

Instrumentação Eletrônica - Atividade Prática I

AMPLIFICADOR INVERSOR

Gilberto . Oliveira, Jr
Centro Universitário Uninter
Estrada de Sto Antônio – CEP: 76805-696 – Nº 3701 – Triângulo
Condomínio Bosques do Madeira - Porto Velho – Rondônia - Brasil
e-mail: giljr.2009@gmail.com

Resumo. Neste trabalho abordamos a prática de amplificadores operacionais inversores. Utilizamos o LM358P que é um circuito integrado que contém dois amplificadores operacionais independentes de alto ganho e baixa potência, sendo considerado um amplificador operacional de canal duplo com alto ganho e compensação de frequência interna. Especificamente o utilizamos na função de amplificador inversor.

Palavras chave: (LM358P, opamp, amplificador operacional, ondas senoidais, quadradas, serra, ganho, terminal inversor e não-inversor)

Introdução

Um amplificador operacional, ou op-amp abreviado, é fundamentalmente um dispositivo de amplificação de tensão de alto ganho acoplado a Corrente Contínua (CC). Eles são idealmente projetados para condicionamento de sinal, amplificação CC, filtragem e para serem usados com componentes de feedback externos, como capacitores e resistores entre sua saída e terminais de entrada.

O op-amp desempenha funções diferentes dependendo de sua configuração de feedback, seja ele resistivo, capacitivo ou ambos, pois pode ser usado amplificador diferencial ou integrador.

Seguem algumas de suas características:

- Não há necessidade de alimentação separada para o op-amp;
- Dois op-amps, compensados internamente, podendo usar os dois op-amp ao mesmo tempo ou apenas um, conforme a necessidade;
- Dreno de energia adequado para operação com bateria;
- Elimina a necessidade de suprimentos duplos;
- Permite detecção direta perto de GND e VOUT;
- Bloco de ganho DC devido ao qual tem interferência mínima aos sinais de RF;
- Condicionamento geral de sinais porque pode ser usado como comparador para comparar dois sinais;
- Amplificadores transdutores podem converter sinais sonoros em sinais elétricos;
- Amplificação geral do sinal;
- Filtros ativos que removem o ruído do sinal;
- Transmissores de loop de corrente de 4 a 20mA;
- Pode ser usado como integrador, buffer, diferenciador, somador, seguidor de tensão, etc

Procedimento Experimental

Nesse experimento preparamos o *BOM - Bill Of Material* conforme a lista abaixo:

Qte	Material Utilizado	Laboratório
1	LM358P	Boole
2	Resistores (1K e 2K2)	Edison
1	Osciloscópio/ Analisador Lógico Hantek 6022BL	Boole
1	Fonte Simetrica (± 12V)	Edison
1	Protoboard 830 Furos e Jumpers Diversos	Edison
1	Gerador de Funções (DDS Function Generator V. 2.21)	Boole
1	Laptop DELL Core i7 (Windows 10)	Próprio
1	Samsung S73 - para fotografias	Próprio

Bom 1 - Para montagem da bancada apresentamos Gráfico Feito com o Fritzing (<https://fritzing.org/>):

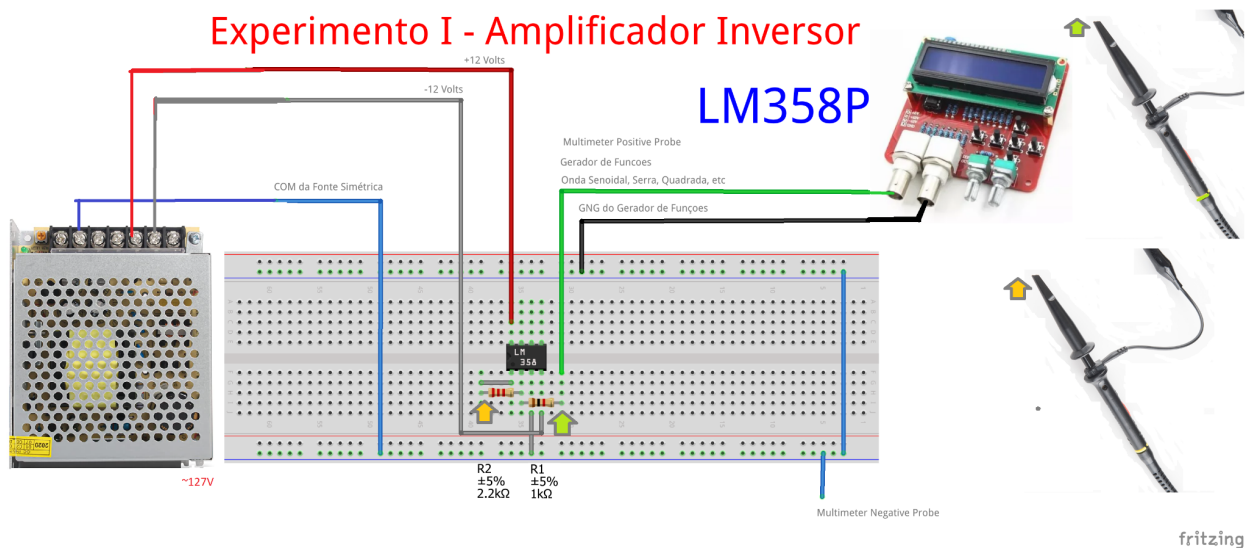


Gráfico 0 - Experimento I - Amplificador Inversor com LM358P - Perceba as marcações das setas coloridas para aferição das entradas e saídas do CI. Os aparelhos apresentados são: Gerador de Funções - DDS Function Generator V2.1 e Fonte Chaveada 15a 12v 180w Bivolt.

