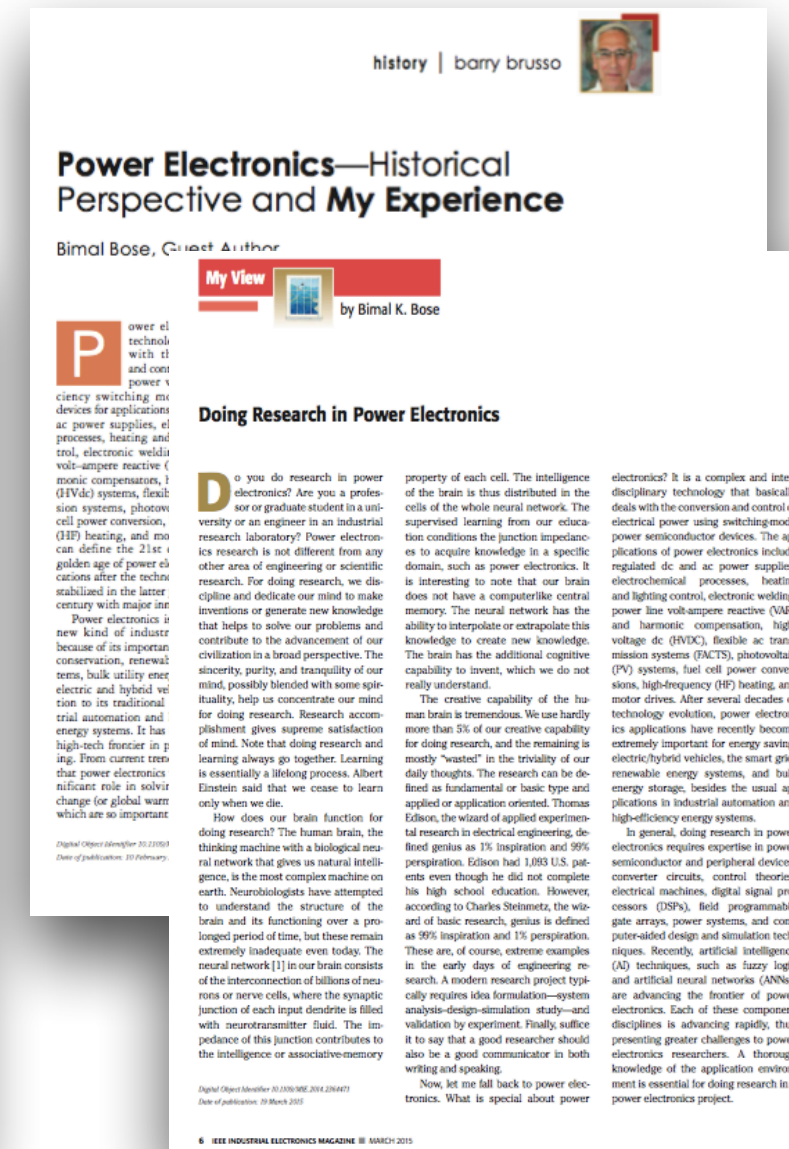
Eletrônica de Potência

História da eletrônica de potência.



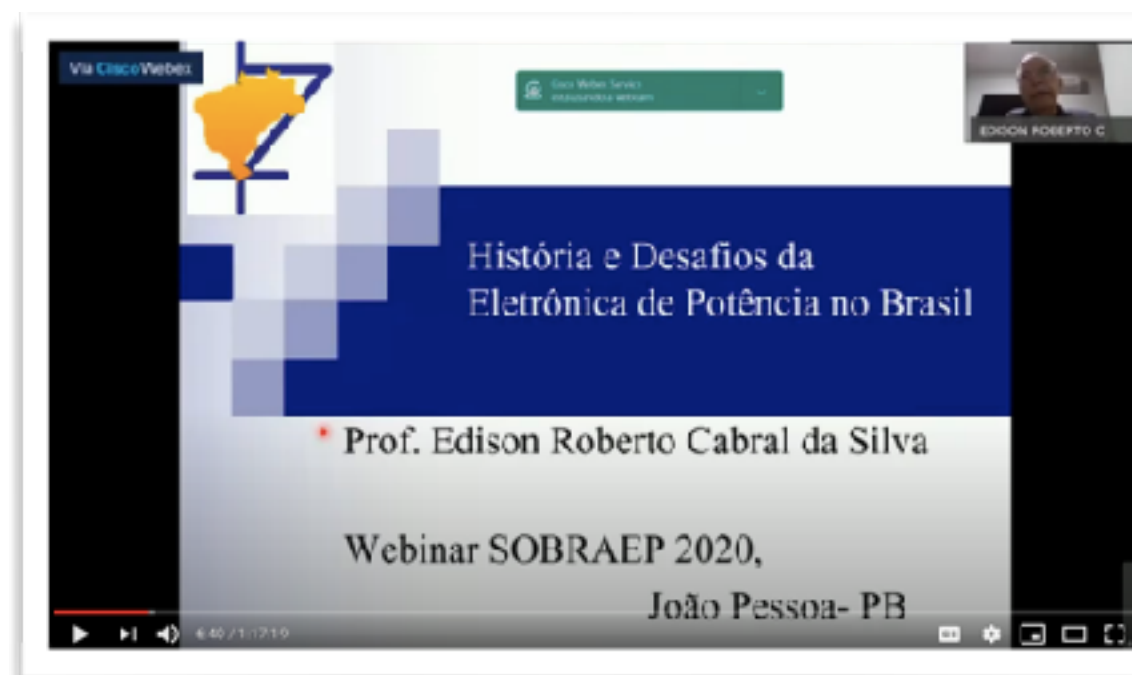
Artigo do Prof.
Ewaldo L. M. Mehl.

http://www.eletr.ufpr.br/mehl/te040/historia_transistor.pdf



Bimal K. Bose, 2009, 2013, 2014 e 2105.

