

SEL0393

**Laboratório de
Instrumentação
Eletrônica I**

- **Referências Bibliográficas**
- **Ementa**
- **Infraestrutura de Ensino - SEL0393**
- **Instrumentação Virtual**
- **Infraestrutura de Ensino do SEL**
- **Avaliação**
- **Ambiente de Aulas**
- **Expressão Escrita e Comunicação Oral**

Ementa

Amplificadores Básicos com Amp Op

Signal Conditioning

Filtros Ativos

Osciladores de Relaxação

Osciladores Harmônicos

Retificadores com Amp Op

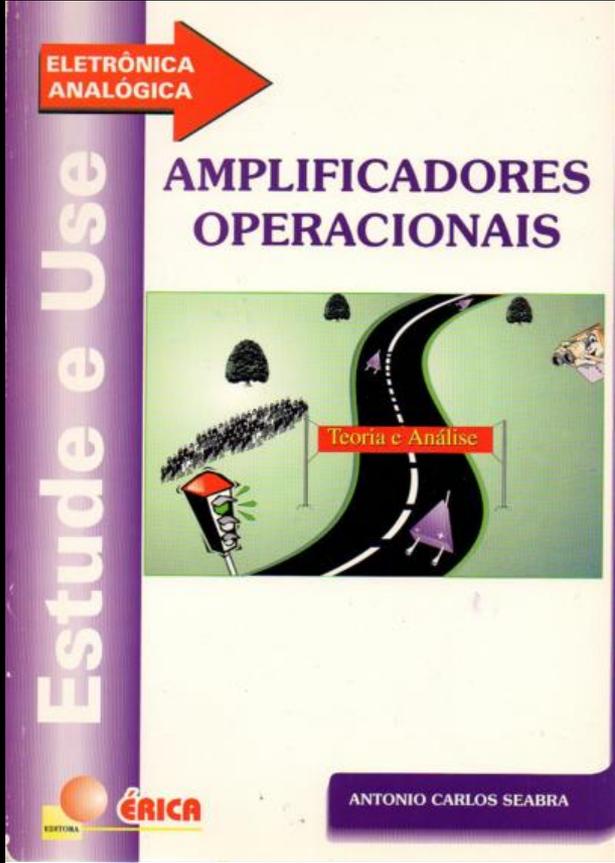
Reguladores de Tensão

Referências Bibliográficas

SEL313 – Circuitos Eletrônicos I
Prof. José Marcos Alves
Amplificadores Operacionais

SEL315 – Circuitos Eletrônicos III
Apostilas - Prof. Paulo Roberto Veronese
Amplificadores Operacionais

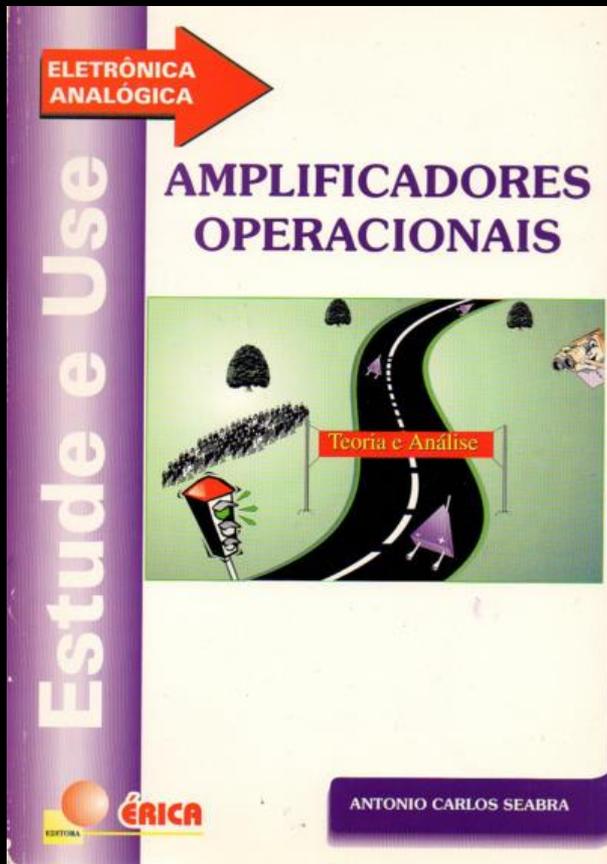
Índice



Índice

- Capítulo 01 - O Amplificador Operacional** 01
 - 1.1 Circuitos Analógicos 01
 - 1.2 Função Básica do Amplificador Operacional 03
 - 1.3 Amplificador Operacional Ideal 06
 - Exercícios Propostos 07
- Capítulo 02 - Circuitos com Amplificadores Operacionais Ideais** ... 09
 - 2.1 O Amplificador Inversor 10
 - 2.2 O Conceito de Curto-Circuito Virtual 14
 - 2.3 O Circuito Somador 17
 - 2.4 O Circuito Diferenciador 19
 - 2.5 O Circuito Integrador 24
 - 2.6 O Amplificador Não-Inversor 28
 - 2.7 O Amplificador de Diferenças 29
 - 2.8 O Amplificador Log/Antilog 34
 - 2.9 O Amplificador Operacional em Computação Analógica 40
 - 2.10 O Conversor de Tensão para Corrente 41
 - 2.11 O Conversor de Corrente para Tensão 44
 - 2.12 Amplificadores de Corrente 46
 - 2.13 Filtros Ativos 48
 - 2.14 O Que Você Aprendeu neste Capítulo? 57
 - Exercícios Propostos 58
- Capítulo 03 - Amplificadores Operacionais Reais** 61
 - 3.1 Limitações dos Amplificadores Operacionais Reais 62
 - 3.2 A Alimentação dos Amplificadores Operacionais Reais 64
 - 3.3 O Ganho de Tensão dos Amplificadores Operacionais Reais ... 77
 - 3.4 Impedâncias de Entrada e Saída 94
 - 3.5 Correntes de Polarização e Offset de Entrada 102

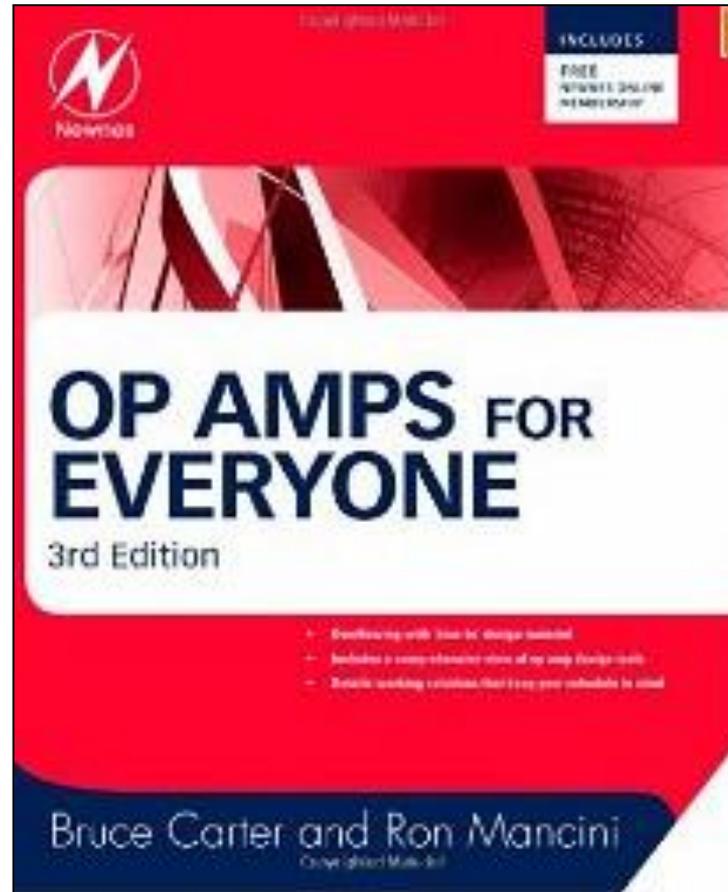
Índice



3.6	Tensão de Offset de Entrada	107
3.7	Máxima Taxa de Variação de Tensão	114
3.8	Razão de Rejeição de Modo Comum	120
3.9	O Amplificador de Instrumentação	126
3.10	Condições Limites de Operação	135
3.11	O Que Você Aprendeu neste Capítulo?	142
	Exercícios Propostos	144
Capítulo 04 - Circuitos com Amplificadores Operacionais		147
4.1	Um Equalizador Gráfico de Áudio	148
4.2	Um Controlador Industrial de Temperatura	163
4.3	O Que Você Aprendeu neste Capítulo?	178
Respostas dos Exercícios Propostos		179

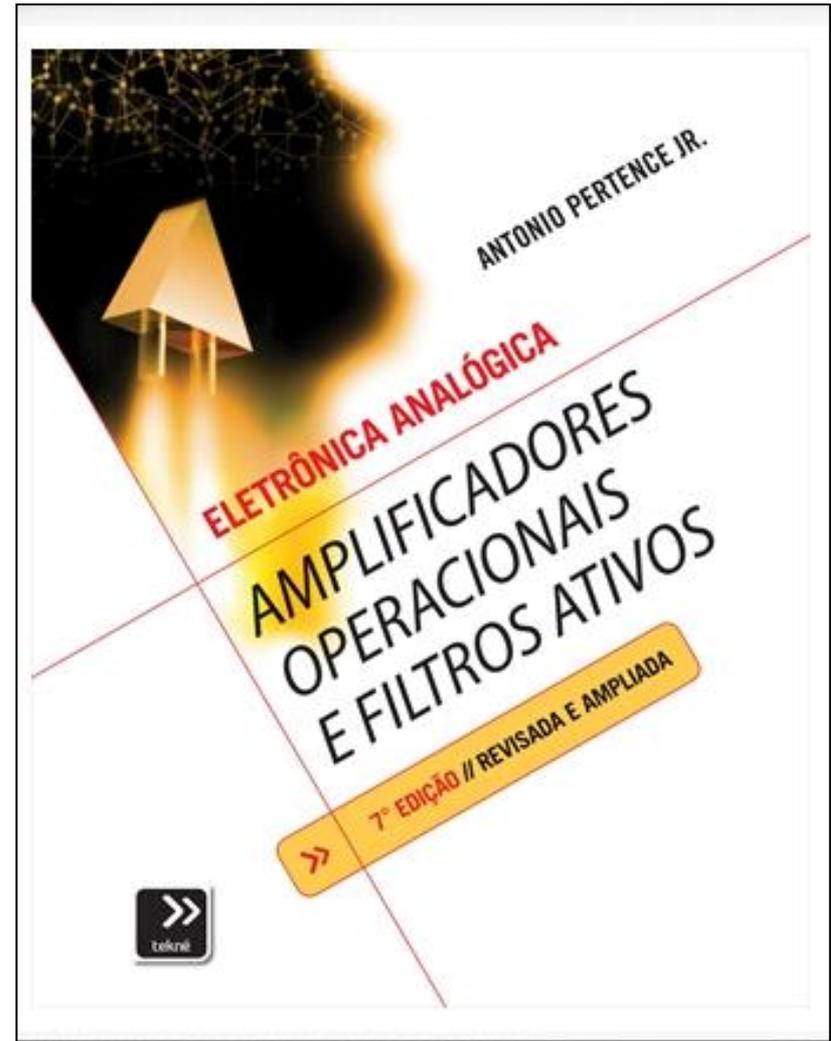
OP AMPs for Everyone

Newnes, 2009



[Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos](#)