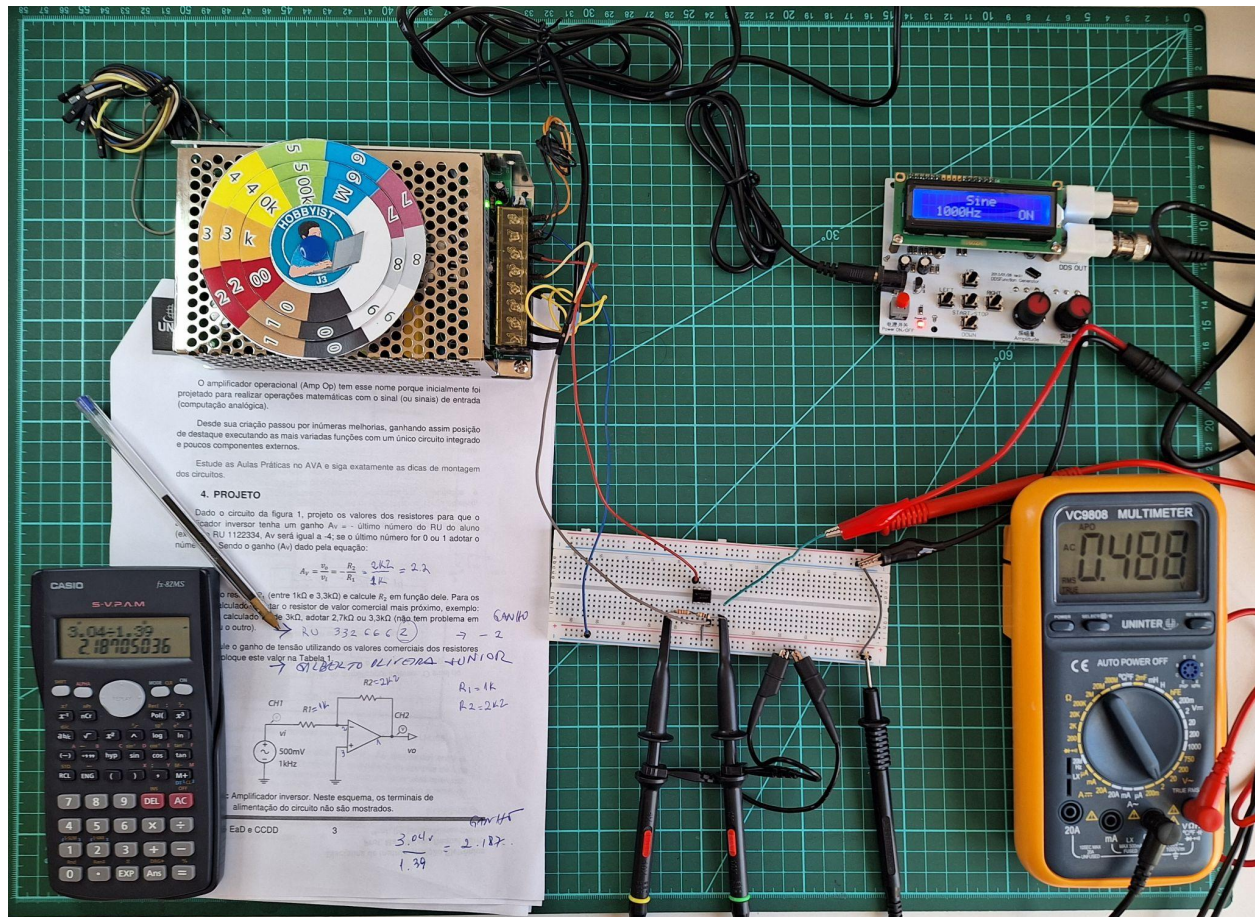
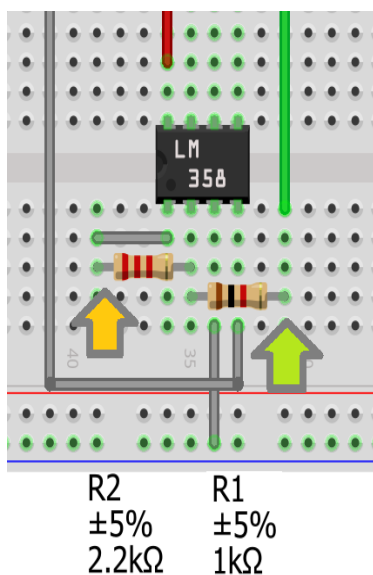
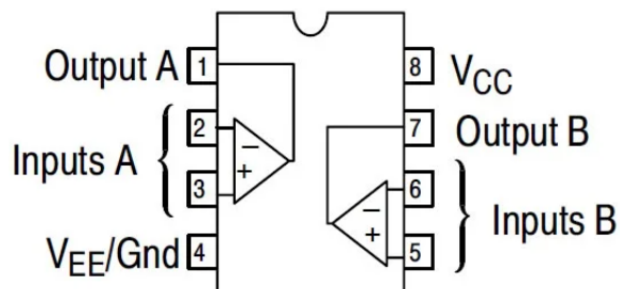