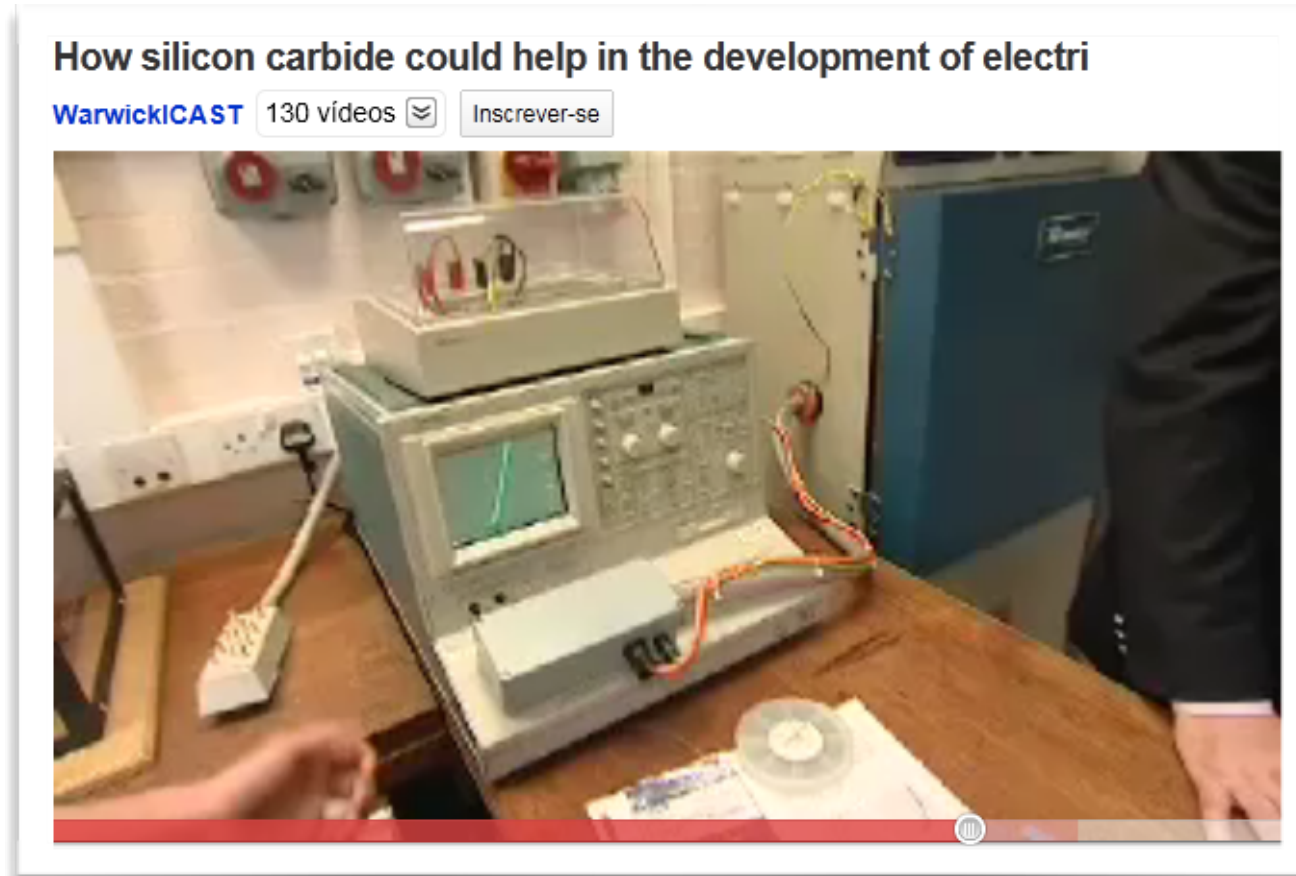
<http://www.ieee.org>



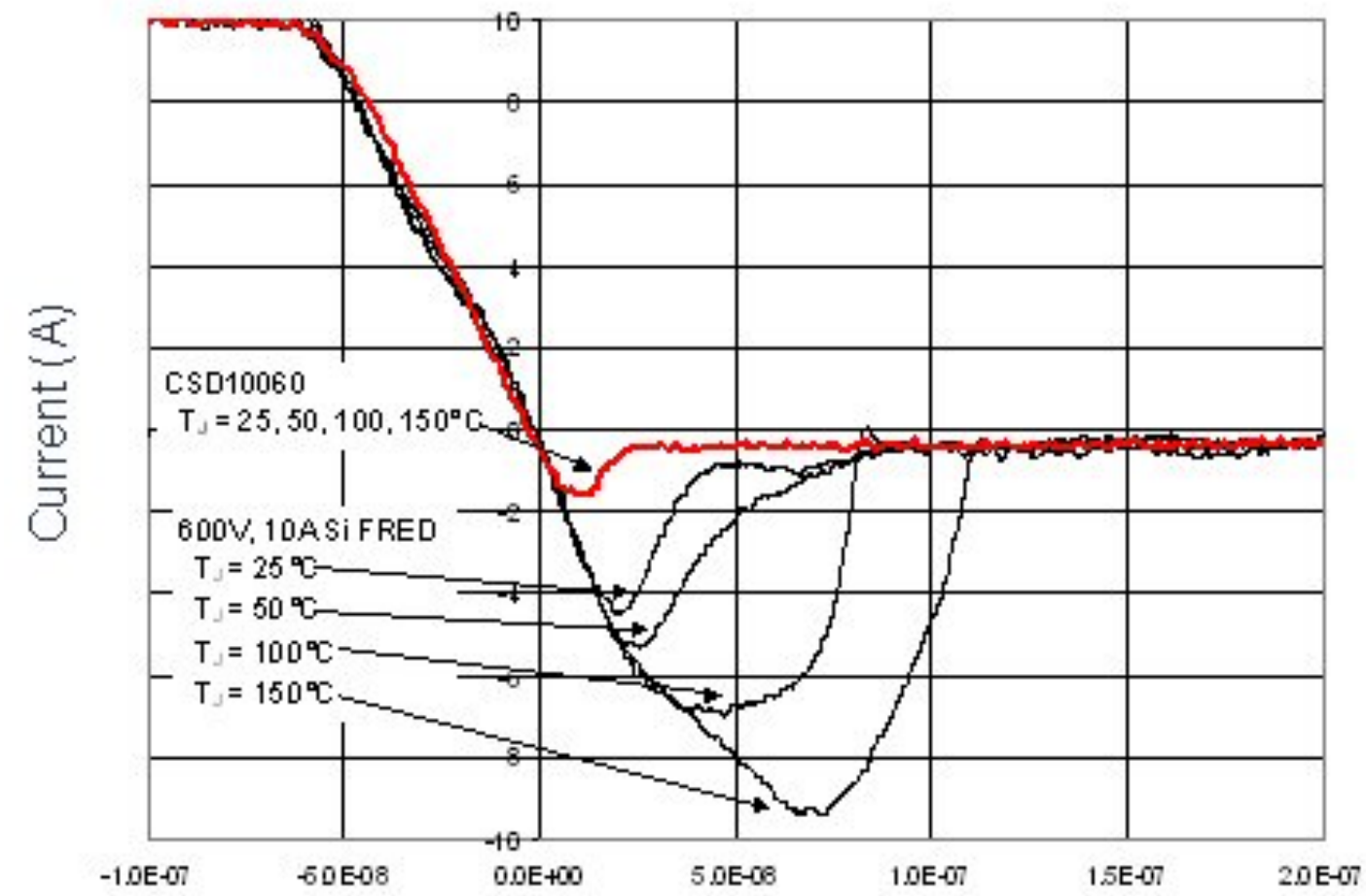
Webinars Sobraep - História e desafios da Eletrônica de Potência no Brasil com Prof. Edison R. C. da Silva.

<https://www.youtube.com/watch?v=rldESAHALfo>

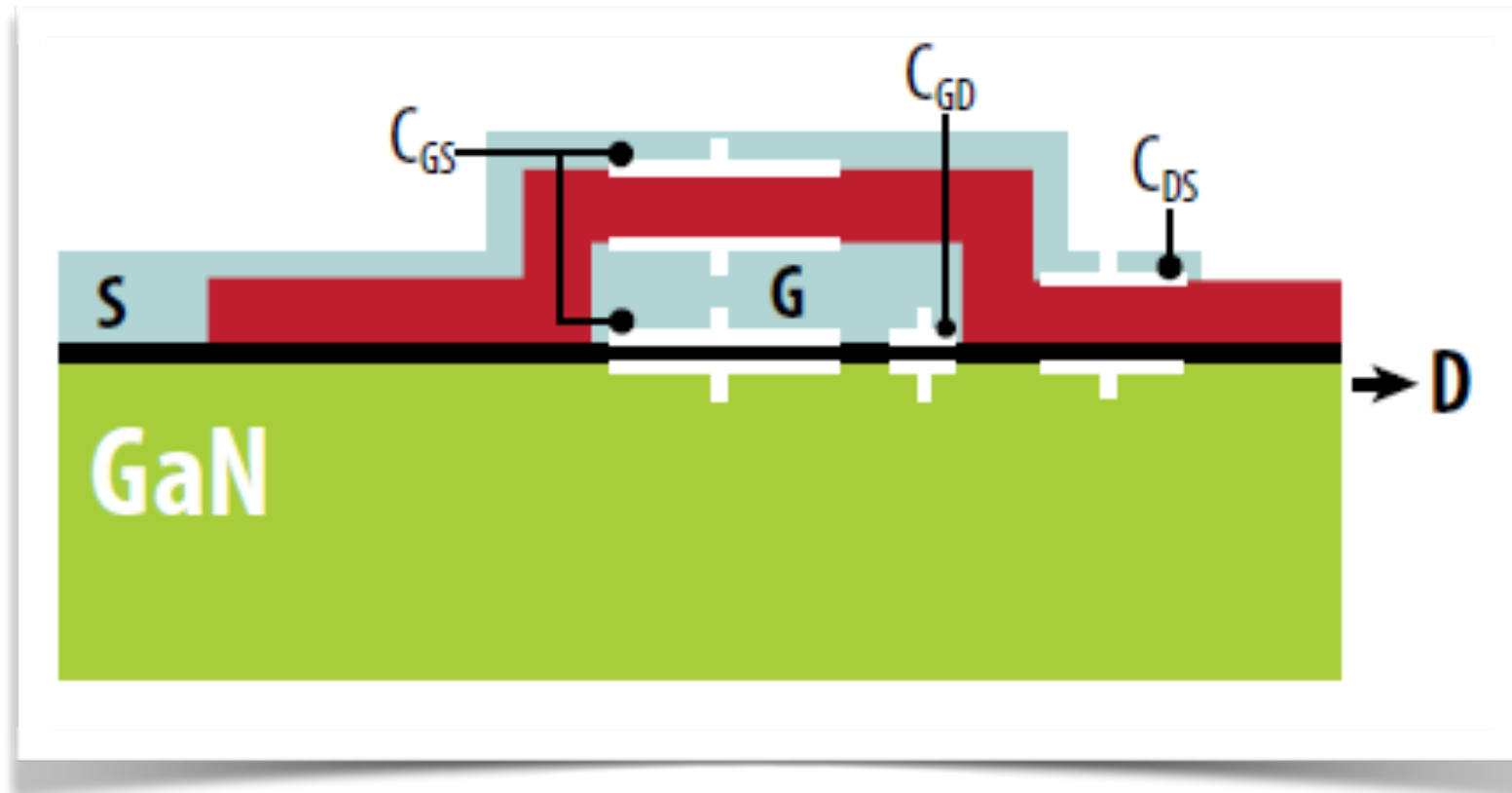
Silicon Carbide - SiC.