Artmed Editora, 7ª edição, 2012

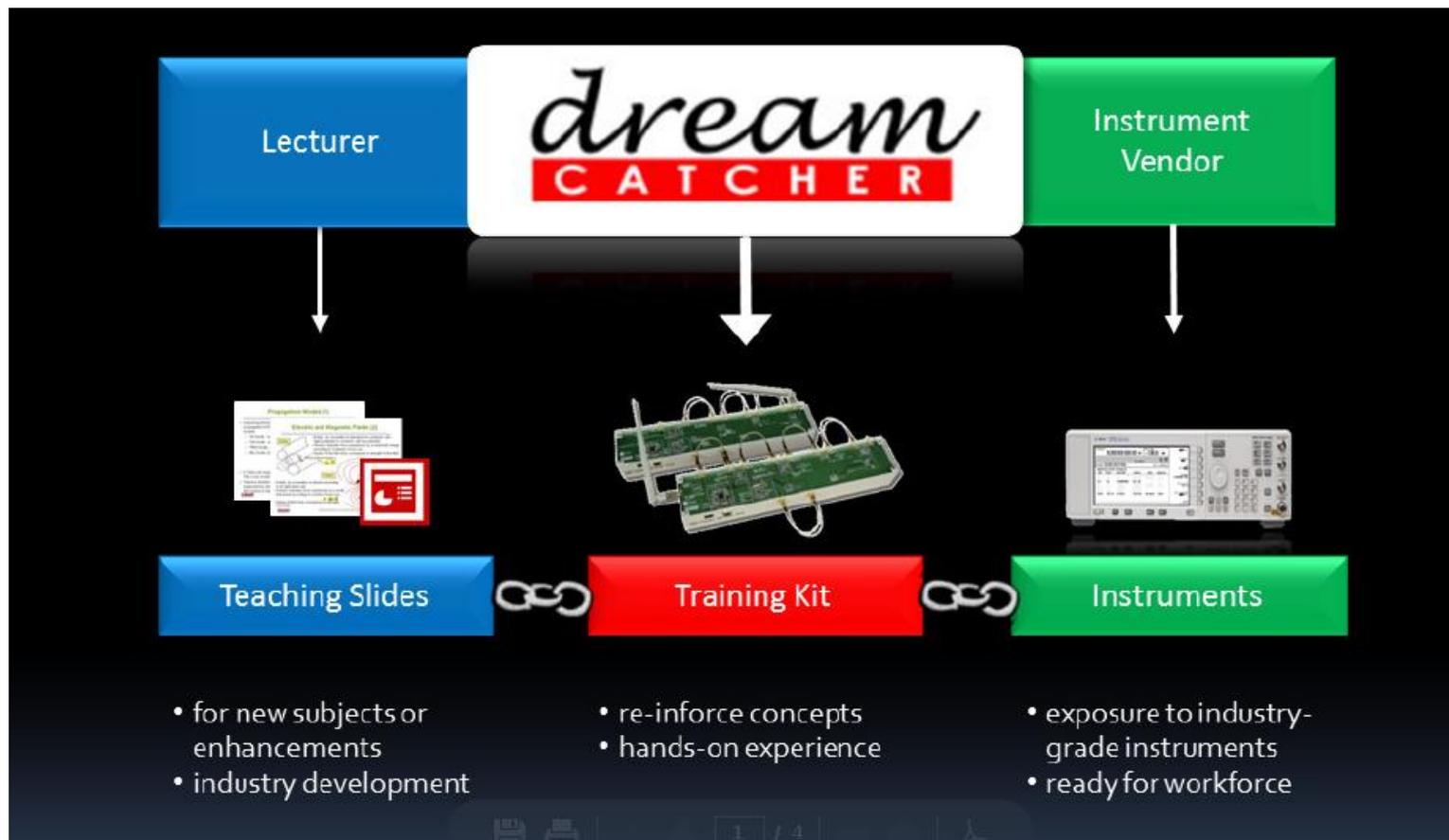


Balbinot A, Brusamarello VJ – Instrumentação e Fundamentos de Medida, Vols 1 e 2, Editora LTC, 2010.



**Infraestrutura de
Ensino
(SEL0393)**

**Kits Didáticos
para
Instrumentação
(Dream Catcher)**



Os kits educacionais solicitados estão sendo utilizados em mais de 40 países incluindo Ásia (Austrália, Hong Kong, Índia, Japão, Coreia, Malásia, Filipinas, Singapura, Taiwan, Tailândia, Vietnã), África e Oriente Médio (Egito, Rússia, África do Sul, Síria, Turquia, Emirados Árabes Unidos), Europa (Áustria, Bélgica, República Tcheca, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Itália, Lituânia, Países Baixos, Romênia, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido) e nas Américas (Brasil, Canadá, Chile, México, EUA e Venezuela).

General Electronics Laboratories

ME3000 - Analog Eletronics

Semiconductor fundamentals
Analog electronic devices
Analog circuit analysis
Typical applications of electronic devices
Measurement instruments usage

ME3100 - Analog Circuit Design

Analog circuit analysis
Passive and active components
BJT circuit analysis and design
Practical op-amp design
Active filter design
Measurement instruments usage
Measurement principles

ME3200 - Electronic Instrumentation and
Measurement

End-to-end measurement system
Introduction to measurement instruments
Usage of instrument programming tools
Usage of basic instruments

Digital & Embedded Systems

ME2000 - Microcontroller System Design
(8051)

Basic microprocessor and microcontroller technology
8051 microcontroller hardware architecture
8051 microcontroller operations
Typical microcontroller applications
Measurement instruments usage
Software tools usage

ME2100 - Embedded System Design (ARM9)

ARM processor fundamentals
ARM hardware architecture
ARM instruction set and programming
Typical ARM applications
Mixed-signal oscilloscope usage
GNU-based ARM toolchain software usage

ME2110 - Embedded System Design (Cortex-M3)
(ME2110)

ARM processor fundamentals
ARM hardware architecture
ARM instruction set and programming
Typical ARM applications
Cortex-M3 development tools

ME2200 - Digital Systems (ME2200)

Digital logic fundamentals
Digital logic design
Digital building block design
Verilog coding
EDA tools usage
Design verification
RTL design
I/O core design
FPGA applications

ME2300 - Digital Signal Processing
(ME2300)

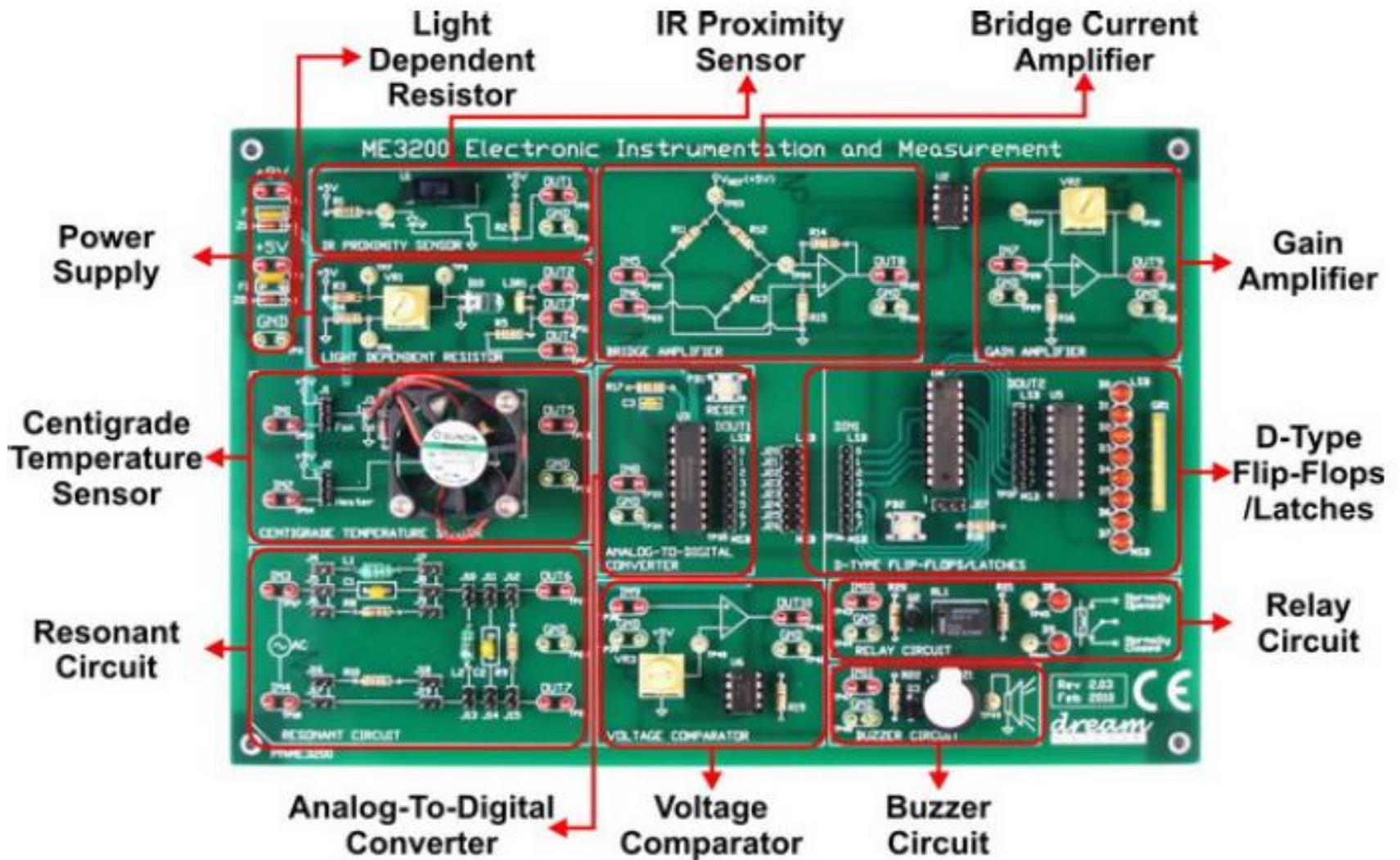
Measurement instruments usage
Time and frequency domain representations and signal analysis
Z-transform and filtering concepts
FIR and IIR digital filter designs
Efficient FIR and IIR digital filter implementations
FFT applications
System-level designs of real-time signal processing systems
Software-hardware co-simulation and verification
The MathWorks™ MATLAB®, Simulink®, and Altera® DSP Builder usage
Measurement instruments usage

RF Microwave & Wireless Communications	
ME1000 - RF Circuit Design	<ul style="list-style-type: none"> Basic RF concepts RF circuit design concepts RF communication system concepts RF circuit characterization RF Electronic Design Automation (EDA) software usage RF circuit simulation and construction RF measurement instruments usage Measurement automation
ME1010 - RF Circuit Design (Agilent Genesys)	<ul style="list-style-type: none"> Basic RF concepts RF circuit design RF communication system concepts RF circuit characterization RF Electronic Design Automation (EDA) software usage RF circuit simulation Digital communication fundamentals Digital modulation techniques
ME1100 - Digital RF Communications	<ul style="list-style-type: none"> Baseband and RF transceiver analysis Transceiver architectures Baseband generation software tools usage Measurement instruments usage Antenna fundamentals Antenna parameters
ME1300 - Antenna and Propagation (ME1300)	<ul style="list-style-type: none"> Antenna impedance matching techniques Practical antenna design Antenna measurement techniques Software tools usage Measurement instruments usage Sources of Electromagnetic Interference EMC fundamentals
ME1400 - EMI and EMC	<ul style="list-style-type: none"> Good PCB design practice EMC regulations and standards Compliance testing and measurements Measurement instruments usage

**ME3200 – Analog
Electronic Courseware**

ME3200 Electronic Instrumentation and Measurement Courseware





No	Lab Sheet	Objective	Duration
1	Measurement of Voltage and Current	To perform basic measurement of voltage and current	3 Hours
2	Measurement of Time-Dependent Signals	To study and measure time-dependent signals	3 Hours
3	Quality of Measurement 1	To study quality measurement parameters	3 Hours
4	Quality of Measurement 2	To study quality measurement parameters	3 Hours
5	Analog Signal Conditioning	To understand the basic operation of analog signal conditioning circuits	3 Hours
6	Measurement of Digital Signals	To study and measure digital signals	3 Hours
7	Introduction to Data Flow Programming ^[1]	To understand the basics of data flow programming using VEE	3 Hours
8	Measurement Automation ^[1]	To perform measurement automation using VEE	3 Hours