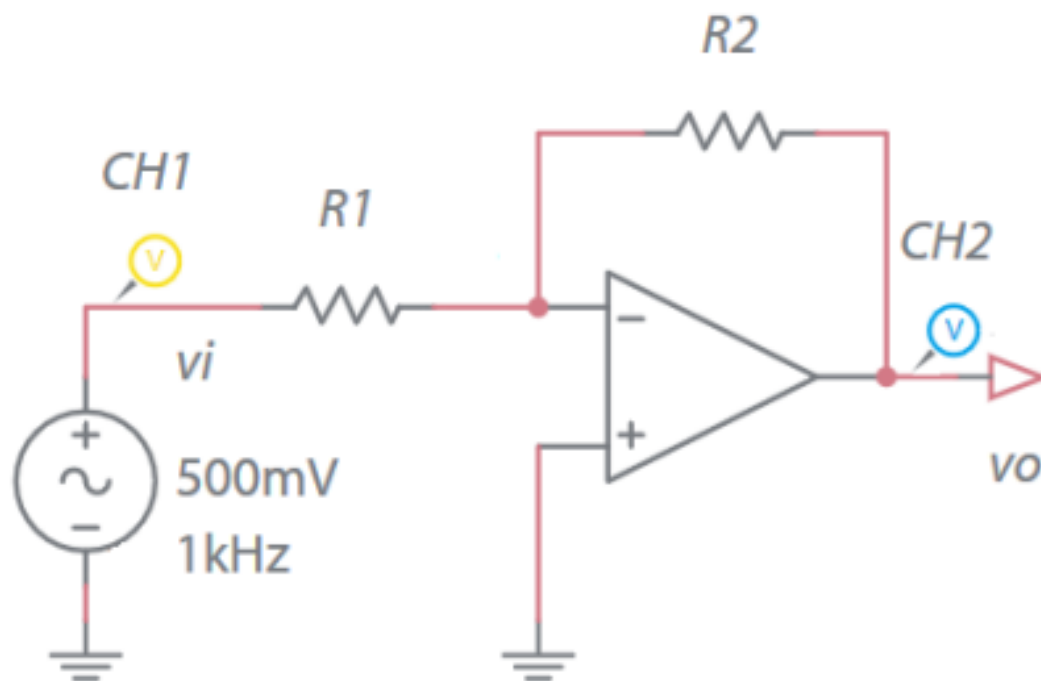
Foto 1 - Apresentação da Bancada Real - As colorações da fiação foram cuidadosamente representadas no gráfico acima, dessa forma a replicação do experimento é facilitada. Perceba que a onda senoidal de 1000 Hz tem uma tensão de aproximadamente 500 mV (0.488V na marcação do Multímetro Uninter VC9808).



A Pinagem do LM358P vai de 1 a 8. Os pinos que utilizamos são:

- Pino 1** - Saída (Probe amarelo do Oscilador verifica essa porta)
- Pino 2** - Entrada Inversora do Sinais de Ondas (Probe verde - Ondas Senoidal, Quadrada, Serra)
- Pino 3** - Entrada Não-Inversora (GND)
- Pino 4** - -12 V
- Pino 8** - +12V





Esquemático 1 - Pinagem do LM358P e Esquemático : Resistores escolhidos $R1 = 1K$ e $R2 = 2K2$ - Sinal de 1 kHz (.5V)

Análise e Resultados

Seguimos passo a passo as especificações do trabalho.

Seguem as respostas às questões:

Após montagem da protoboard ligamos todos os equipamentos e anotamos as seguintes observações:

Respostas:

A) Quanto às pontas de prova, favor verificar conforme o Gráfico acima apresentado.

B) Apresentação dos Gráficos Gerados pelo Osciloscópio:

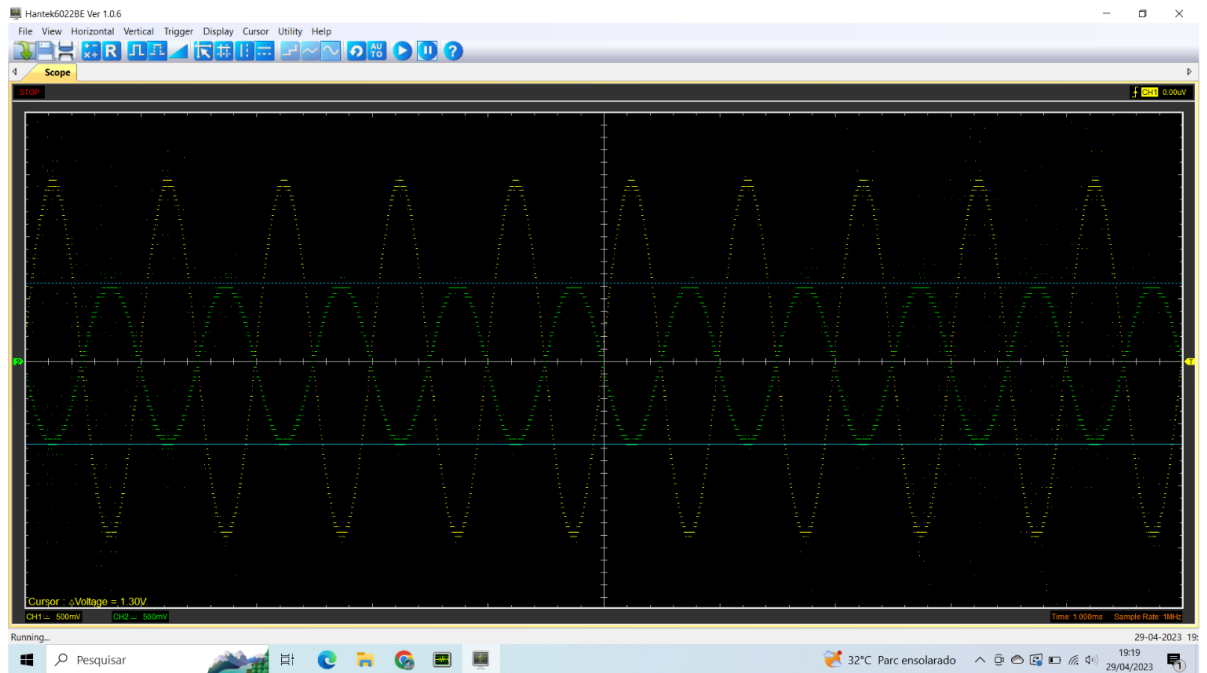


Gráfico 1 - Sinal Senoidal de Entrada 1.30 V combinado com o grafico 2 abaixo

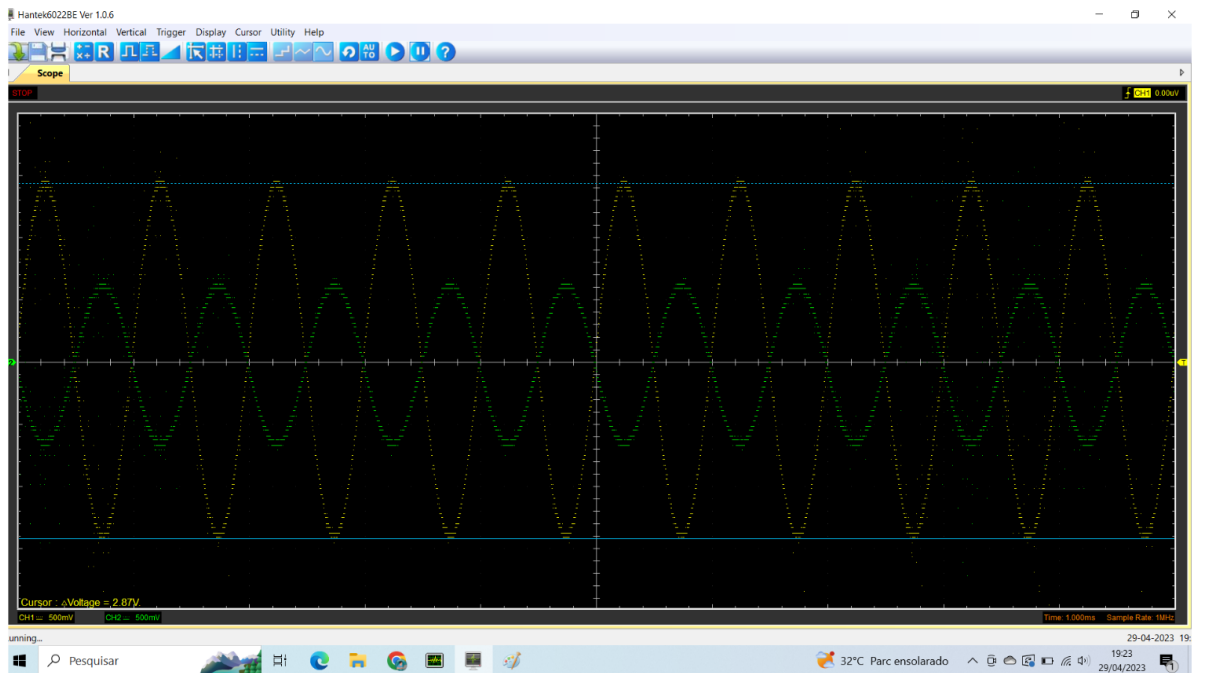


Gráfico 2 - Medicao do Sinal de Saída de 2.87 v perfazendo juntamente com a medida do Grafico 1 uma razao de $2.87 / 1.30 = 2.2076$ valor próximo ao desejável de 2.2 de ganho, visto de os resistores utilizados foram de 2k2 / 1k de ganho 2.2.