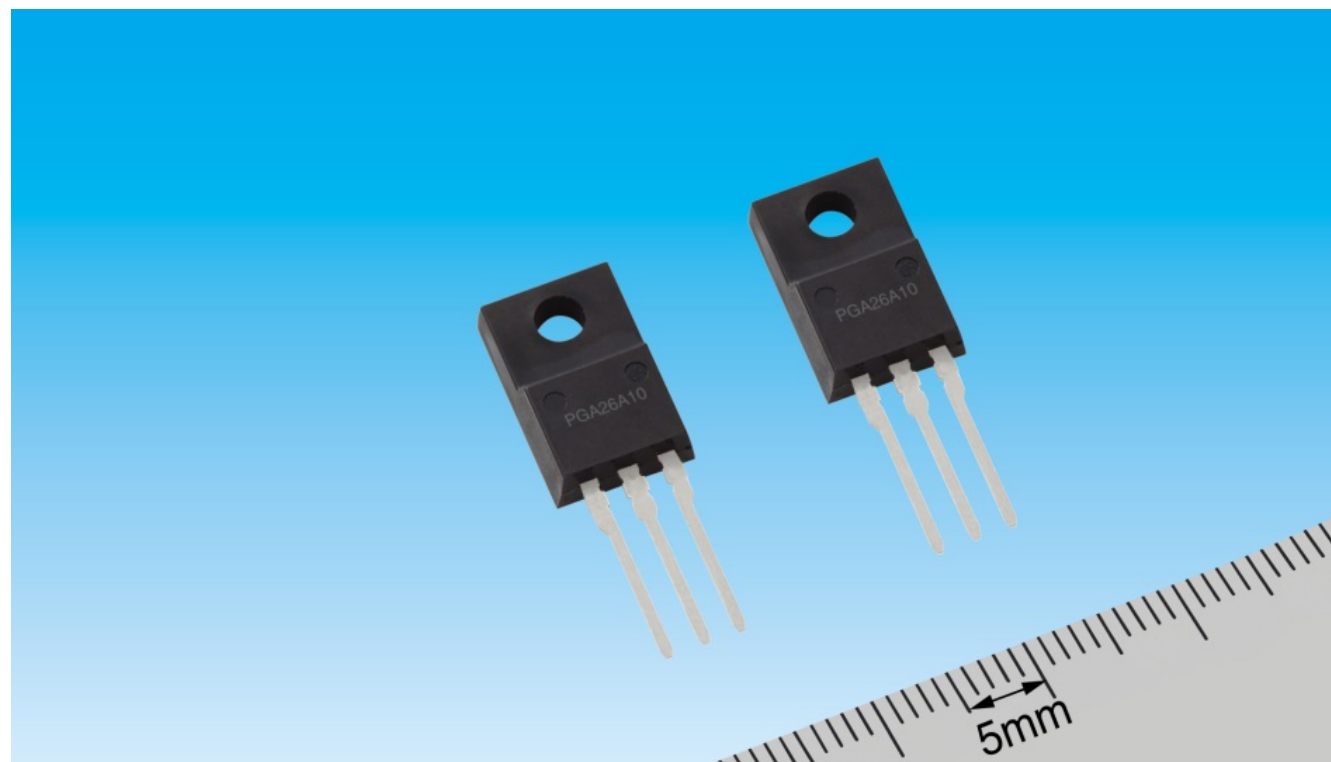
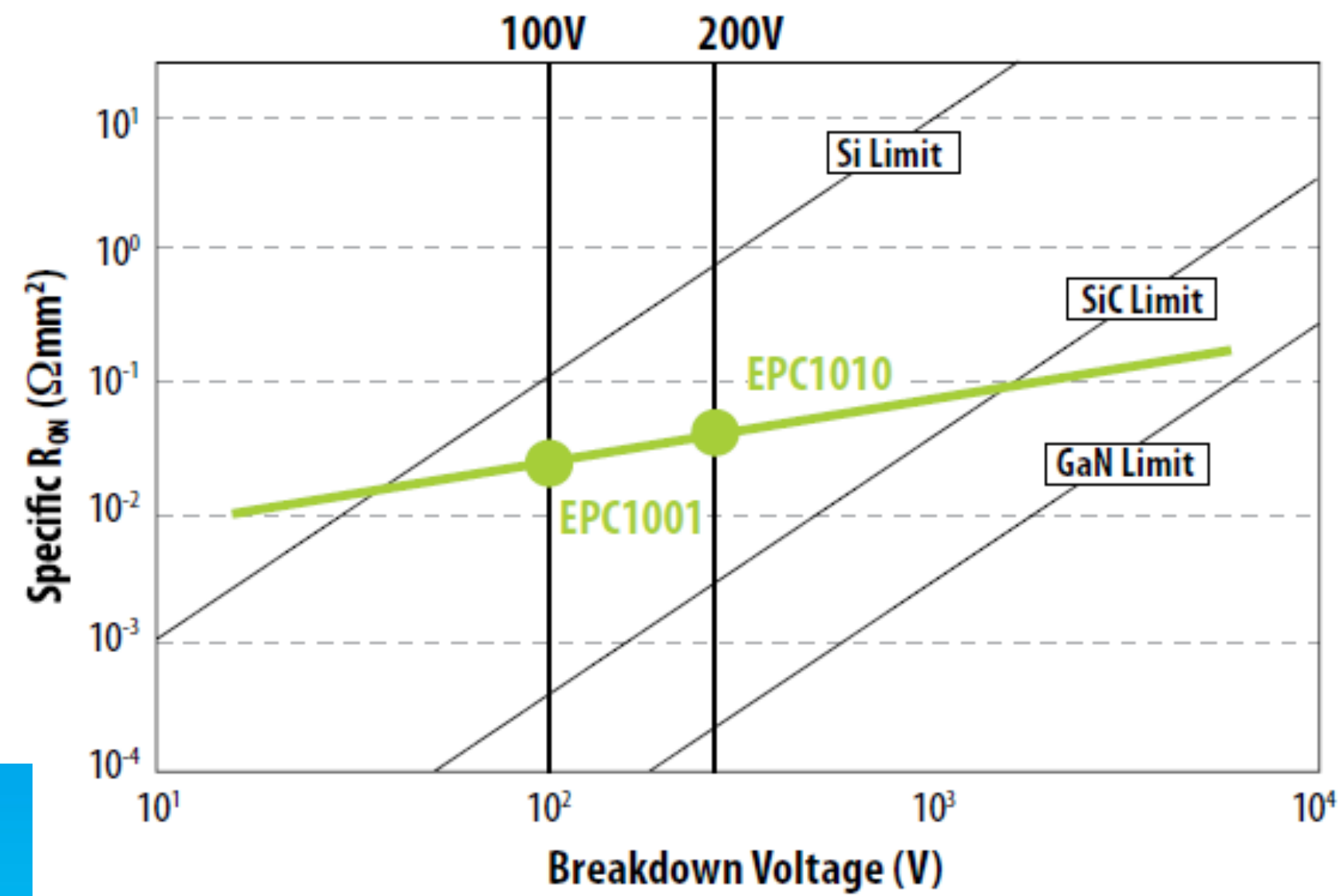
<http://www.youtube.com/watch?v=IPKtRu4y3JY>



Nitreto de Gálio - GaN.



<http://www.youtube.com/watch?v=IPKtRu4y3JY>

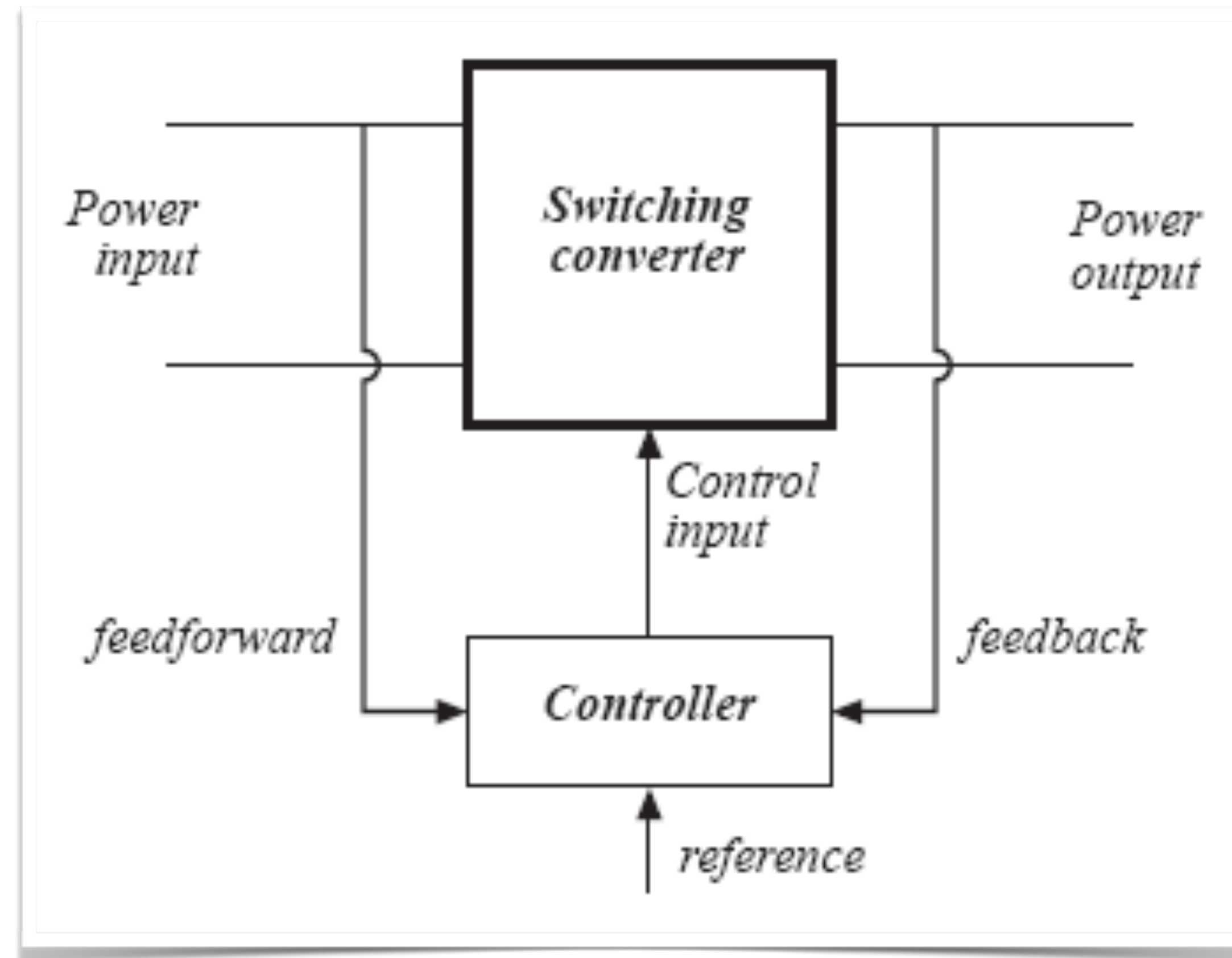


http://panasonic.net/id/news/20130319_1.html

Eletrônica de Potência

Princípio:

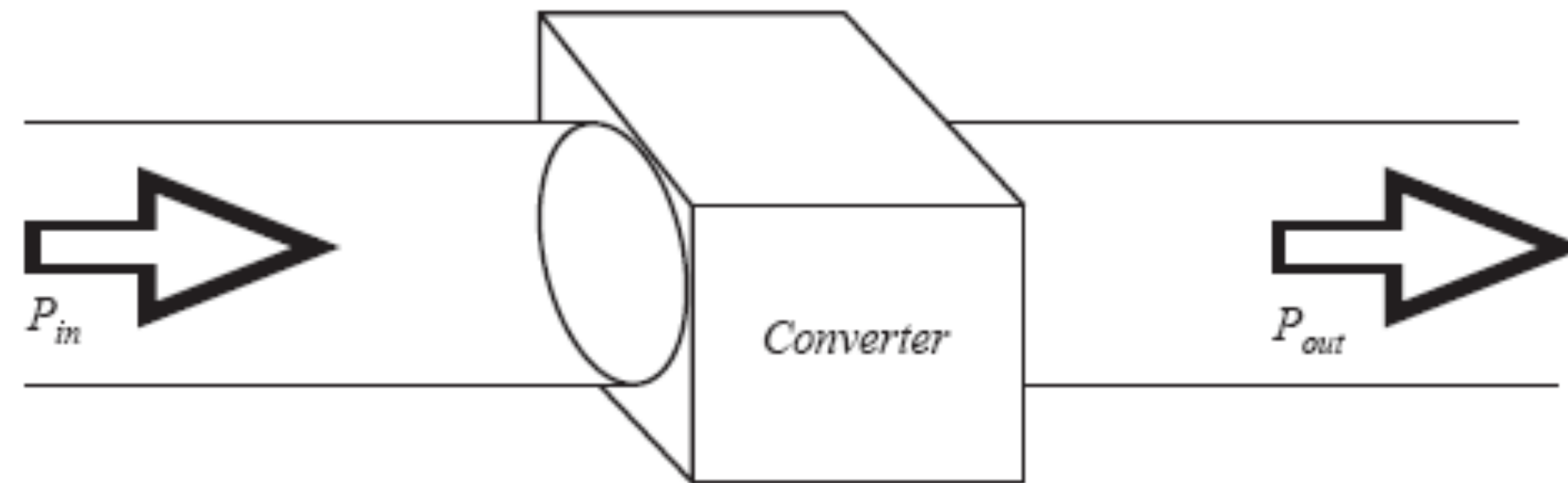
- Os circuitos em eletrônica de potência são denominados não-lineares, pois utilizam os semicondutores como chaves, ligadas ou desligadas.



Eletrônica de Potência

Objetivo maior:

- Busca da máxima eficiência.