**ME3000 – Analog
Electronic Courseware**

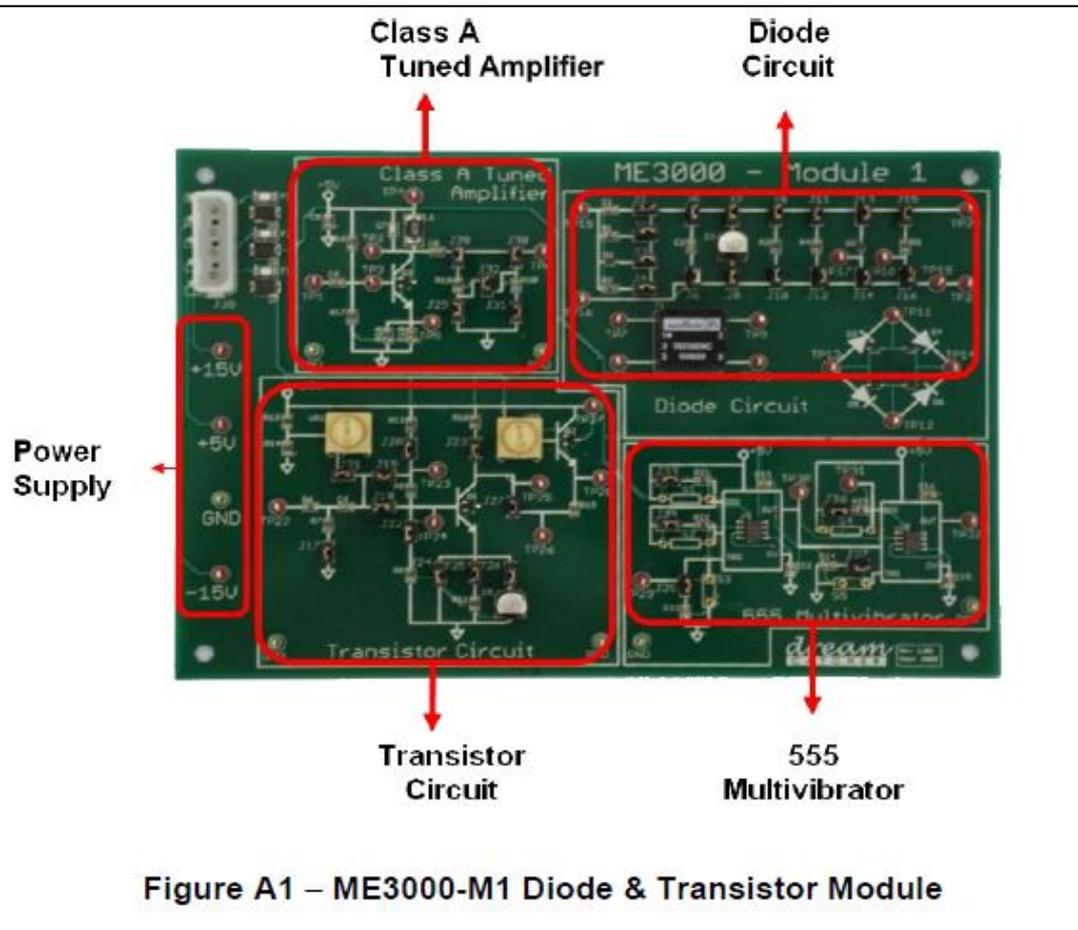
Quick Start Guide

revision 1.31
Printed on 20 September 2012



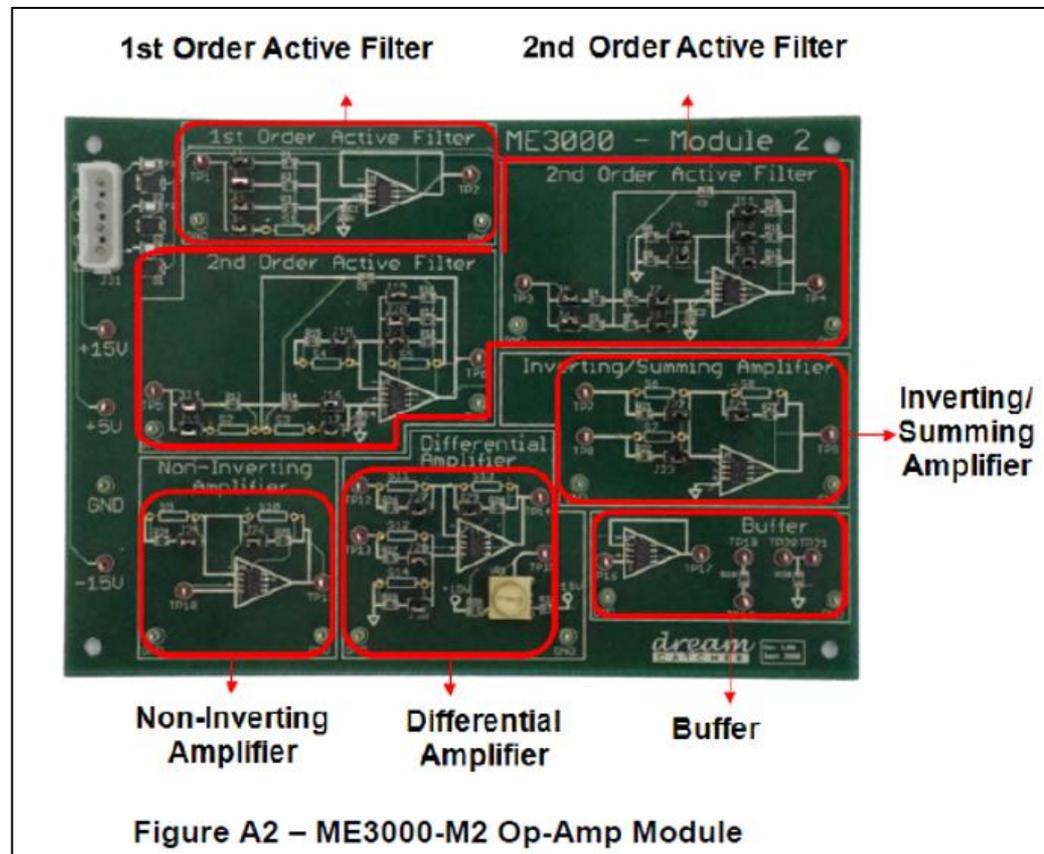
Diode & Transistor Module (Module 1)

- Diode Circuit
- Transistor Circuit
- Class A Tuned Amplifier
- 555 Multivibrator



Op-Amp Module (Module 2)

- 1st Order Active Filter
- 2nd Order Active Filter
- Buffer
- Inverting/Summing Amplifier
- Non-Inverting Amplifier
- Differential Amplifier



3.3 Lab Sheets

No	Lab Sheet	Objective	Duration
1	Diode Characteristics	To understand the characteristics of diodes	3 Hours
2	Rectifier Circuits	To understand the basic operations of rectifier circuits	3 Hours
3	BJT Characteristics	To understand the characteristics of a bipolar junction transistor (BJT)	3 Hours
4	DC Biasing	To demonstrate the effects of DC biasing on the AC operation of a common-emitter amplifier	3 Hours
5	Practical Op-Amp Circuits	To understand the typical configurations of operational amplifier circuits and their characteristics	3 Hours
6	RF Class A Tuned Amplifiers	To demonstrate the practical issues in designing an RF tuned amplifier and perform AC measurements on a Class A amplifier	3 Hours
7	555 Multivibrator Circuits	To understand the basic operations of a 555 Timer IC and design astable and monostable multivibrators using 555 timers	3 Hours
8	Active Filters	To understand the working principles of active filters and design an active low pass filter	3 Hours



**ME3100 – Analog
Electronic Courseware**

ME3100 Analog Circuit Design

Ready-to-Teach Package for Electronic Instrumentation and Measurement

Quick Start Guide

revision 1.03
Printed on 20 September 2012



- Standard on-board components
 - Audio speaker
 - Embedded audio player
 - LED audio VU meter
 - Analog potentiometer
 - Seven-segment display
 - Insulation transformer
 - Various test points for measurements
- Prototyping Area
 - Breadboard with three standard miniature blocks, with 1200 holes for connections

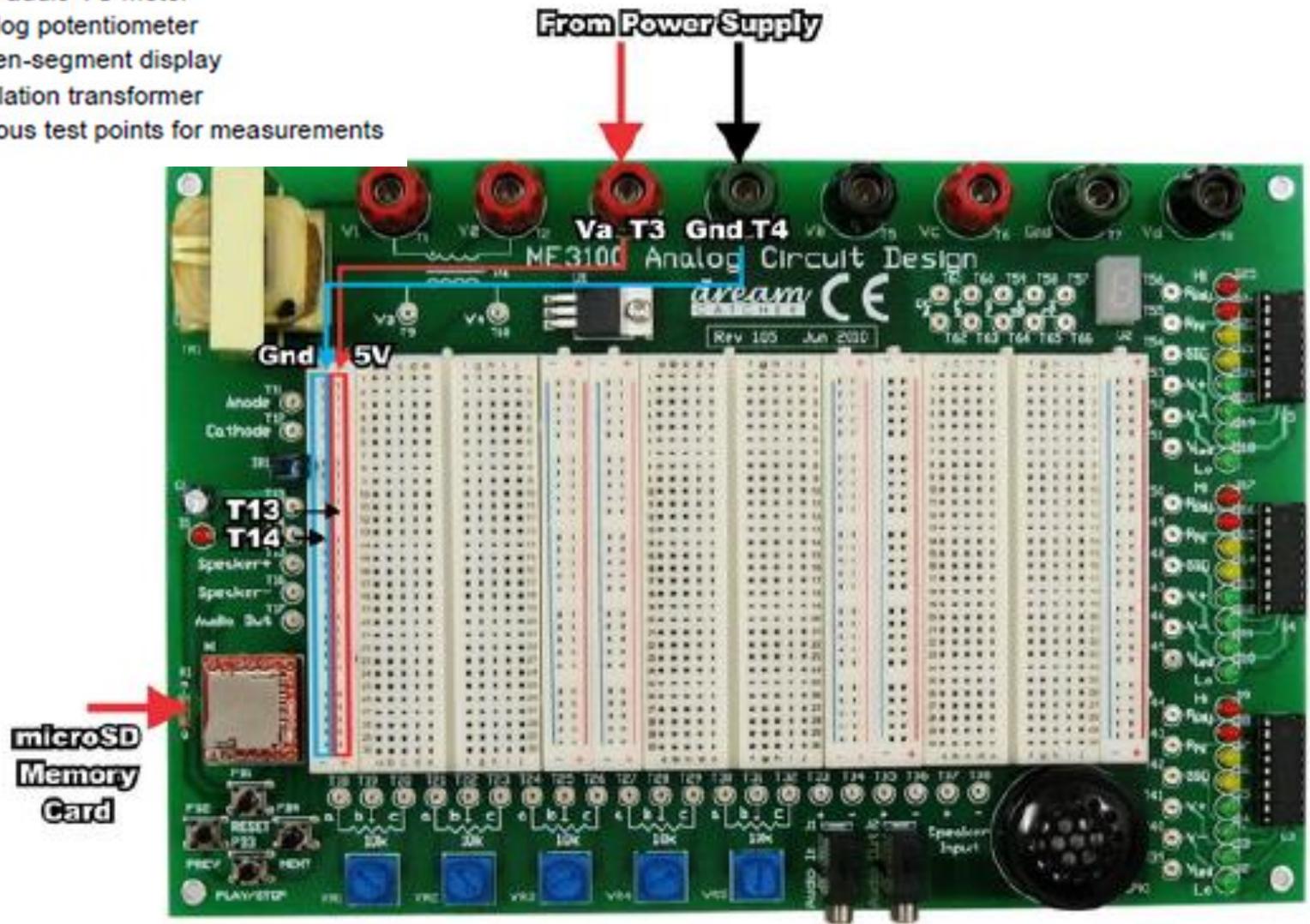


Figure 2 – Connections Between the Power Supply and the ME3100 Analog Circuit Design Kit