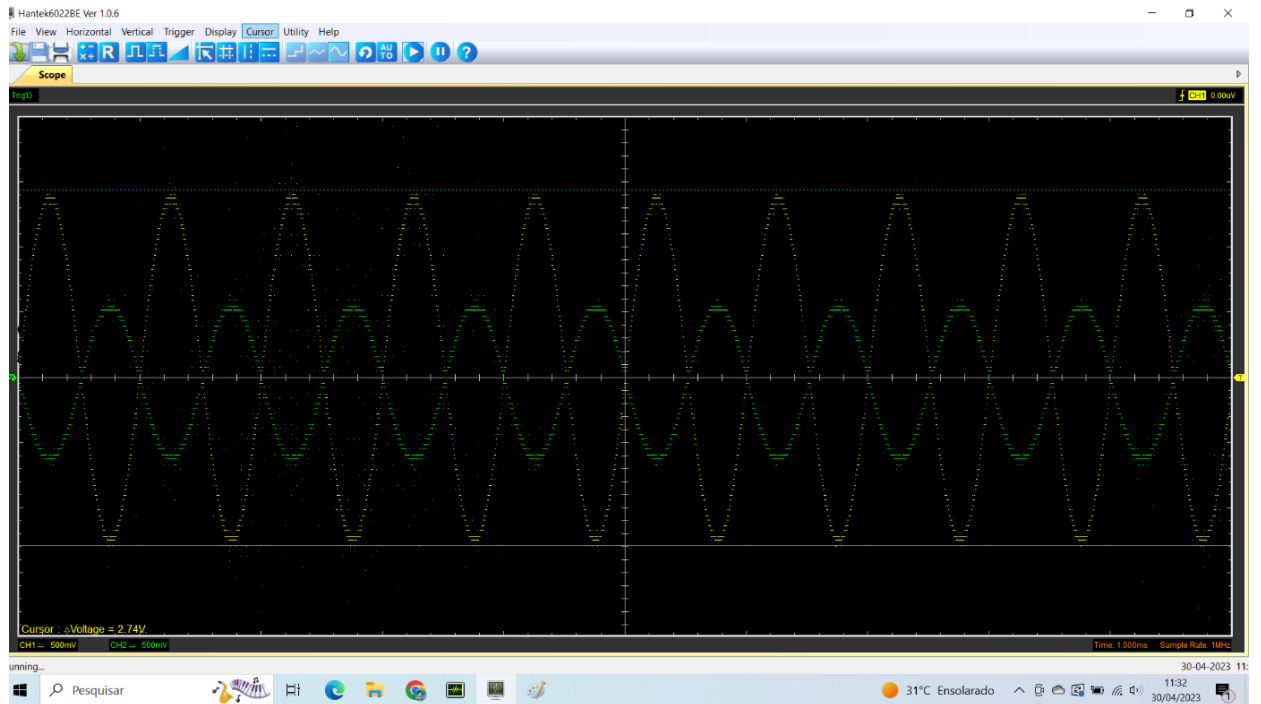


Gráfico 3 - Medicao do sinal de Saída de 2.7 v utilizado no calculo do ganho com o grafico 4 abaixo