$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Eletrônica de Potência

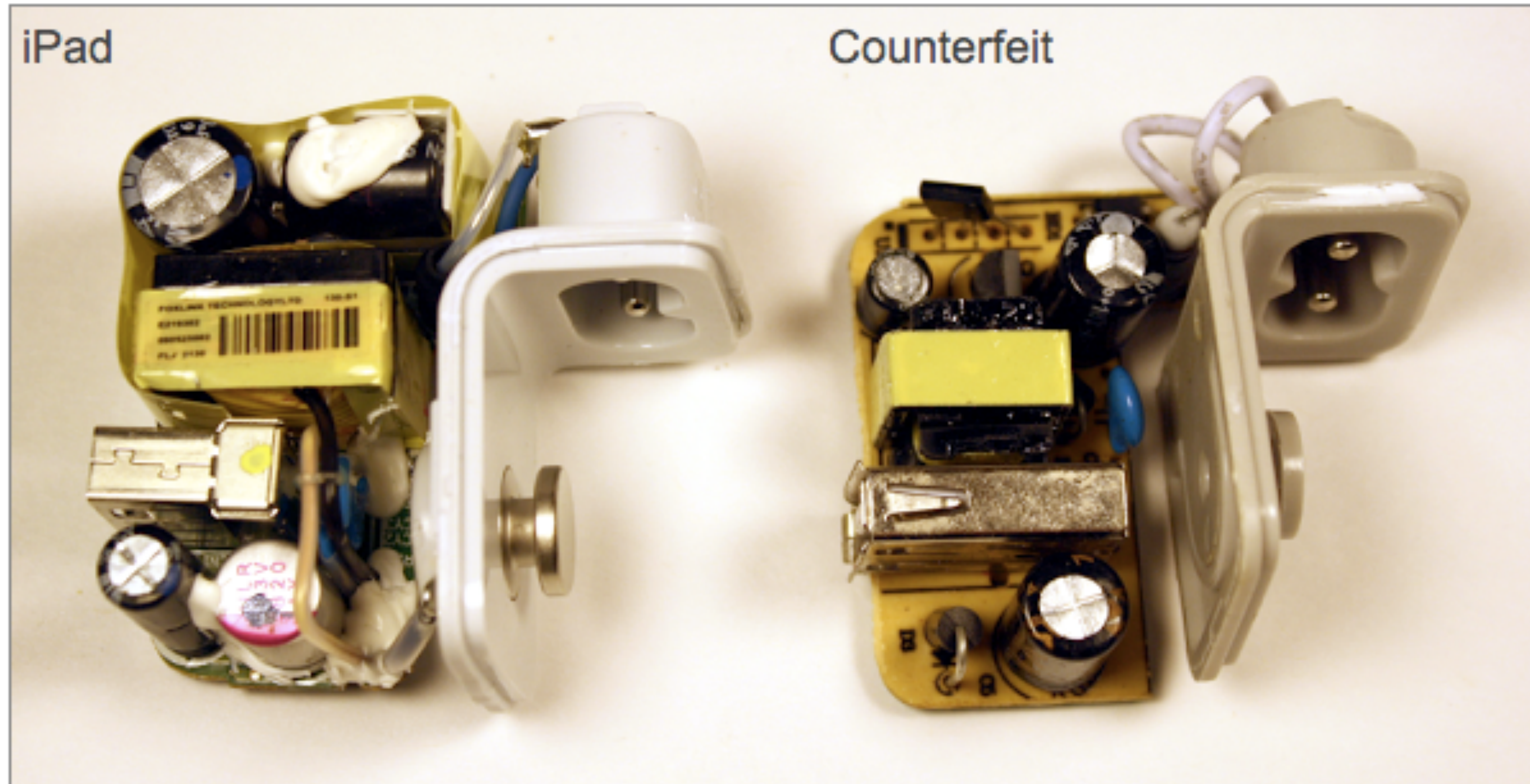


Primeiro computador Apple
(1976)



Notebook Apple atual
(2015)

Eletrônica de Potência

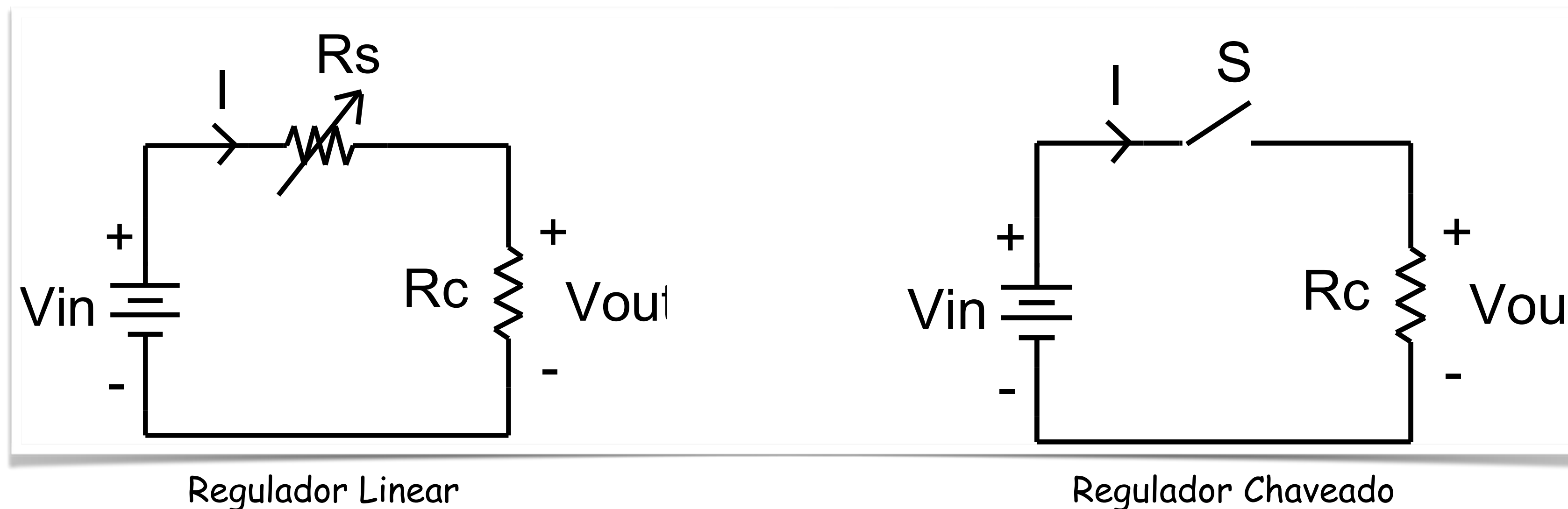


<http://www.righto.com/2014/05/a-look-inside-ipad-chargers-pricey.html>

Conversores Lineares x Chaveados

Exemplo: Fontes de tensão lineares e chaveadas:

- As fontes lineares convertem a tensão alternada da rede em tensões contínuas, normalmente de baixa amplitude, sem o uso de componentes chaveados (comutados);
- Fontes chaveadas exercem a mesma função, mas utilizando componentes comutados (chaveados).



Conversores Lineares x Chaveados

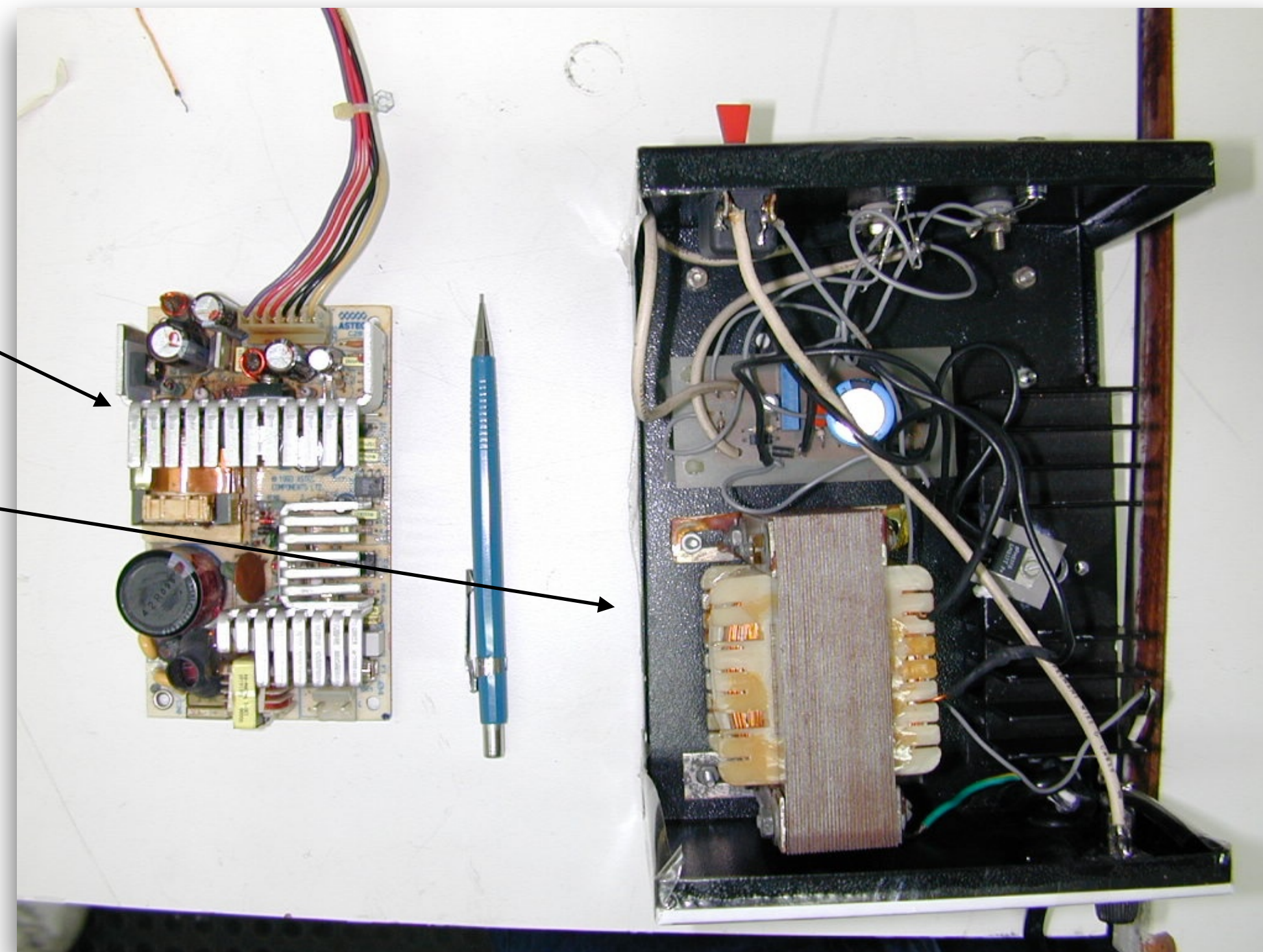
Fontes de tensão lineares x chaveadas:

- Fontes lineares: são mais robustas, simples e fáceis de projetar, podem ser mais baratas ou não, são muito volumosas e pesadas.
- Fontes chaveadas: não são tão robustas, mais difíceis de projetar e consertar, podem ser mais baratas ou não, são pequenas e leves.