No	Lab Sheet	Objective	Duration
1	Designing a Voltage Regulator	To design and build a DC voltage regulator circuit, and measure its performance under varying operating conditions; as well as understand the improvements that can be made to achieve better performance	3 Hours
2	Designing an IR Transceiver Circuit	To design and test the performance of infrared based circuits; as well as understand design improvements to achieve better performance	3 Hours
3	Designing a BJT-Based Amplifier	To design and compare the performance of the different biasing schemes and their effects on input impedance, output impedance, and amplifier gain variation	3 Hours
4	Designing a FET-Based Amplifier	To design and evaluate the performance of an NMOS enhancement-mode MOSFET based amplifier	3 Hours
5	Designing Op-Amp-Based Precision Circuits	To investigate the use of feedback loop in designing precision rectifier of various configurations	3 Hours
6	Designing an Audio Equalizer	To design and evaluate the performance of an op-amp-based audio equalizer	3 Hours
7	Designing a High Sensitivity IR Detector	To study the use of op-amps in designing a highly sensitive IR detector circuit	3 Hours
8	Designing a High Precision Voltage Regulator	To study the use of op-amps in designing a high precision voltage regulator	3 Hours



Single Band Equalizer with VU Meter

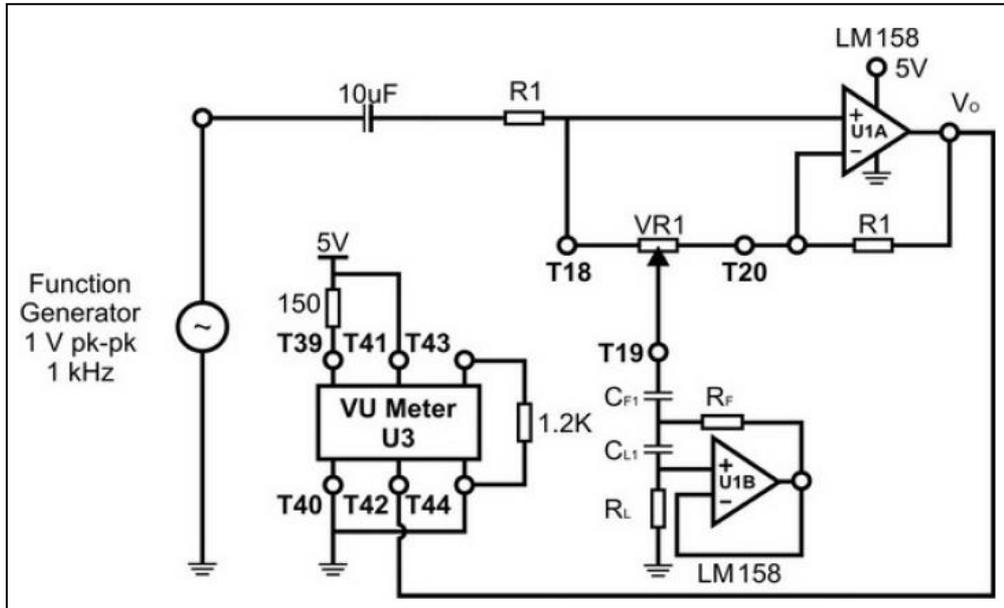


Table 1 – Value of Components

Label	Value
R ₁	1.5 kΩ
R _F	120 kΩ
R _L	330 Ω
C _{F1}	2.2 μF
C _{L1}	4.5 nF

3-Band Gyrator-Based Equalizer with VU Meter

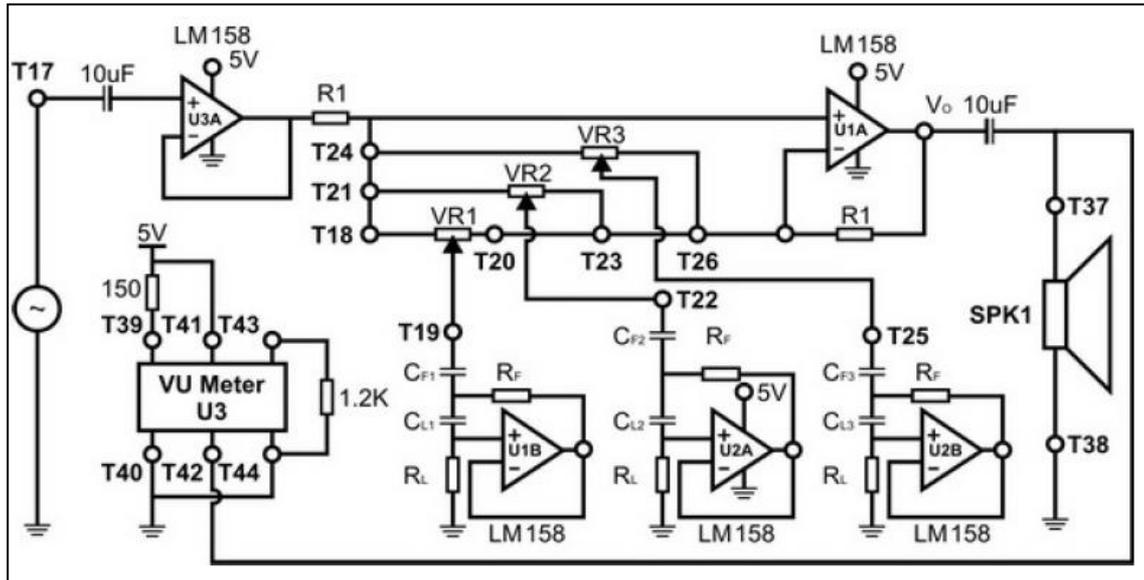


Table 2 – Value of Components

Label	Value
R_1	1.5 k Ω
R_F	120 k Ω
R_L	330 Ω
C_{F1}	560 nF
C_{F2}	2.2 μ F
C_{F3}	150 nF
C_{L1}	1.2 nF
C_{L2}	4.5 nF
C_{L3}	270 pF

Kits Didáticos para
Instrumentação
(EESC – SEM)

Instrumentação Virtual

**Instrumentação
Virtual**

Test and Measurement Solutions for Students in the

Lab and at Home

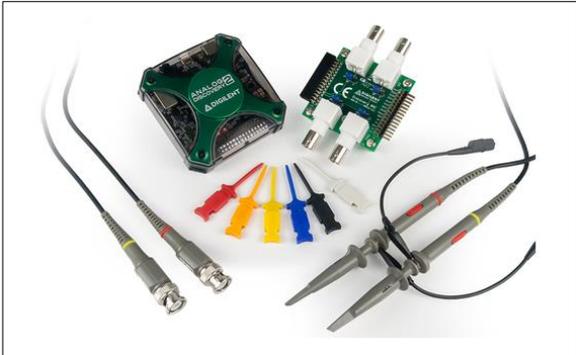
Instrumentação Virtual



ADALM2000 | Advanced Active Learning Module



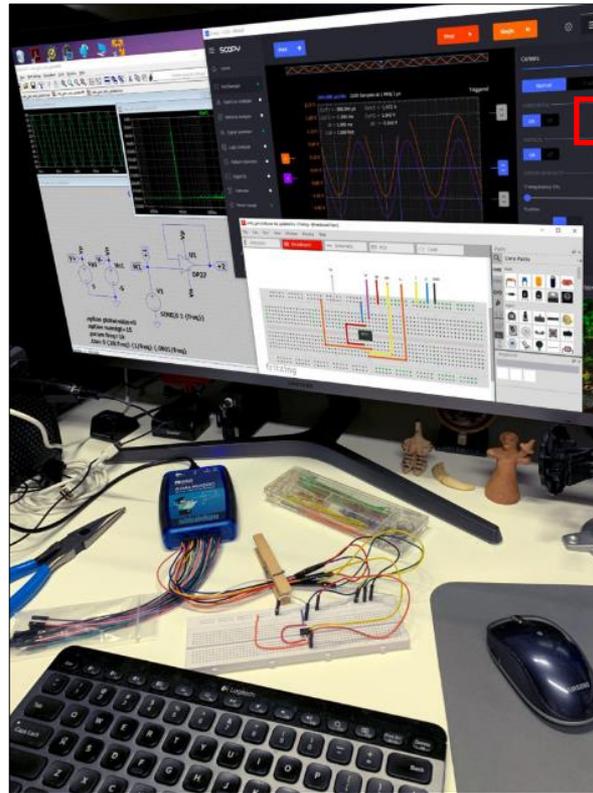
- 1. Oscilloscope
- 2. Spectrum Analyzer
- 3. Network Analyzer
- 4. Signal Generator
- 5. Logic Analyzer
- 6. Pattern Generator
- 7. Digital IO
- 8. Voltmeter
- 9. Power Supply



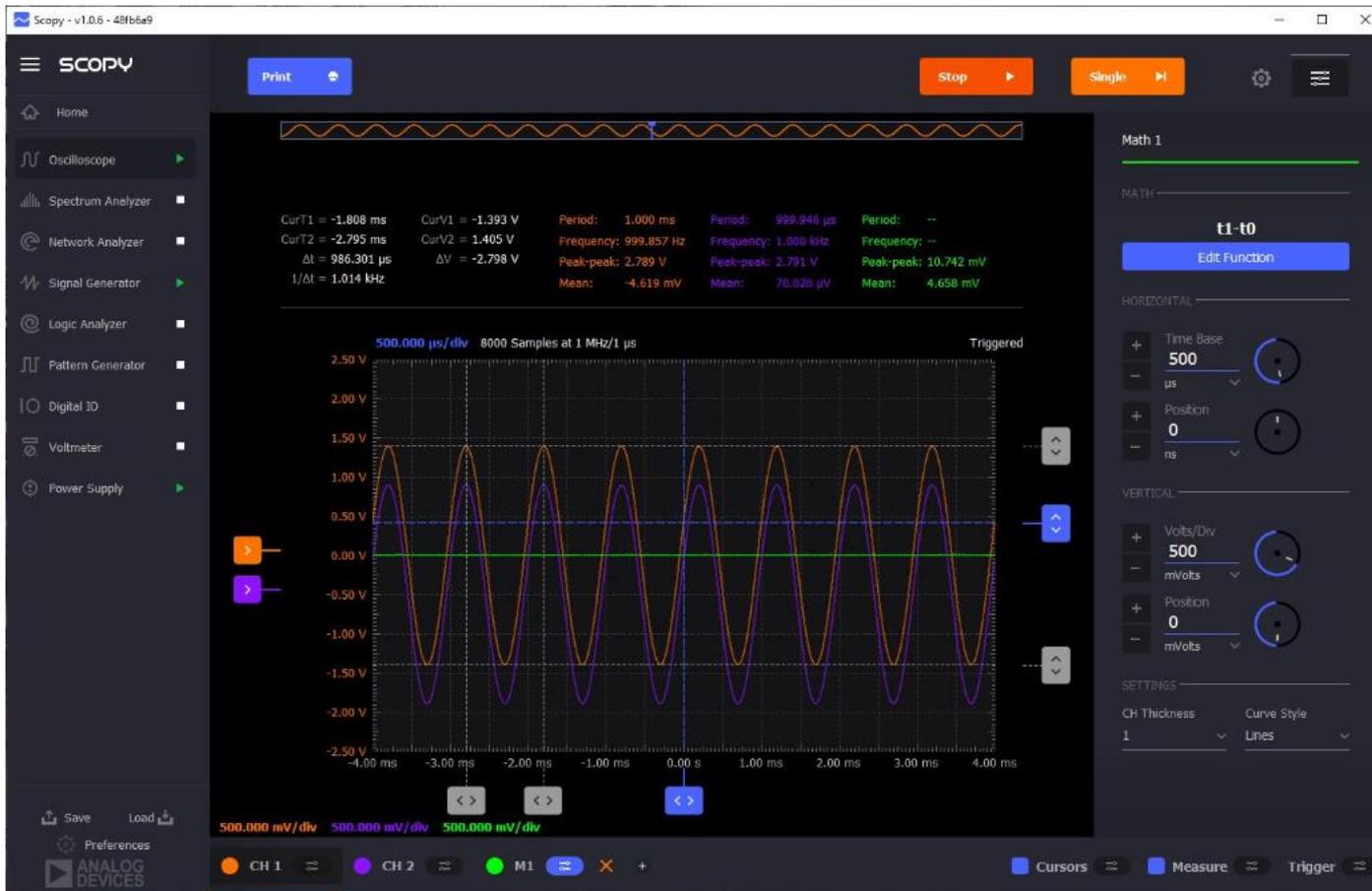
	Oscilloscope
	Waveform Generator
	Power Supplies
	Voltmeter
	Data Logger
	Logic Analyzer
	Pattern Generator
	Static I/O
	Spectrum Analyzer
	Network Analyzer
	Impedance Analyzer
	Protocol Analyzer
	Script Editor