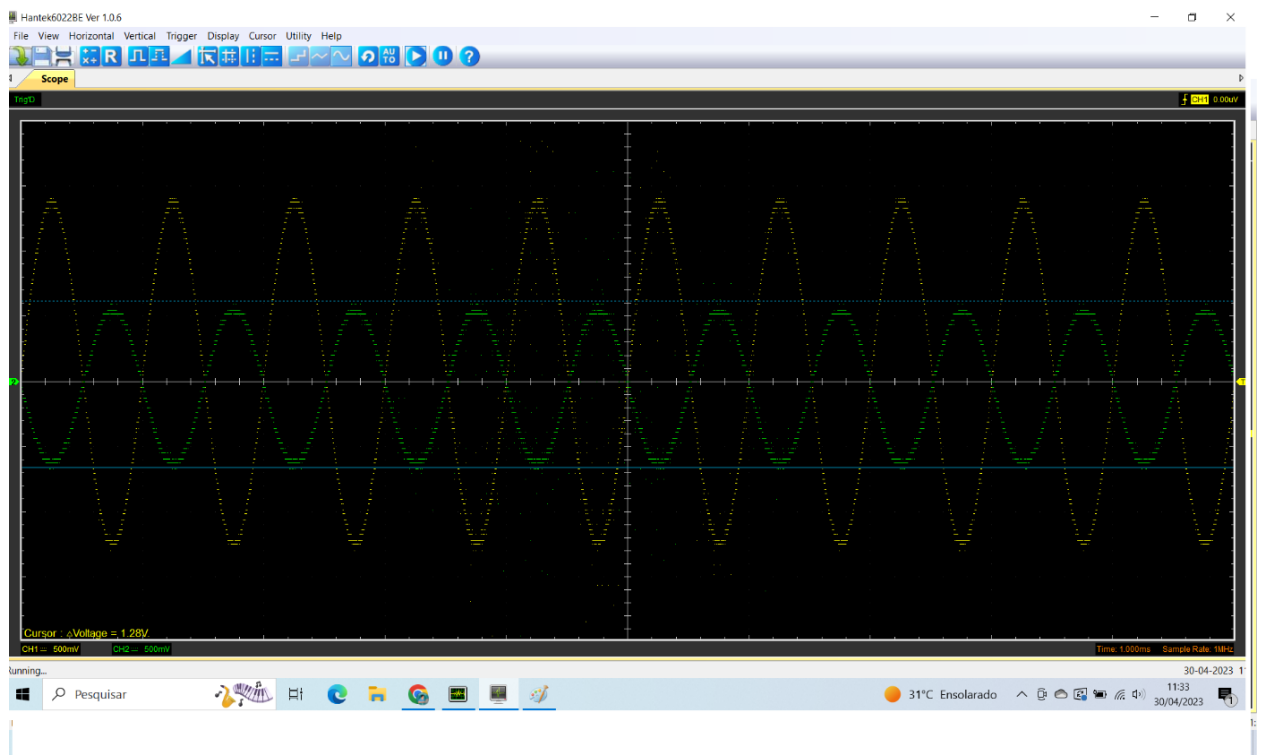


Gráfico 4 - Medicao do Sinal de Entrada de 1.28v, perfazendo com o Grafico 3 acima um ganho de $2.7 / 1.28 = 2.1092$, abaixo do esperado de 2.2 de ganho

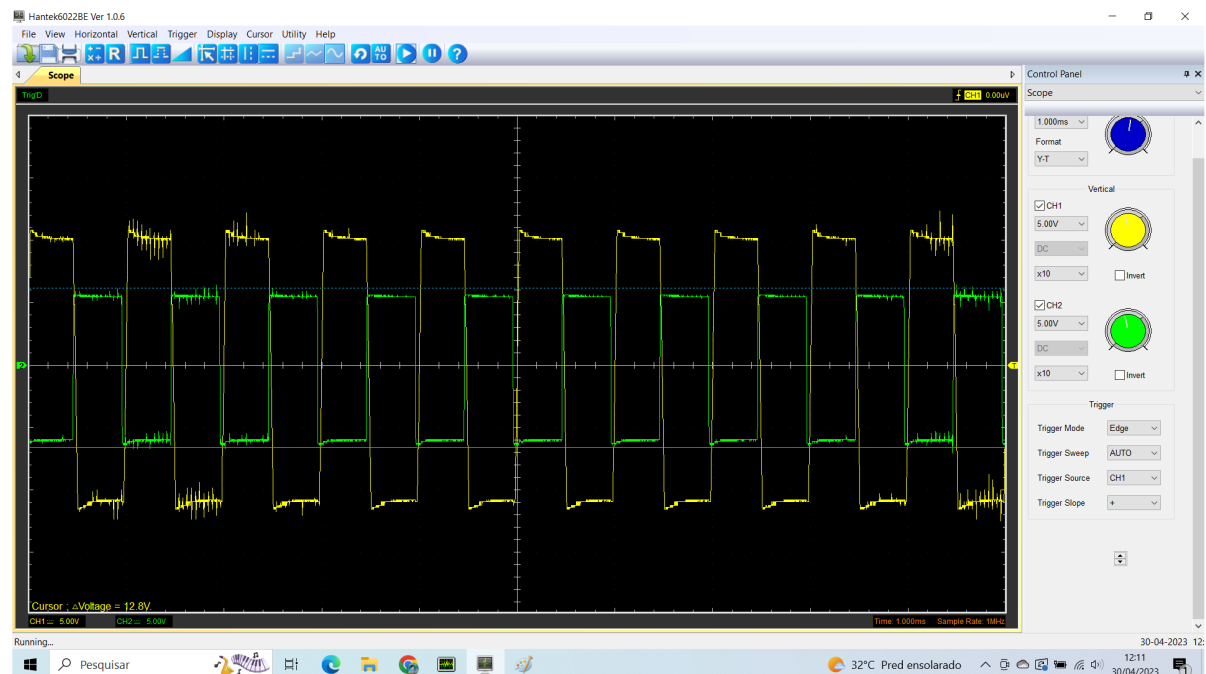


Gráfico 6 - Apresentacao da onda quadrada e os ganhos se equivalem.