Fonte chaveada de 65 W

Fonte linear de 29 W

Vantagens x desvantagens



Conversores Lineares x Chaveados

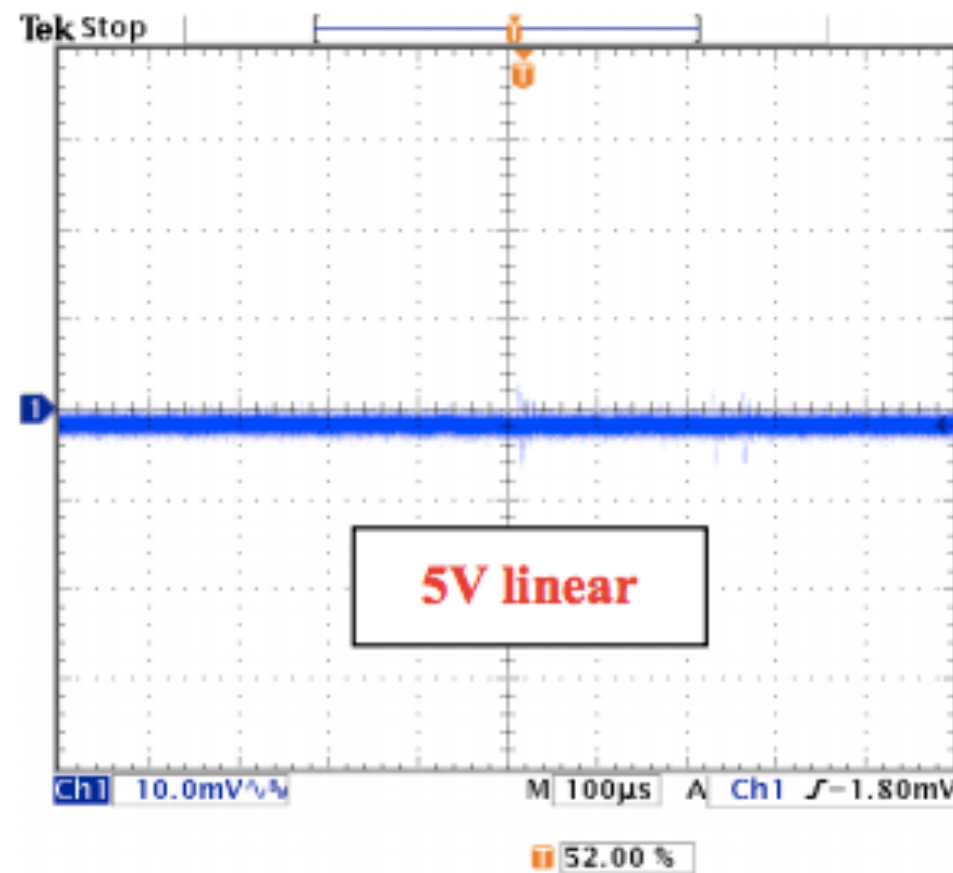
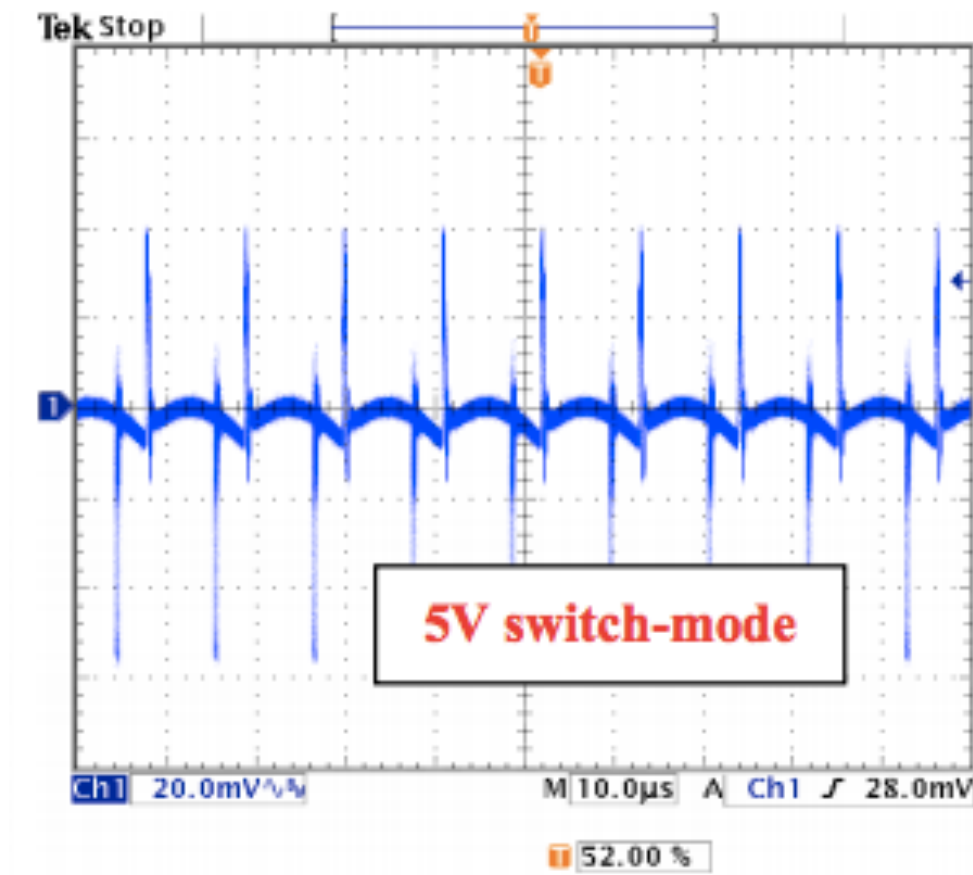
Fontes de tensão lineares x chaveadas:



90 W



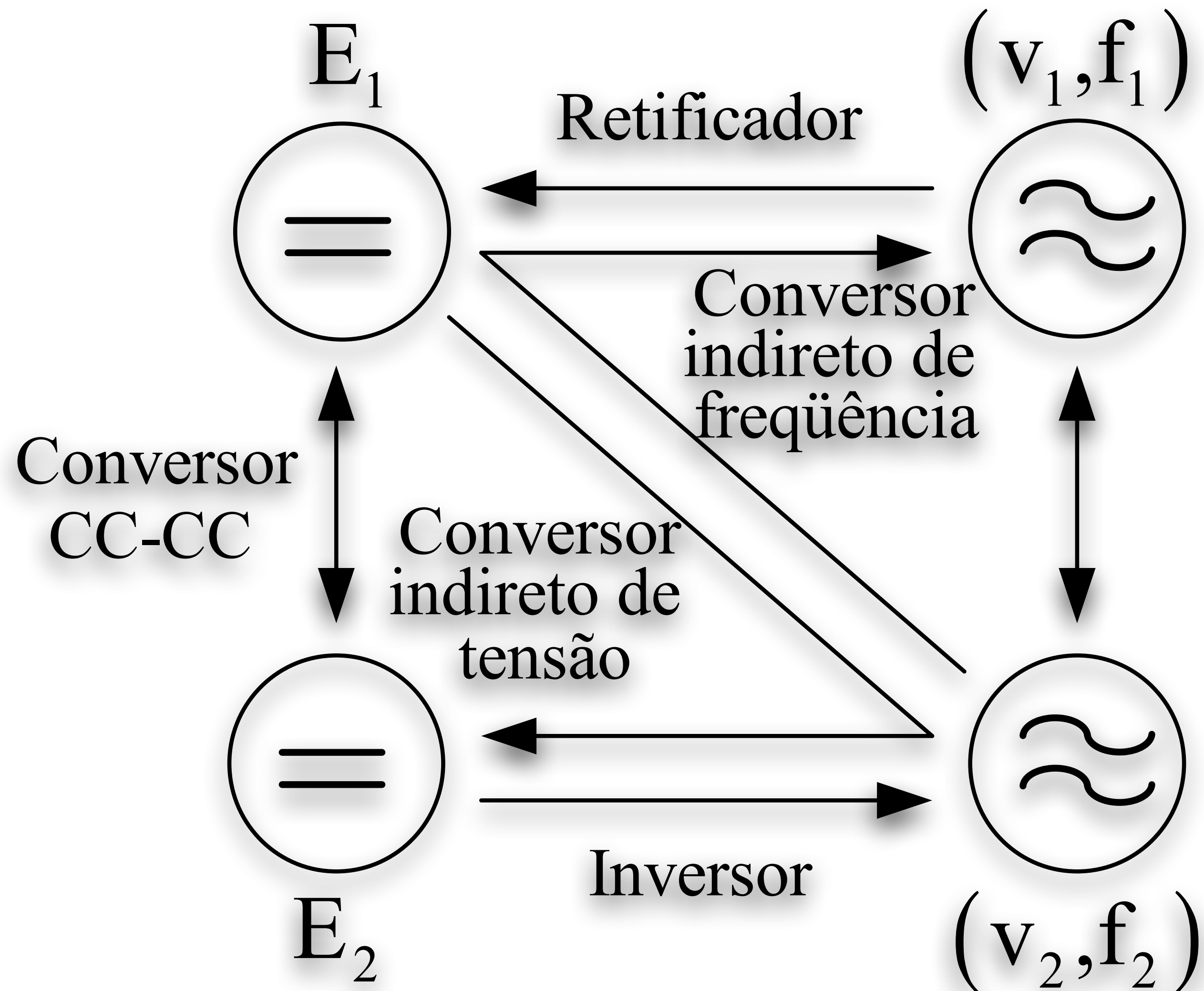
100 W



	Linear	Switch-mode	Comments
Size	✗	✓	Typically 80% smaller
Weight	✗	✓	Typically 80% lighter
Input Voltage Range	✗	✓	10% vs. up to 300% range
Efficiency	✗	✓	Calculate it long term!
Reliability	✓	✗/✓	Component count method, demonstrated probably equal
Ripple & Noise	✓	✗/✓	Up to 10,000 times - often possible to overcome though
Transient Response	✓	✗	Up to 100 times - necessary in specialized areas
Low leakage Current	✓	✗/✓	Often used in medical systems, switch-mode gaining share