ADALM2000 | Advanced Active Learning Module



**Simulação de um Osciloscópio no
ADALM2000 | Software Scopy
(Analog Devices | USA)**



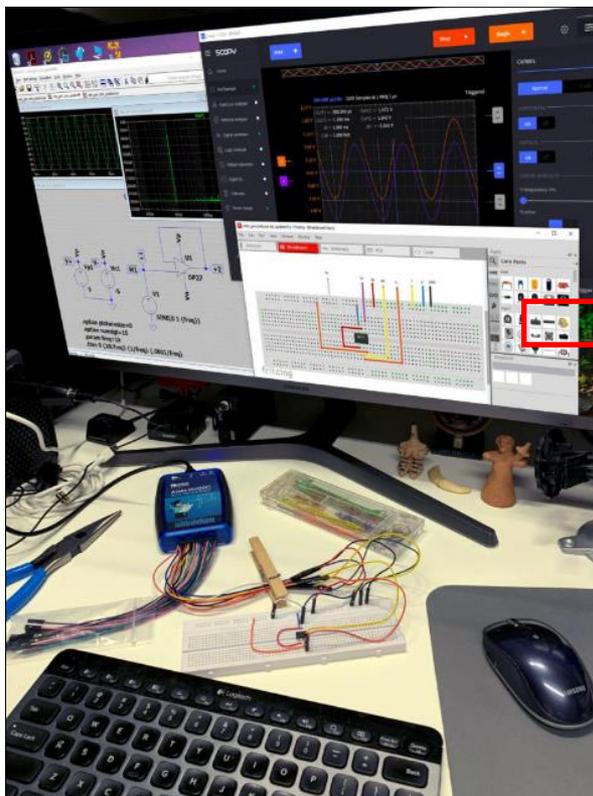
Osciloscópio Virtual

Scopy Oscilloscope Traces for OP97 Unity Gain Follower: Input, Output and math (Output - Input)



ADALM2000

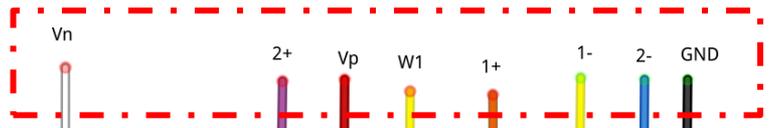
Advanced Active Learning Module



Simulação de
Protoboard (**Fritzing**)

conexões com a instrumentação virtual

Fritzing



unity_gain_follower-bb_updated.fzz - Fritzing - [Visão Protoboard]