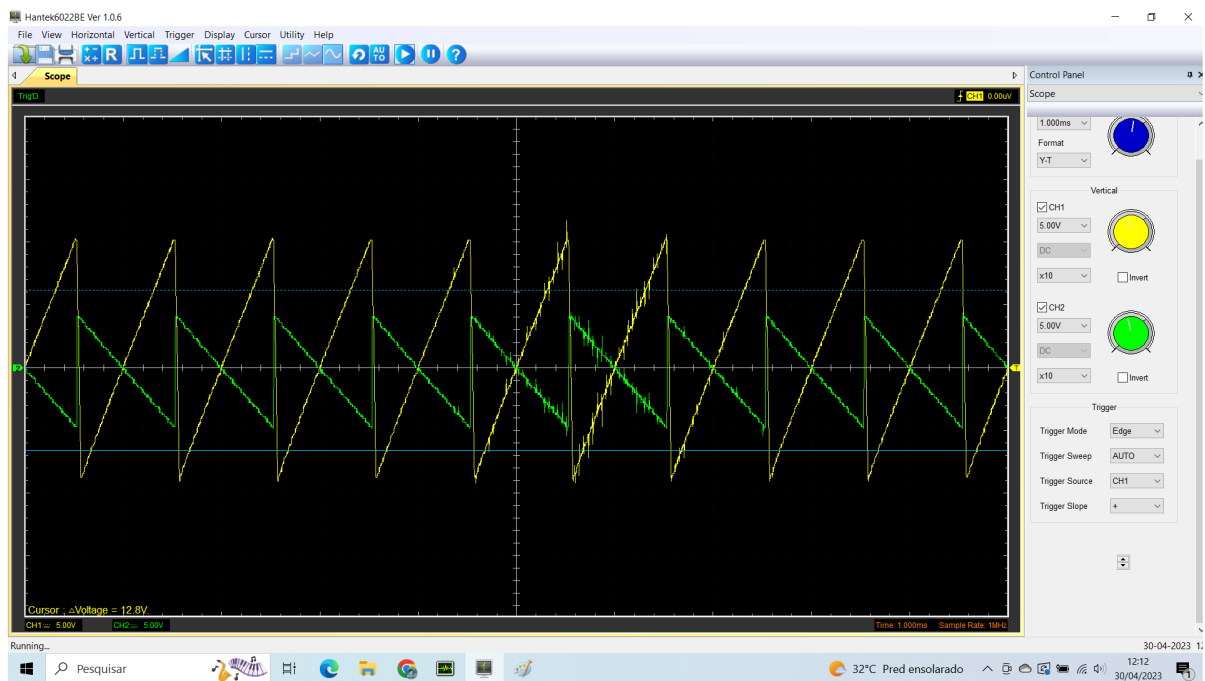


Gráfico 7 - Apresentacao da onda em Serra e a mesma constatacao da linearidade desse oeprador operacional : LM358P.

C) Tabela 1:

Medicao do Ganho	AV calculado $-\frac{R2}{R1}$	Av Medido $\frac{vo}{vi}$
	$-\frac{2k2}{1k} = -2.2$	$-\frac{2.74}{1.28} = -2.14$

D) Variando o formato das ondas e frequência anote as constatações. A resposta é linear?

Sim. Dentro da faixa de tensão máxima de saída o LM358 é decentemente linear. A faixa linear refere-se à extensão máxima possível da tensão de saída do amplificador operacional, que se estende entre o nível de saturação negativo, $-V_{cc}$ e o nível de saturação positivo, $+V_{cc}$.

Um amplificador operacional com feedback negativo aplicado a ele por meio de componentes lineares fornece amplificação linear. No entanto, existem certas aplicações de amplificadores especializados, nas quais um amplificador é necessário para processar seu sinal de entrada de uma maneira não linear definida.

E) Aumentando a amplitude do sinal o que ocorre com o sinal de saída?

Caso o sinal de entrada seja acima do máximo de + ou - 12V haverá o que, em aparelhagem de som, se chama clipagem.

O aumento do volume dissipa mais potência na saída do amplificador até o ponto que chega um limite de carga e o alto falante começa a clipar o som.

O que é o clipe? O clipe mostra nada mais nada menos que o seu equipamento de som chegou no limite.

No aparelho amplificador de som deve acender LED de clip avisando ao usuário.

E a partir daí começa a distorção do som (o que é desejável em festa de rock).

E o que acontece com a distorção do som? O sinal de saída começa a ceifar as pontas das ondas e isso é muito prejudicial para o alto-falante.

Veja, o auto-falante trabalha perfeitamente recebendo um sinal senoidal; esse trabalha tranquilo nesses sinais, subindo e descendo o cone e nesse, desce sobe, produz som harmônico e agradável, sem distorções.

Agora, suponha num show de rock, na animação, quando se coloca um sinal clipado de uma guitarra, percebe-se o que ocorre com o alto-falante.

O auto-falante acaba como se parando por alguns milésimos de segundos e nessa clipagem acaba recebendo a potência como se fosse um resistor; isso faz com que a bobina do alto-falante aqueça demais, gera harmônicos de alta frequência que não está no sinal original, deteriorando a vida útil do equipamento.

Essa clipagem é simulada no nosso simples circuito.