<https://www.valuetronics.com/Manuals/Lambda %20linear versus switching.pdf>

Divisão da Eletrônica de Potência



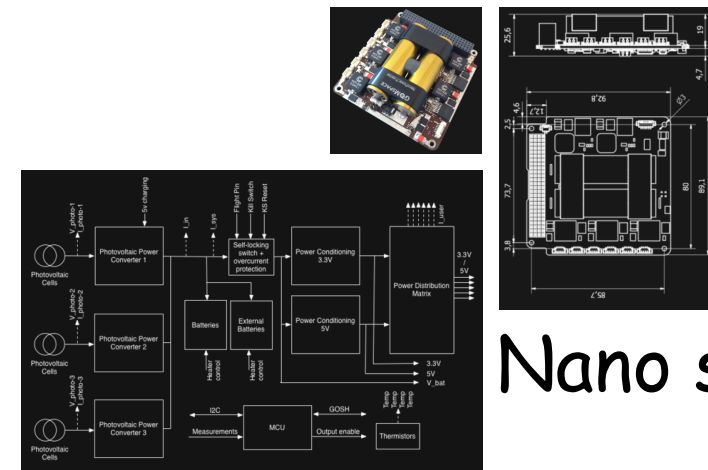
Aplicações da Eletrônica de Potência

Aplicações:

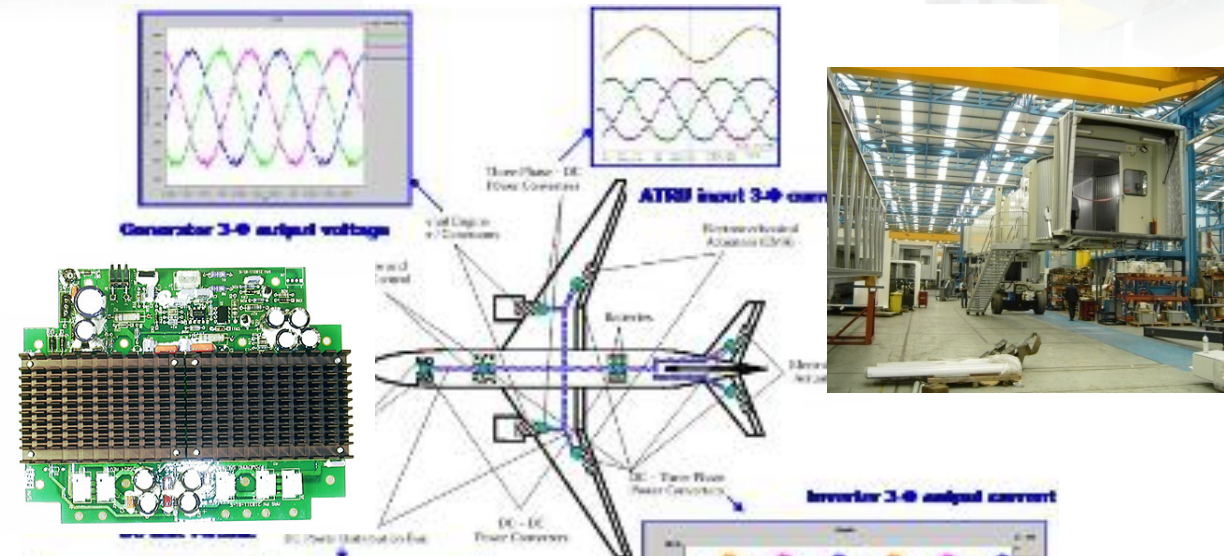
- Fontes chaveadas;
- Controle de motores de corrente contínua e alternada;
- Conversores para soldagem;
- Alimentação de emergência;
- Carregadores de bateria;
- Retificadores para eletroquímica;
- Transmissão em corrente contínua;
- Reatores eletrônicos;
- Filtros ativos;
- Compensadores estáticos;
- Processamento de energias alternativas;
- Amplificadores de potência;
- Controles de temperatura;
- Entre outras.



Fontes de alimentação



Nano satélites



Sistema elétrico de aeronaves



Acionamento de motores

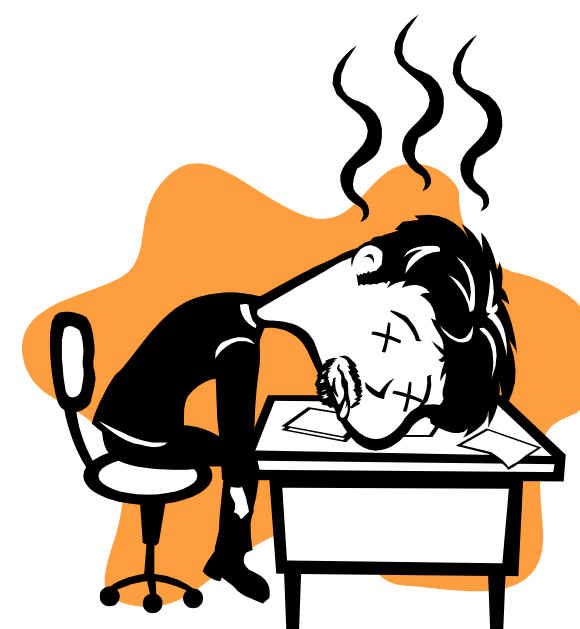
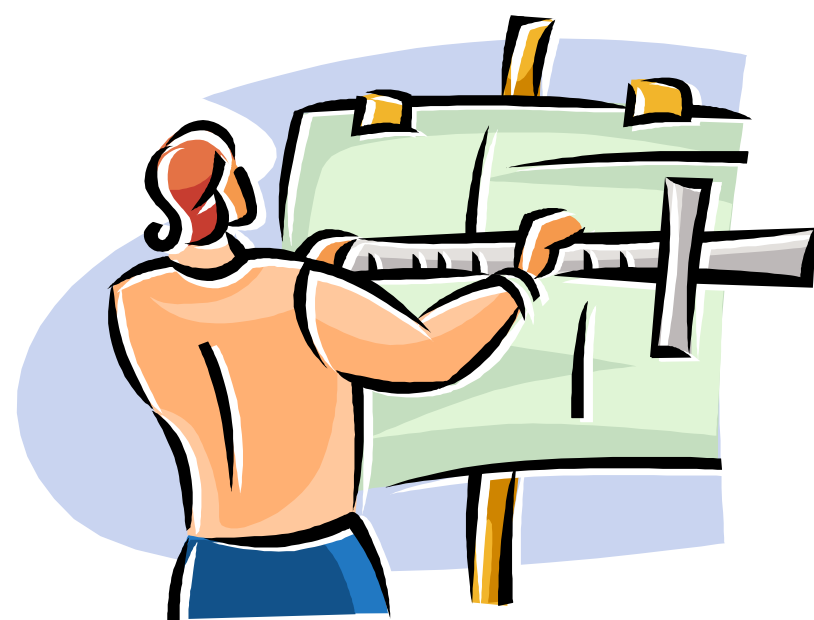


Microgeração

Software para Eletrônica de Potência

Razões para usar software específico:

- Complexidade dos circuitos eletrônicos;
- Dificuldade de representar o mundo real;
- Possibilidade de uso inúmeras vezes;
- Diminuição do custo de projeto;
- Aprendizagem via software;
- Outras....