Arquivo Editar Componente Visão Janela Roteamento Ajuda

Welcome Protoboard -w- Esquemático PCB <> Código

Componentes

Core Parts

CORE Básico

MINE

Entrada

SA

P4

Saída

CONTRIB

Propriedades

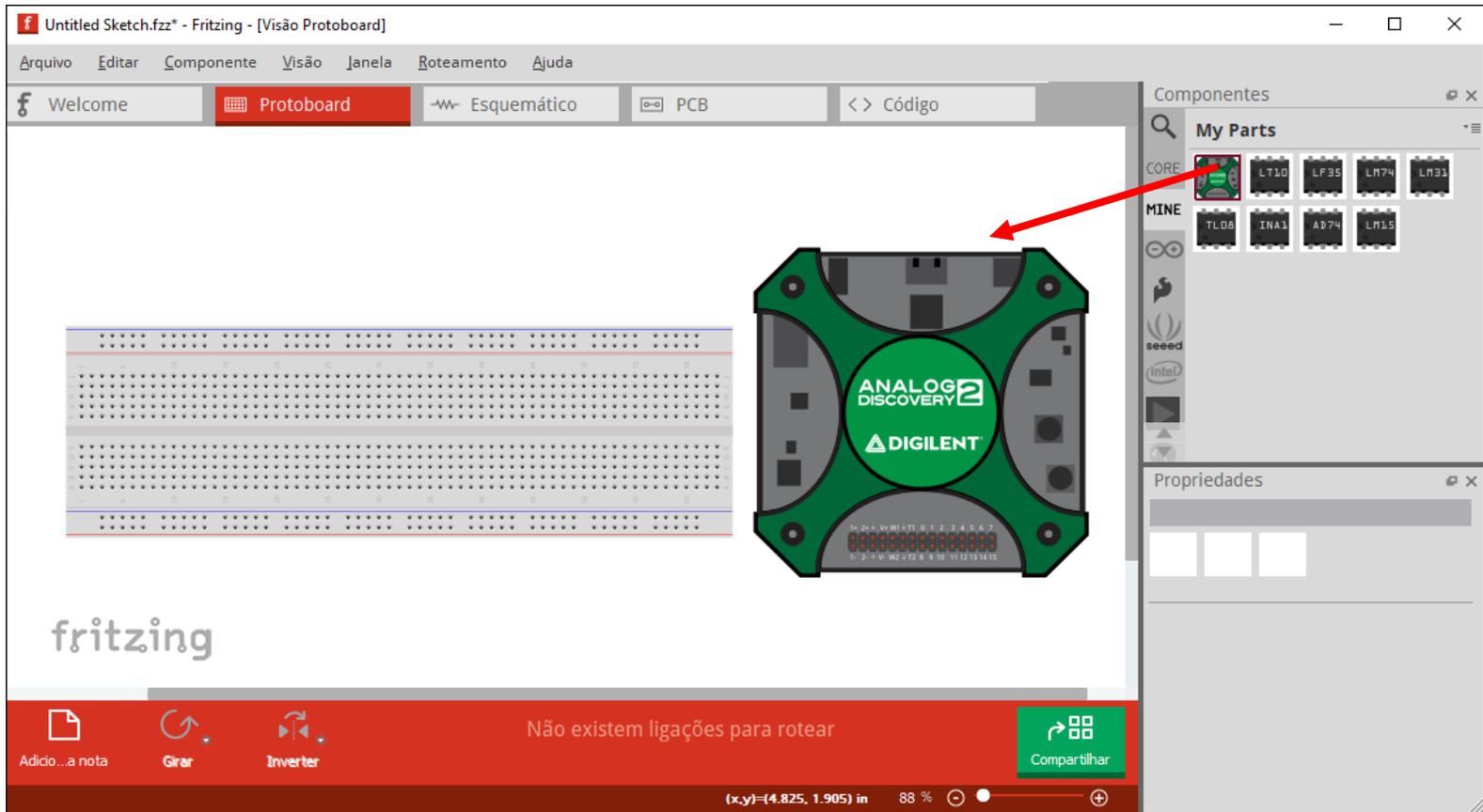
fritzing

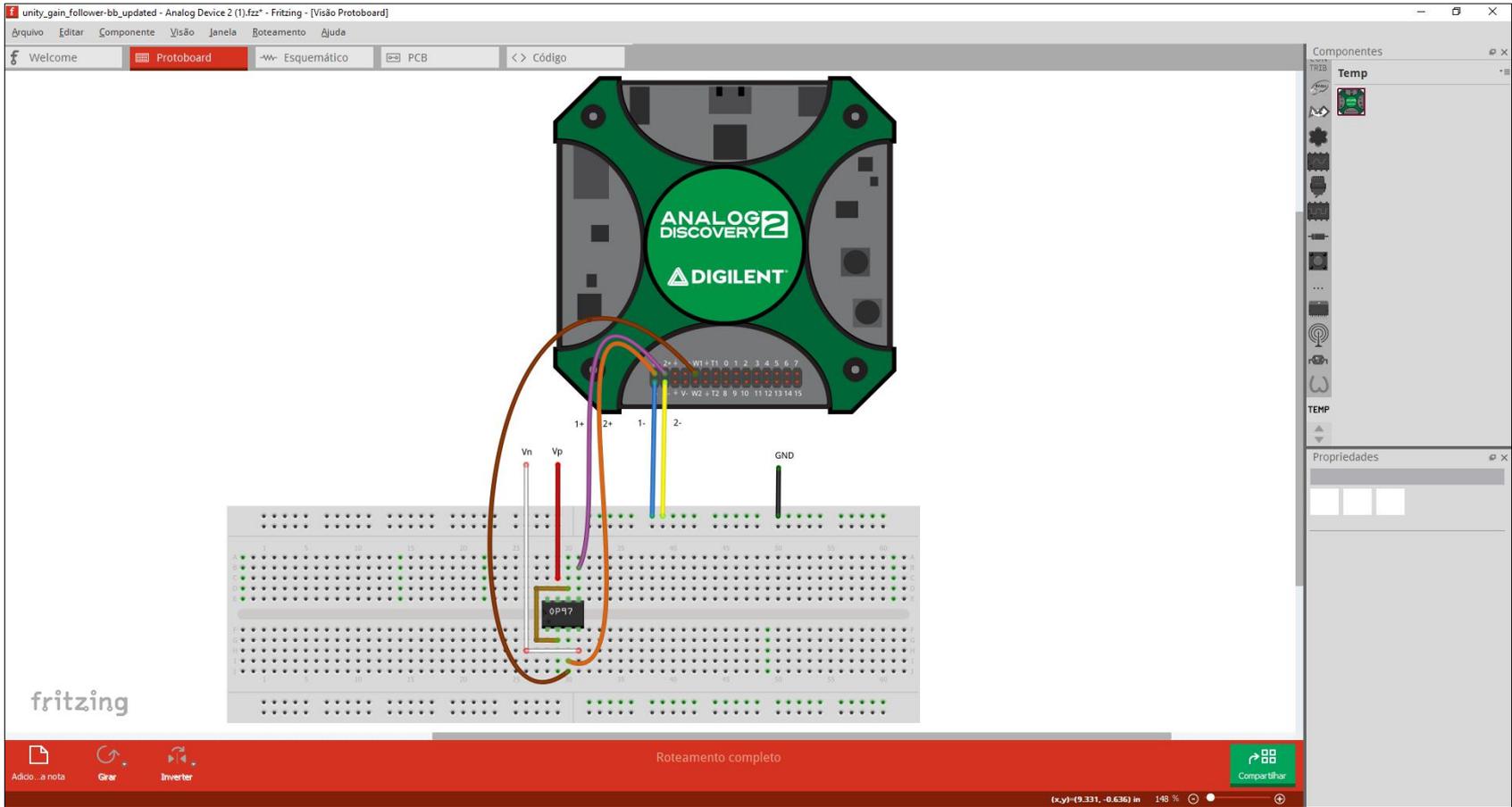
Adico...a nota Girar Inverter

Não existem ligações para rotear

Comparar thiar

18/06/2020



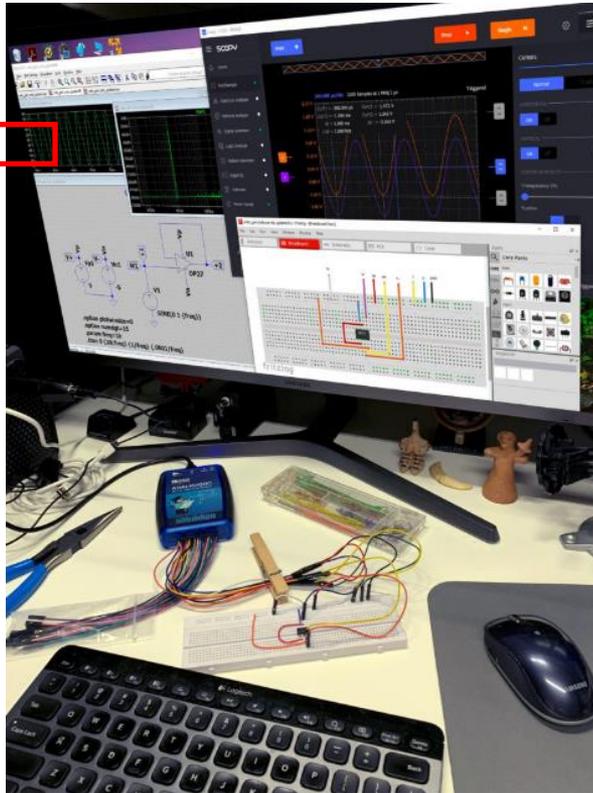




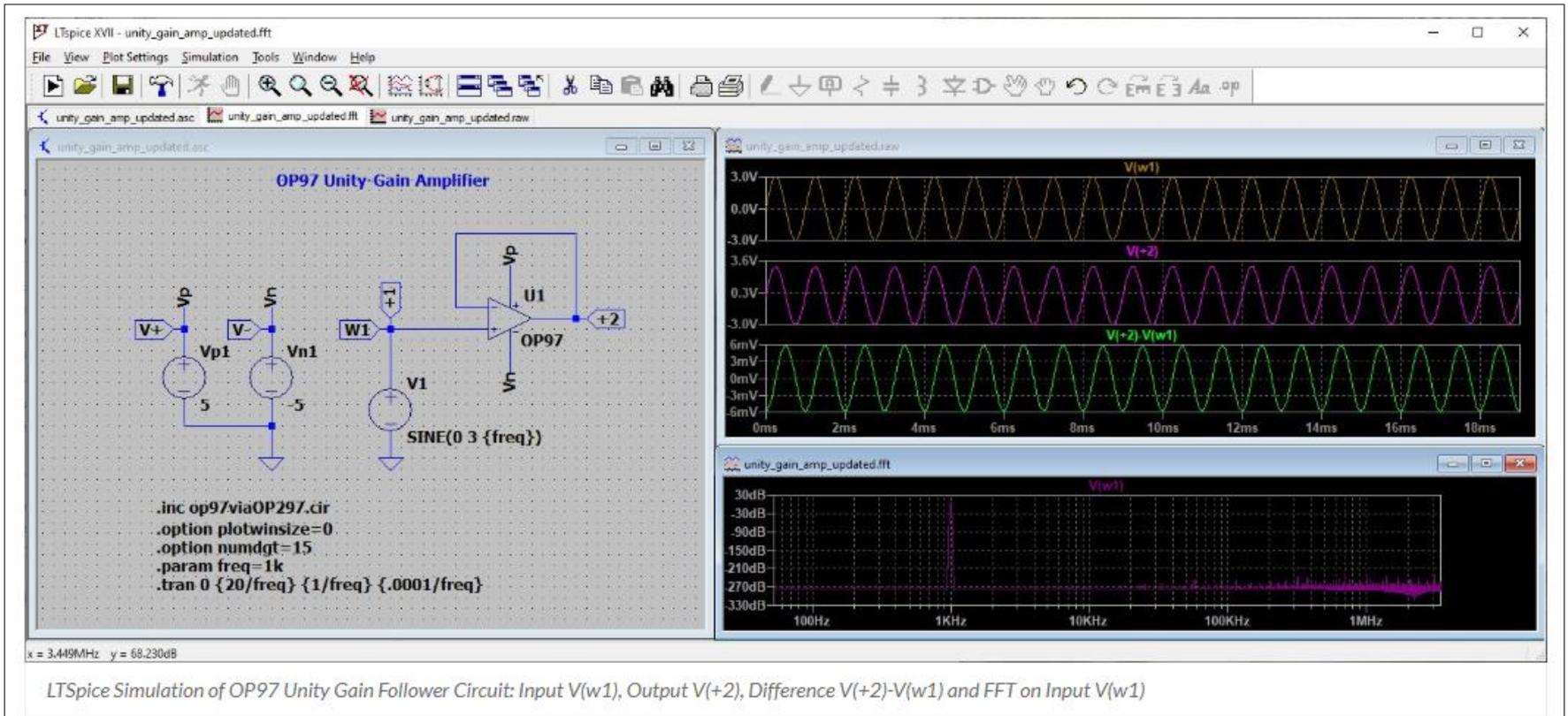
ADALM2000

Advanced Active Learning Module

Simulação de Circuitos (LTSpice)



LTSpice (Simulator Circuit)





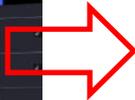
ADALM2000

Advanced Active Learning Module

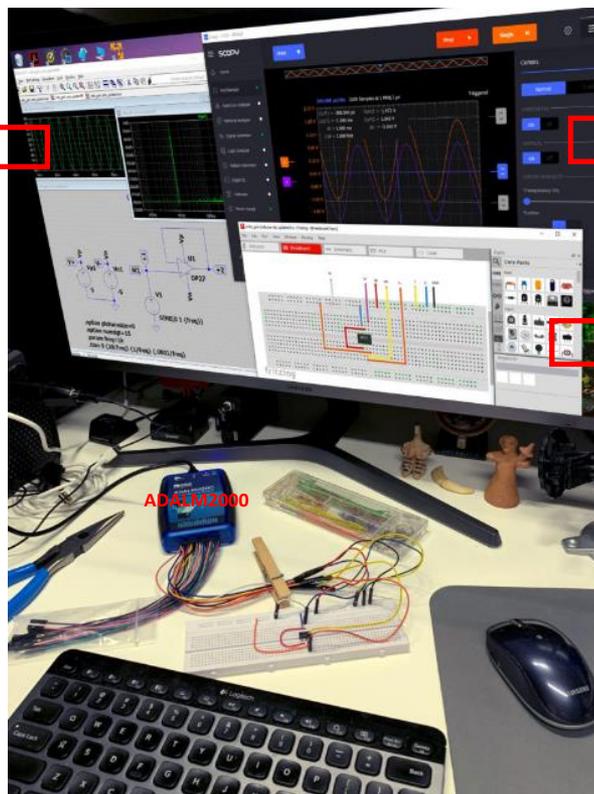
Simulação de Circuitos (**LTSpice**)

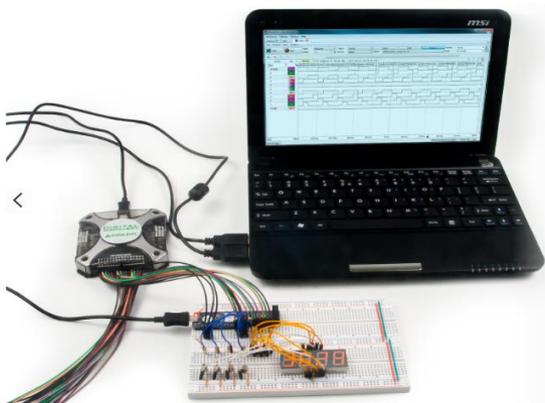
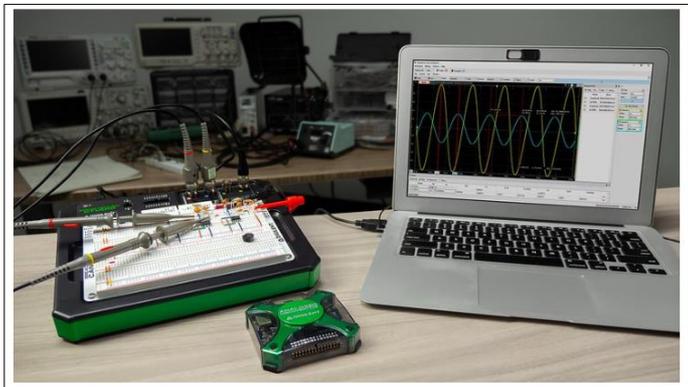


Simulação de um Osciloscópio no **ADALM2000 | Software Scopy** (Analog Devices | USA)



Simulação de Protoboard (**Fritzing**)

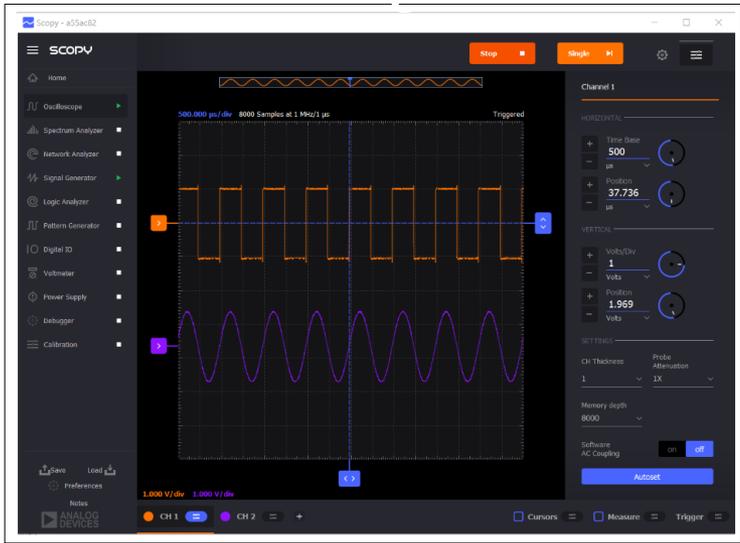






ADALM2000 | Advanced Active Learning Module

Oscilloscope



Spectrum

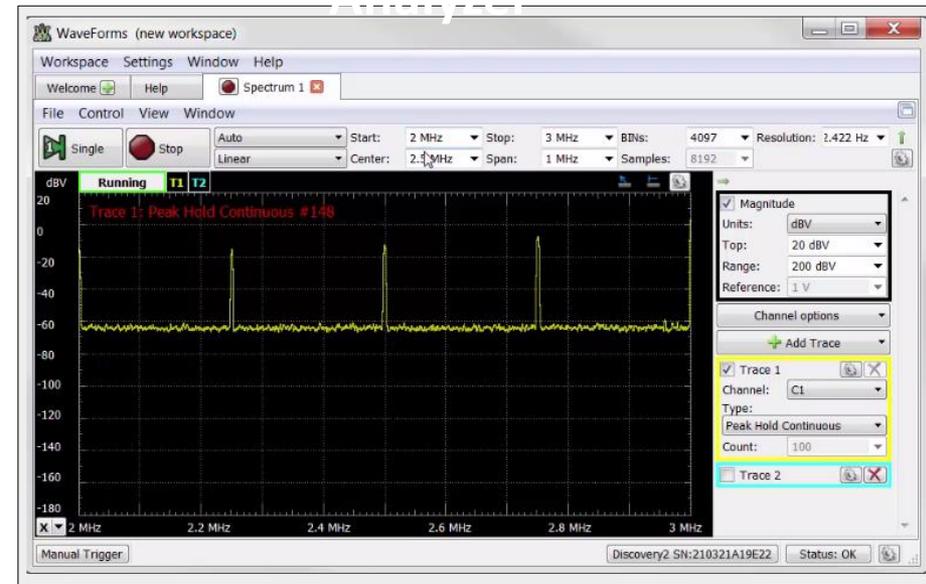




Oscilloscope



Spectrum



Tutorials

- **Analog Electronics**
- Mixed Signal Electronics Systems
- Signals and Systems

Analog Electronics

Table of Contents:

Operational Amplifiers:

1. Ideal Voltage Feedback (VFB) Op Amp ([MT-032](#))
 - I. Inverting Amplifier ([MT-213](#))
 - II. Inverting Summing Amplifier ([MT-214](#))
 - III. Half Wave Rectifier ([MT-212](#))
 - IV. Full Wave Rectifier ([MT-211](#))
2. Current Feedback (CFB) Op Amps ([MT-034](#))
3. Voltage Feedback Op Amp Gain and Bandwidth ([MT-033](#))
4. Open Loop Gain and Open Loop Gain Nonlinearity ([MT-044](#))
5. Bandwidth and Bandwidth Flatness ([MT-045](#))
6. Settling Time ([MT-046](#))
7. High Speed Voltage Feedback Op Amps ([MT-056](#))
8. Input Offset Voltage ([MT-037](#))
9. Total Output Offset Voltage Calculations ([MT-039](#))
10. Chopper Stabilized (Auto-Zero) Precision Op Amps ([MT-055](#))
11. Input Bias Current ([MT-038](#))
12. Input Impedance ([MT-040](#))
13. Power Supply Rejection Ratio (PSRR) and Supply Voltages ([MT-043](#))
14. Input and Output Common-Mode and Differential Voltage Range ([MT-041](#))
15. Common-Mode Rejection Ratio (CMRR) ([MT-042](#))
16. Outputs, Single-Supply, and Rail-to-Rail Topics ([MT-035](#))
17. Output Phase-Reversal and Input Over-Voltage Protection ([MT-036](#))

Instrumentation Amplifiers

1. Basic Two Op Amp In-Amp Configuration ([MT-062](#))
2. Basic Three Op Amp In-Amp Configuration ([MT-063](#))
3. In-Amp DC Error Sources ([MT-064](#))
4. Auto-Zero In Amps ([MT-067](#))
5. In-Amp Noise ([MT-065](#))
6. In-Amp Bridge Circuit Error Budget Analysis ([MT-066](#))
7. Difference and Current Sense Amplifiers ([MT-068](#))
8. In-Amp Input Overvoltage Protection ([MT-069](#))
9. In-Amp Input Radio Frequency Interference Protection ([MT-070](#))
10. [A Deeper Look into Difference Amplifiers](#)

Variable Gain Amplifiers (VGAs)

1. Precision Variable Gain Amplifiers ([MT-072](#))
2. High Speed Variable Gain Amplifiers ([MT-073](#))

Comparators

1. Comparator Basics ([MT-083](#))
2. Op Amps As Comparators ([MT-084](#))
 - I. Op Amps as Comparators ([PowerPoint Slides](#))

Logarithmic Amplifiers

1. Log Amp Basics ([MT-077](#))
2. High Frequency Log Amps ([MT-078](#))

Tutorials

- **Analog Electronics**
- Mixed Signal Electronics Systems
- Signals and Systems

Logarithmic Amplifiers

1. Log Amp Basics ([MT-077](#))
2. High Frequency Log Amps ([MT-078](#))

Analog Multipliers

1. Analog Multipliers Basics ([MT-079](#))
2. Mixers and Modulators Overview ([MT-080](#))

Sample / Hold Amplifiers

1. Sample-and-Hold Amplifiers ([MT-090](#))
2. Applying IC Sample-Hold Amplifiers ([AN-270](#))

Analog Switches and Multiplexing

1. Analog Switches and Multiplexers Basics ([MT-088](#))
2. Video Multiplexers and Crosspoint Switches ([MT-089](#))

Voltage References:

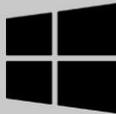
1. Voltage References ([MT-087](#))

Analog Circuit Simulation

1. Analog Circuit Simulation ([MT-099](#))
2. SPICE-Compatible Op Amp Macro-Models ([AN-138](#))



Tutorials



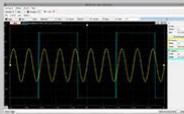
WaveForms Installation:
Windows



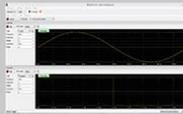
WaveForms Installation:
Linux



WaveForms Installation:
Mac



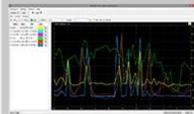
WaveForms Tool:
Oscilloscope



WaveForms Tool:
Waveform Generator



WaveForms Tool:
Power Supplies



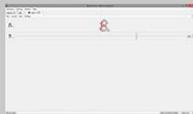
WaveForms Tool:
Data Logger



WaveForms Tool:
Logic Analyzer



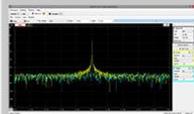
WaveForms Tool:
Pattern Generator



WaveForms Tool:
Static I/O



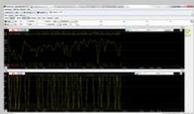
WaveForms Tool:
Network Analyzer



WaveForms Tool:
Spectrum Analyzer



WaveForms Tool:
Protocol Analyzer



WaveForms Tool:
Impedance Analyzer



WaveForms Tool:
Voltmeter



Calibration



Analog Discovery 2
Quick-Start
AD2
Quick-Start
Video Tutorials

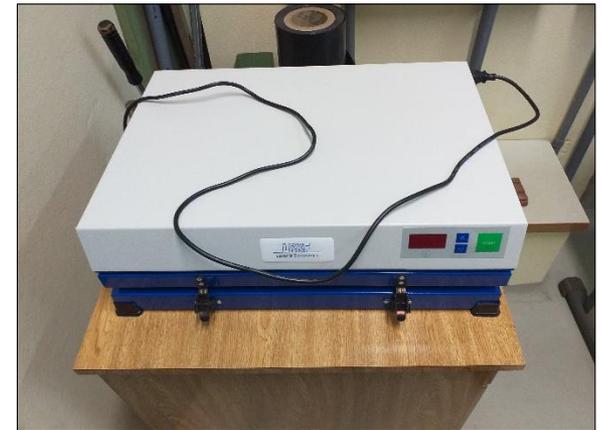
Infraestrutura de Ensino (SEL)

Rapid PCB Prototyping

Manufacturing of Prototype Printed Circuit Boards

LDS Prototyping **Circuit Board Plotter** **Laser Circuit Structuring** **Through-Hole Plating** **Multilayer** **Solder Masks/ Legend Printing** **SMT Assembly**

Sistema de Prototipagem de PCB ([LPKF](#) – Alemanha)





Preocupações e Fluxo de Prototipagem em um Projeto de Placa de Circuito Impresso



Assistir m...



Compartilh...

Preocupações e Fluxo de Prototipagem em um Projeto de Placa de Circuito Impresso
Semana da Integração da Engenharia Elétrica 2019
Palestrante - Bruno Ferreira
Parte 01

SIEEL
2019

USP **ufscar**

MAIS VÍDEOS



0:01 / 1:16:52



YouTube





Preocupações e Fluxo de Prototipagem em um Projeto de Placa de Circuito Impresso



Assistir m...



Compartilh...

Preocupações e Fluxo de Prototipagem em um Projeto de Placa de Circuito Impresso
Semana da Integração da Engenharia Elétrica 2019
Palestrante - Bruno Ferreira
Parte 02

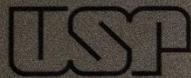
SIEEL
2019

USP **ufscar**

MAIS VÍDEOS

0:01 / 1:43:42

YouTube



Departamento de
Engenharia Elétrica
e de Computação

Laboratório Aberto Inovação e Empreendedorismo

O Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo agradece a **CISTEK** e a **BK Precision Electronic Test Instruments** pela doação dos equipamentos que deram início à implantação do primeiro **Laboratório Aberto**, destinado ao desenvolvimento de projetos de iniciativa dos alunos de graduação, com o objetivo de estimular a inovação e o empreendedorismo.

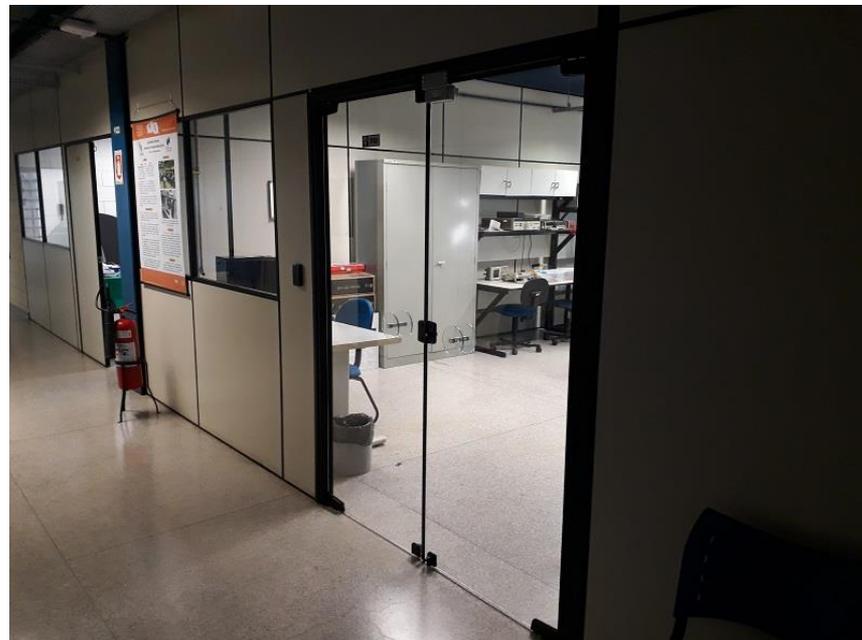
Novembro de 2016



LA-SEL
(Nov/16)



LA-SEL





3ª Conferência
de Graduação
da Universidade
de São Paulo



Laboratório Aberto (Inovação e Empreendedorismo)

Prof. Dr. José Marcos Alves



OBJETIVOS

O "Laboratório Aberto - Inovação e Empreendedorismo" (LA-SEL) do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação (EESC) da EESC-USP foi inaugurado em Fevereiro de 2016. Este laboratório foi criado para proporcionar ao aluno de graduação e pós-graduação:

- i) Disponibilizar uma completa infraestrutura de equipamentos de teste e medição, aquisição de dados, softwares de simulação de circuitos eletrônicos e eletrônica e de impressão 3D para apoiar os alunos de graduação e pós-graduação;
- ii) Promover a integração do ensino de graduação com o ambiente empresarial através da busca de soluções para a melhoria da infraestrutura do LA-SEL e de realização de cursos de treinamento ministrados por empresas.

CARACTERÍSTICAS

- Um sistema eletrônico para coleta, monitoramento e acesso de dados do LA-SEL, o qual oferece todas as informações de interesse concernente ao laboratório, gerenciamento de uso, custos, ...;
- O LA-SEL, por incluir dois alunos e dois técnicos, promove a interação direta com o aluno para o desenvolvimento da formação em engenharia eletrônica. Essas atividades são focadas em HD e desmontagem no site para geração de um banco de dados educacionais;
- A infraestrutura do LA-SEL, instalada em teste e medição, softwares, ... pode ser usada por empresas e instituições que, no mundo empresarial, produzem benefícios para a área de graduação. Várias instituições interessadas por essas empresas foram divulgadas no site do LA-SEL. Empresas podem se interessar em contato com o LA-SEL, através da comunicação com e-mail ou pessoalmente.
- Todos os usuários se comprometem a manter o laboratório sempre disponível e em uma condição de alta eficiência do LA-SEL, que deve continuar a ser desenvolvido e a ser utilizado pelo LA-SEL.

INSTALAÇÕES



LA-SEL, infraestrutura e equipamentos de teste e medição doados pelas empresas CITEK Equipamentos de Medição e TMA Precision Brasil.

RESULTADOS

O LA-SEL tem sido utilizado em projetos de graduação e pós-graduação. Um exemplo de projeto de inovação e empreendedorismo é o "LAÇOS DE MICROSCÓPIA À DISTÂNCIA" desenvolvido por alunos de graduação para a criação de uma empresa. Os laços são realizados por uma rede de parâmetros e parte da área de diversas instituições de saúde. Alunos de graduação e pós-graduação utilizam os equipamentos de teste e medição doados por empresas e impressora 3D para a realização de seus projetos.