Software para Eletrônica de Potência



PSIM

Why PSIM? Videos News & Events

Products
Application Models
Academia
PSIM Support

**SPICE Simulation and
SiC/GaN Models**

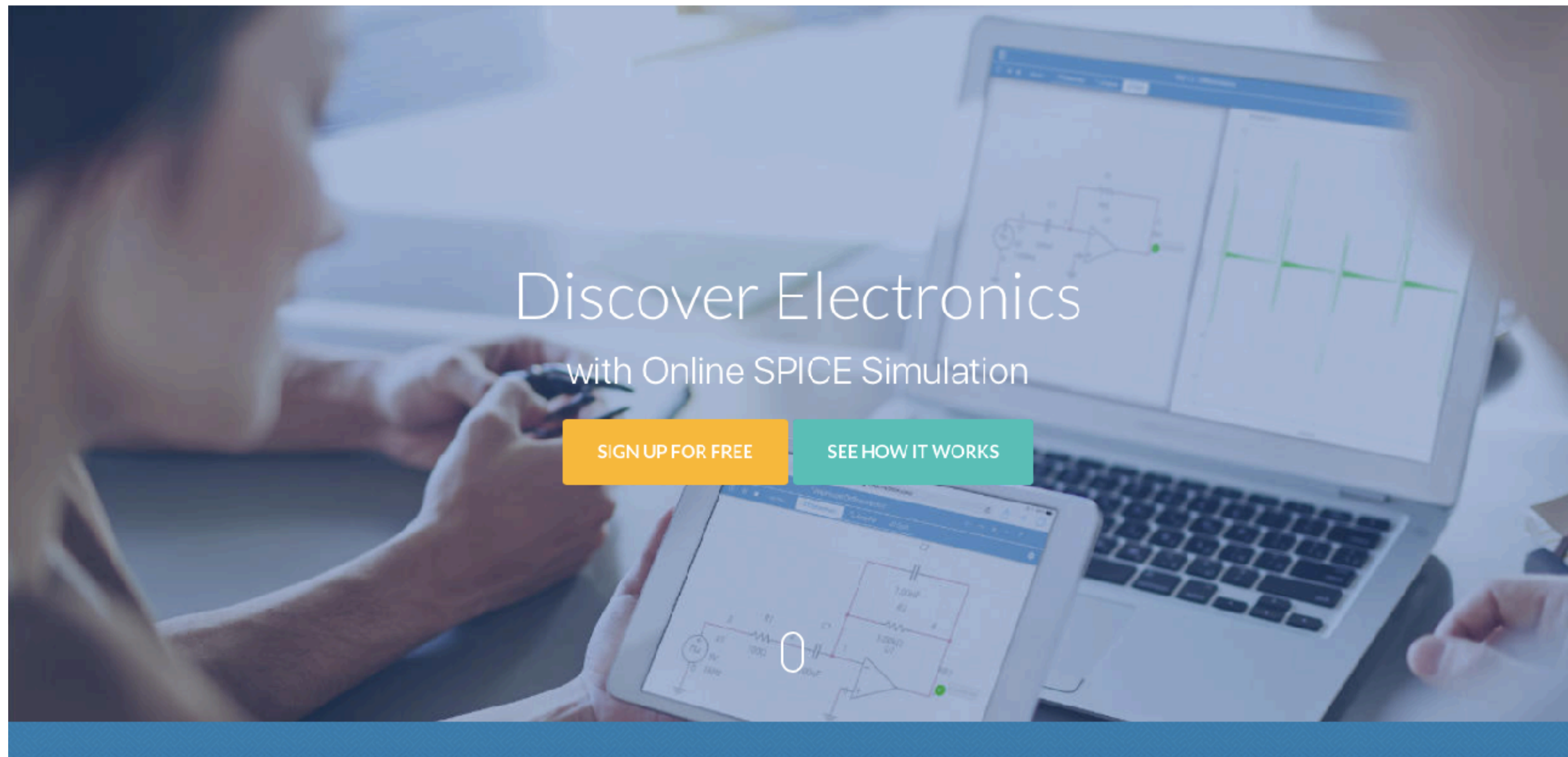
MORE

TRY PSIM TODAY

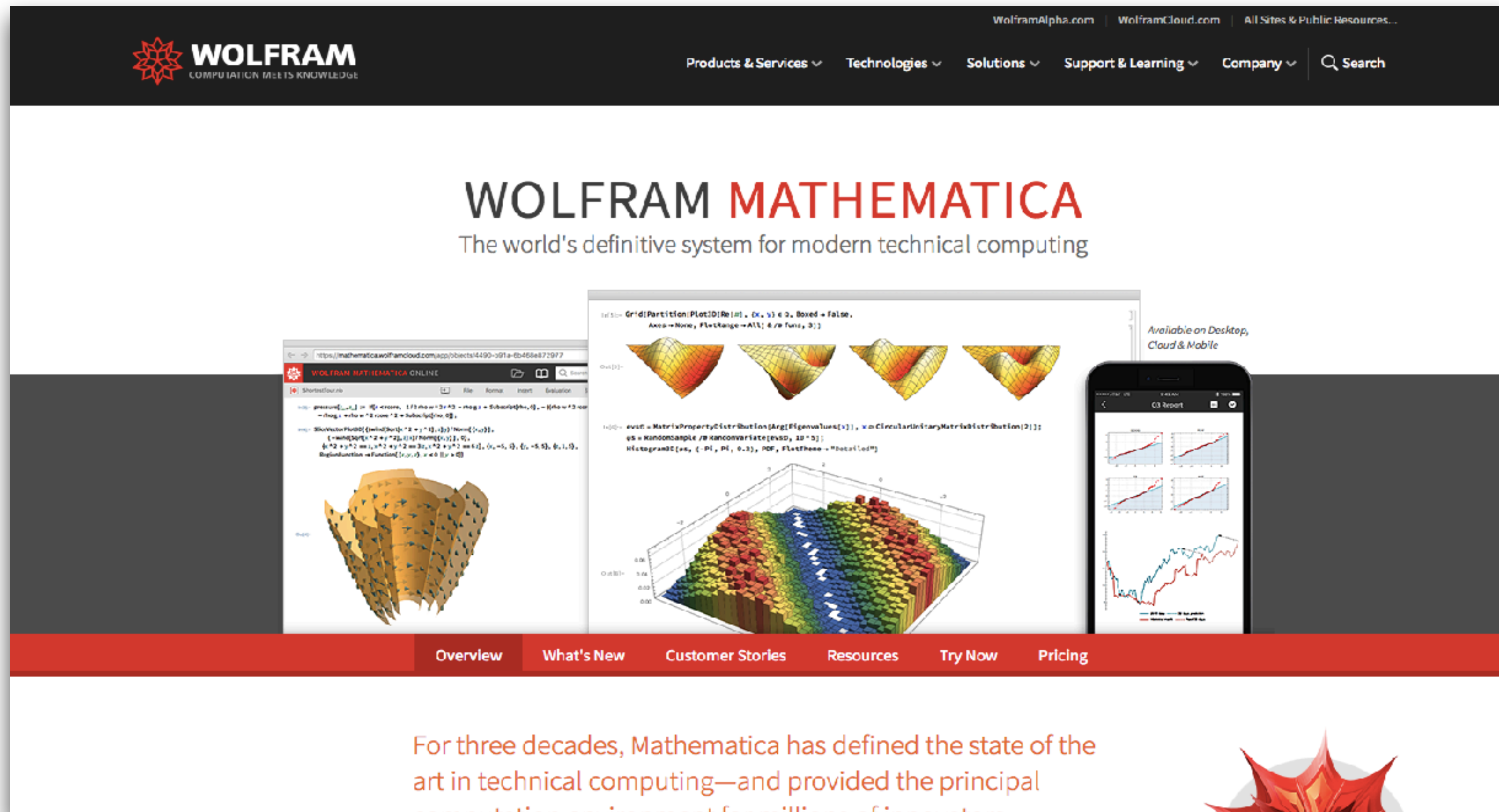
HOW TO BUY

Scroll for more

Software para Eletrônica de Potência



Software para Eletrônica de Potência



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.

Software para Eletrônica de Potência

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



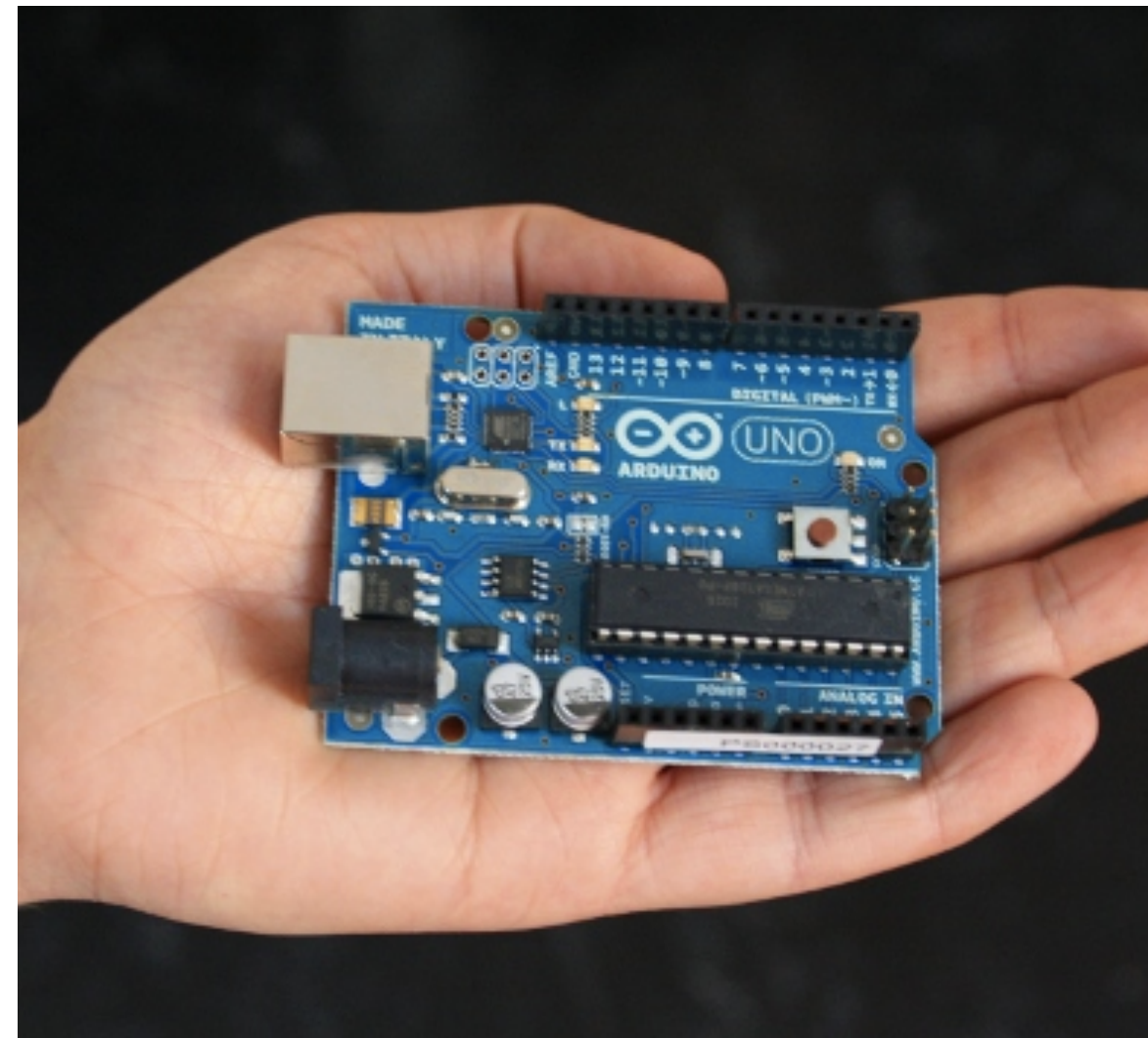
Download: version **0.99.6975** - Beta (released at 2019-02-05)

 **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](#).

Integração com a Informática

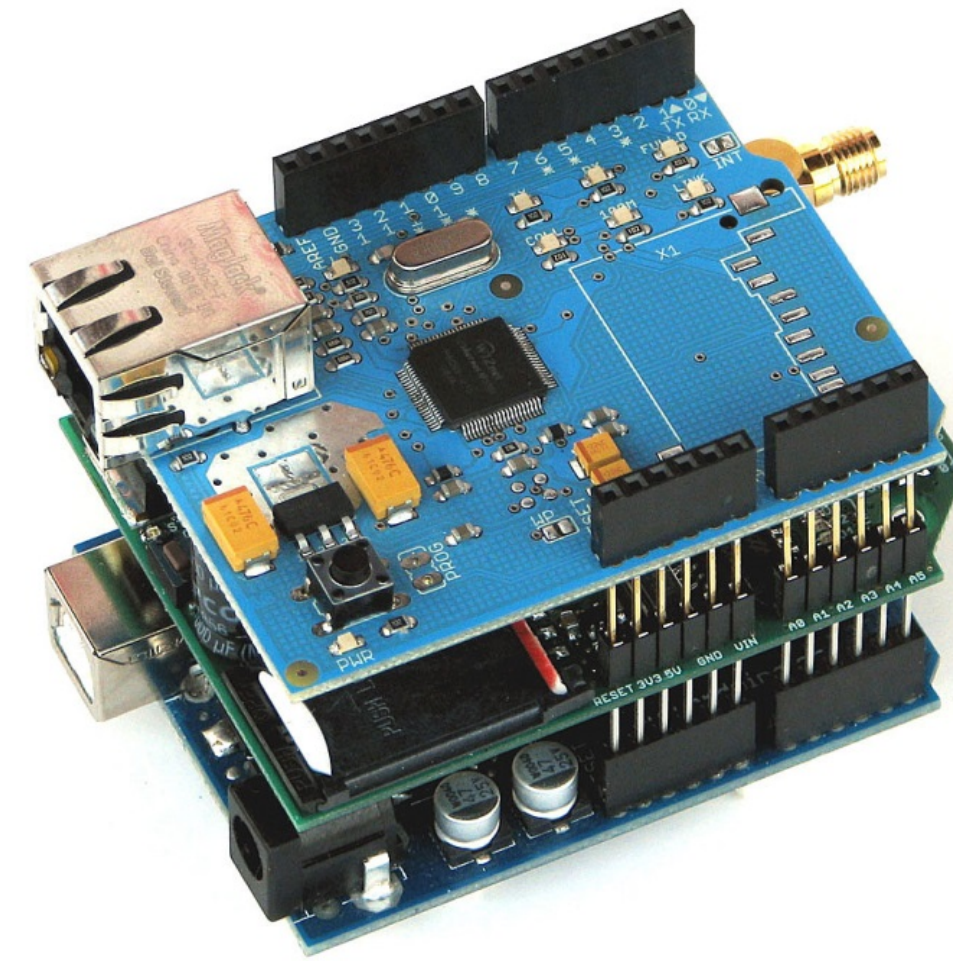
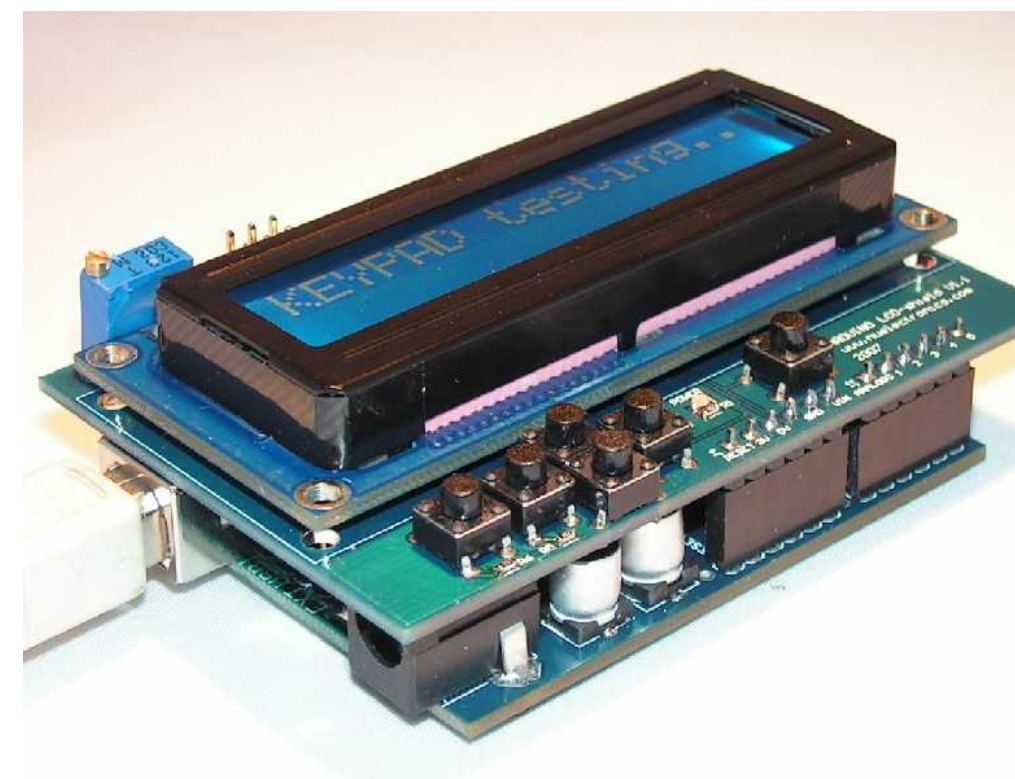
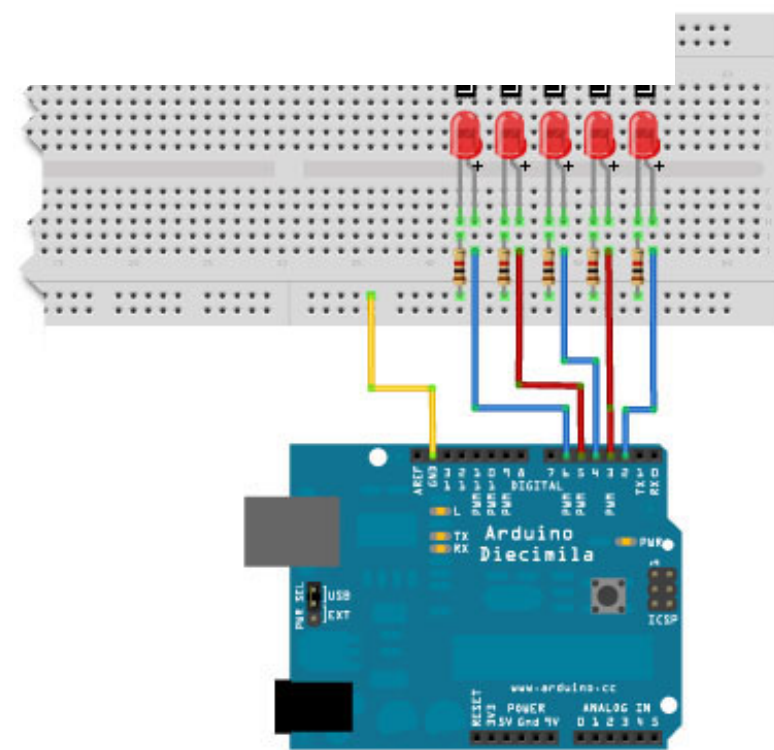


```
Arduino - 0011 Alpha
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 *
 * The basic Arduino example. Turns on an LED on for one second,
 * then off for one second, and so on... We use pin 13 because,
 * depending on your Arduino board, it has either a built-in LED
 * or a built-in resistor so that you need only an LED.
 *
 * http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
 */

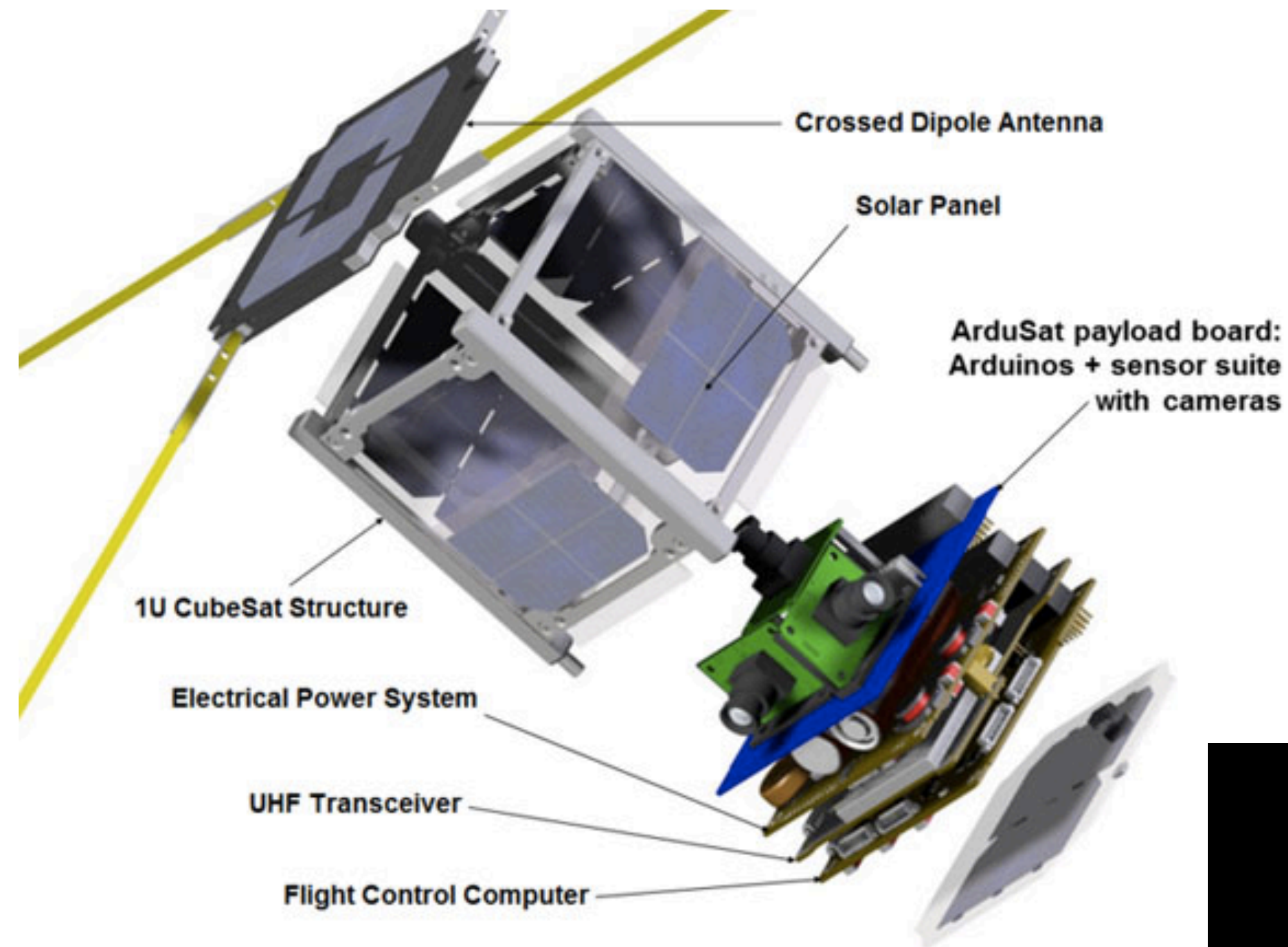
int ledPin = 13;          // LED connected to digital pin 13

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
}
```



Integração com a Informática



Próxima Aula

Componentes da eletrônica de potência:

- Componentes passivos;
- Diodos, tiristores;
- Transistores.