CONCLUSÃO

As contribuições do LA-SEL para a formação em graduação e pós-graduação são muito importantes pois de sempre de acordo com o TCC na graduação, porém na área de infraestrutura do LA-SEL.

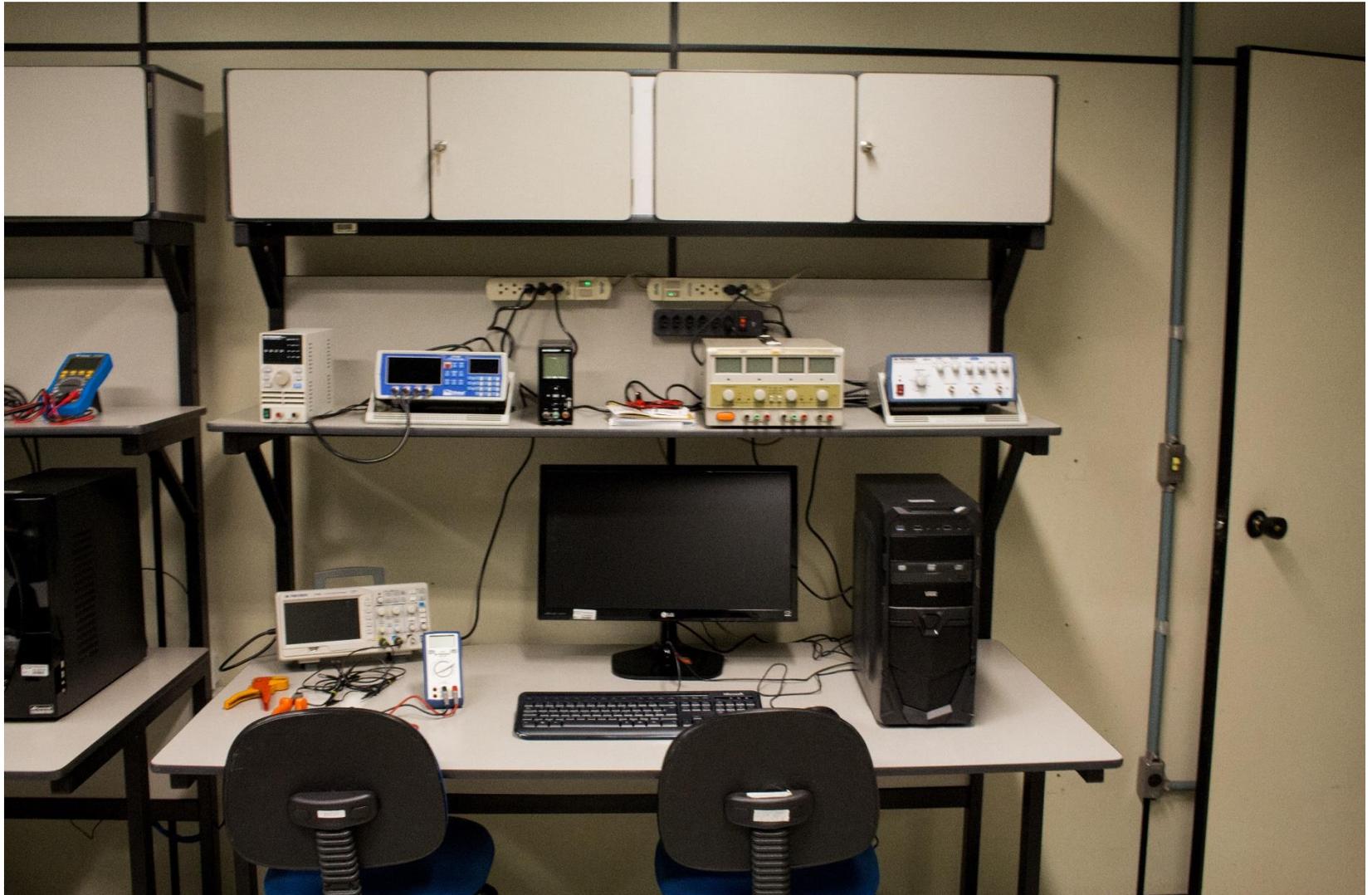
LA-SEL



LA-SEL



LA-SEL

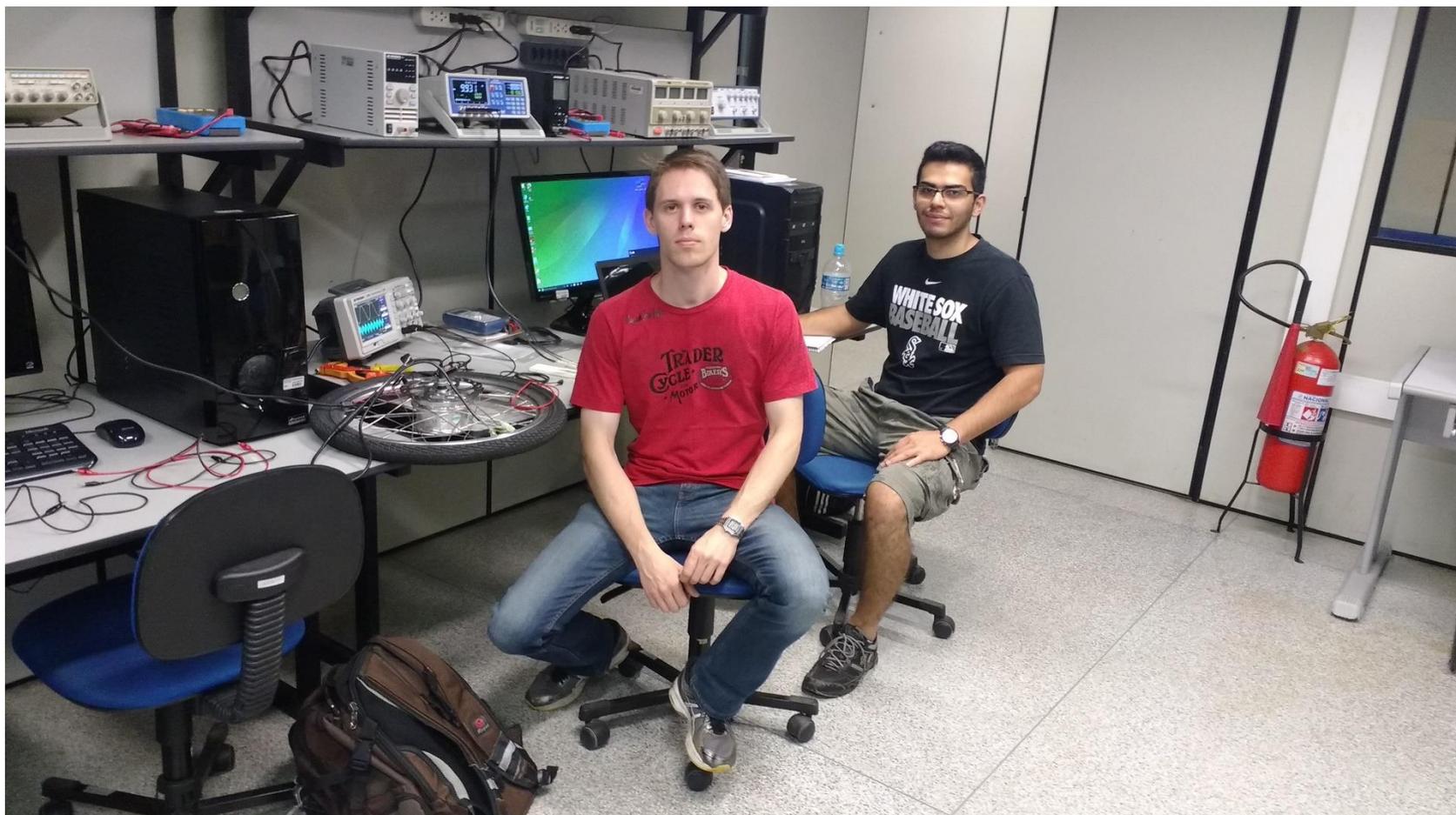


LA-SEL



LA-SEL

1º Acesso
(Nov/16)



Avaliação

Nota Final = Média das Notas dos Relatórios

$$\text{Nota Relatório} = \frac{4C + 3A + 3R}{10}$$

Tabela 1

Critério	(Peso)
Conteúdo (C)	4
Apresentação e Formatação (A)	3
Redação (R)	3

**Ambiente
das Aulas**

<https://edisciplinas.usp.br/acessar/>

DISCIPLINAS DA USP

Ambiente virtual de apoio à graduação e pós-graduação

ACESSO

Buscar pelo NOME, SIGLA, ANO ou SUMÁRIO



Uso de Dashboards em Disciplinas de Graduação



Tela inicial da versão do DashGen (Projeto PEEG 2021 – 2022)



Fazer cadastro Entrar

Entrar

Email

Senha

[Mostrar senha](#)

Entrar

[Esqueci minha senha](#)

Ainda não tem uma conta? [Fazer cadastro](#)

Tela inicial da versão do DashGen (Projeto PEEG 2021 – 2022)



Bem-vindo(a) de volta!



O que você deseja criar hoje?

DASHBOARD DE CURSO (YOUTUBE)

Crie aulas com uma playlist do YouTube (com material de apoio).

Criar

DASHBOARD DE CURSO (KNOWMIA)

Crie aulas com vídeos do Knowmia (com material de apoio).

Criar

DASHBOARD DE PLAYLIST

Crie uma aula com uma playlist do YouTube (sem material de apoio).

Criar

DASHBOARD DE VÍDEO

Crie uma aula com um vídeo do YouTube (sem material de apoio).

Criar

Engenharia de Computação - Eletrônica Aplicada - 10º Bimestre

Aulas

- Eletrônica Aplicada - Aula 01 - O Diodo em circuitos de corrente contínua
- Eletrônica Aplicada - Aula 02 - O Diodo em Circuitos de Corrente Alternada
- Eletrônica Aplicada - Aula 03 - O comportamento do diodo em função da frequência
- Eletrônica Aplicada - Aula 04 - O transistor bipolar de junção (TBJ)
- Eletrônica Aplicada - Aula 05 - A polarização do transistor bipolar de junção (TBJ)
- Eletrônica Aplicada - Aula 06 - O transistor de efeito de campo (FET)
- Eletrônica Aplicada - Aula 07 - O transistor FET operando com chave
- Eletrônica Aplicada - Aula 08 - Amplificadores

Eletrônica Aplicada - Aula 01 - O Diodo em circuitos de corrente contínua

Qual a corrente no diodo D1? 2a LK: $V_{cc} = V_{R1} + V_D$

vale lei de Ohm: $V_{R1} = R_{R1} \times I_D$

vale: $I_D = I_S (e^{V_D/nV_T} - 1)$

ou $V_D = nV_T \ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right)$

Então $V_{cc} = R_{R1} I_D + nV_T \ln\left(\frac{I_D}{I_S} + 1\right)$

$12V = 2,682k\Omega \times I_D + 36,25,8mV \cdot \ln\left(\frac{I_D}{2,682nA} + 1\right)$

$V_D = 0,647V$

Watch on YouTube

Exemplo de dashboard de uma playlist de vídeos do YouTube

How does an Electric Motor work? (DC Motor)

Capítulos do vídeo

- Intro
- Circuits
- Magnets
- Electromagnets
- Improvements to Electric Motor
- Commutator and Brushes
- Improving Torque
- Devices with Motors
- Brilliant

How does an Electric Motor work? (DC Motor)

Electric Motor

Watch Later Share

Watch on YouTube

Exemplo de dashboard de um vídeo com capítulos do YouTube

Expressão Escrita e Comunicação Oral

Importância da Expressão Escrita e da Comunicação Oral

Reproduzir (k)



EESC • USP

▶ 🔊 0:01 / 9:47

Comissão de Graduação



Expressão Escrita

Relatórios de

Laboratórios