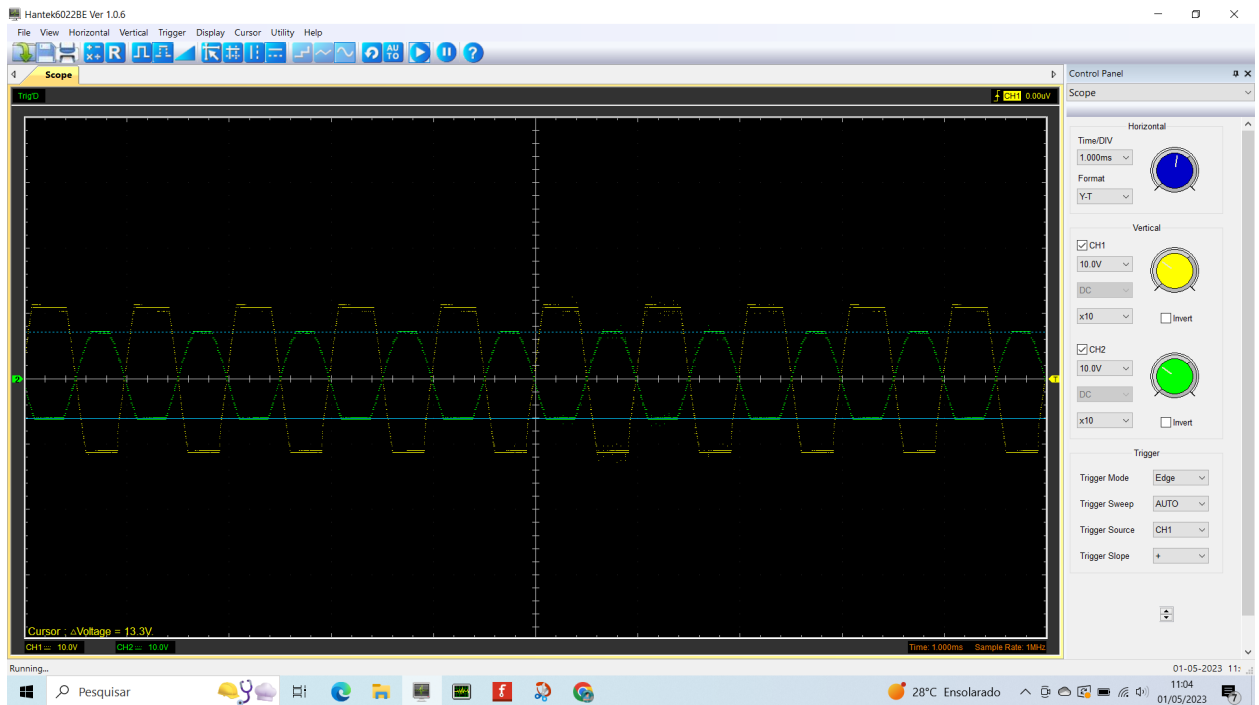


Gráfico 8 - Provocando a clipagem - Senoide 1000Hz (5.32 Volts de tensão) entrada clipada de 13.3V, alcançando...

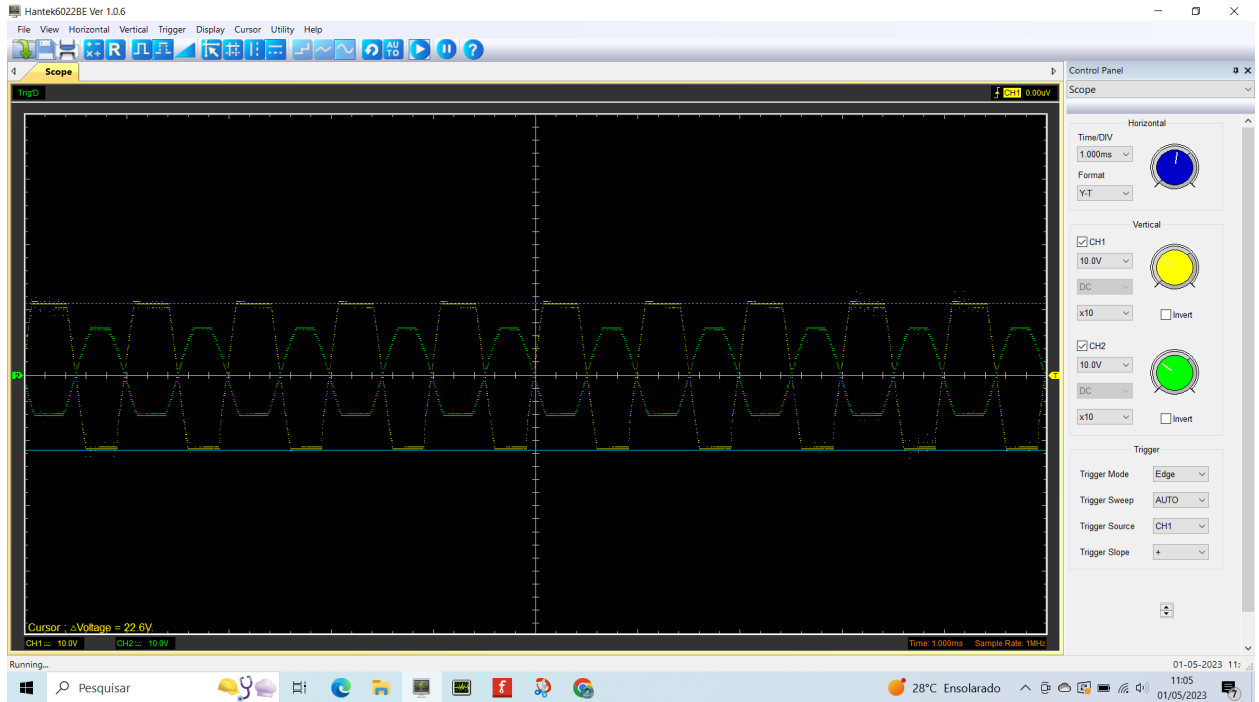


Gráfico 9 - Atingindo 22.6V de saída, perfazendo ganho de $22.6 / 13.3 = 1.6992$

F) Compare o ganho medido com o ganho calculado e explique o resultado.

Ao montarmos na protoboard o circuito real acabamos por sofrer interferências de diversas fontes.

O valor calculado de 2.2 vezes na prática não se verifica. O valor chega a 2.14 visto que depende das perdas diversas, pois não possuímos um isolamento perfeito para obter a mesma potência esperada; até porque nossos resistores tem especificação de 5%, ou seja, os valores nominais podem sofrer para mais ou para menos dissipação ou ganho, interferindo no cálculo puramente matemático.

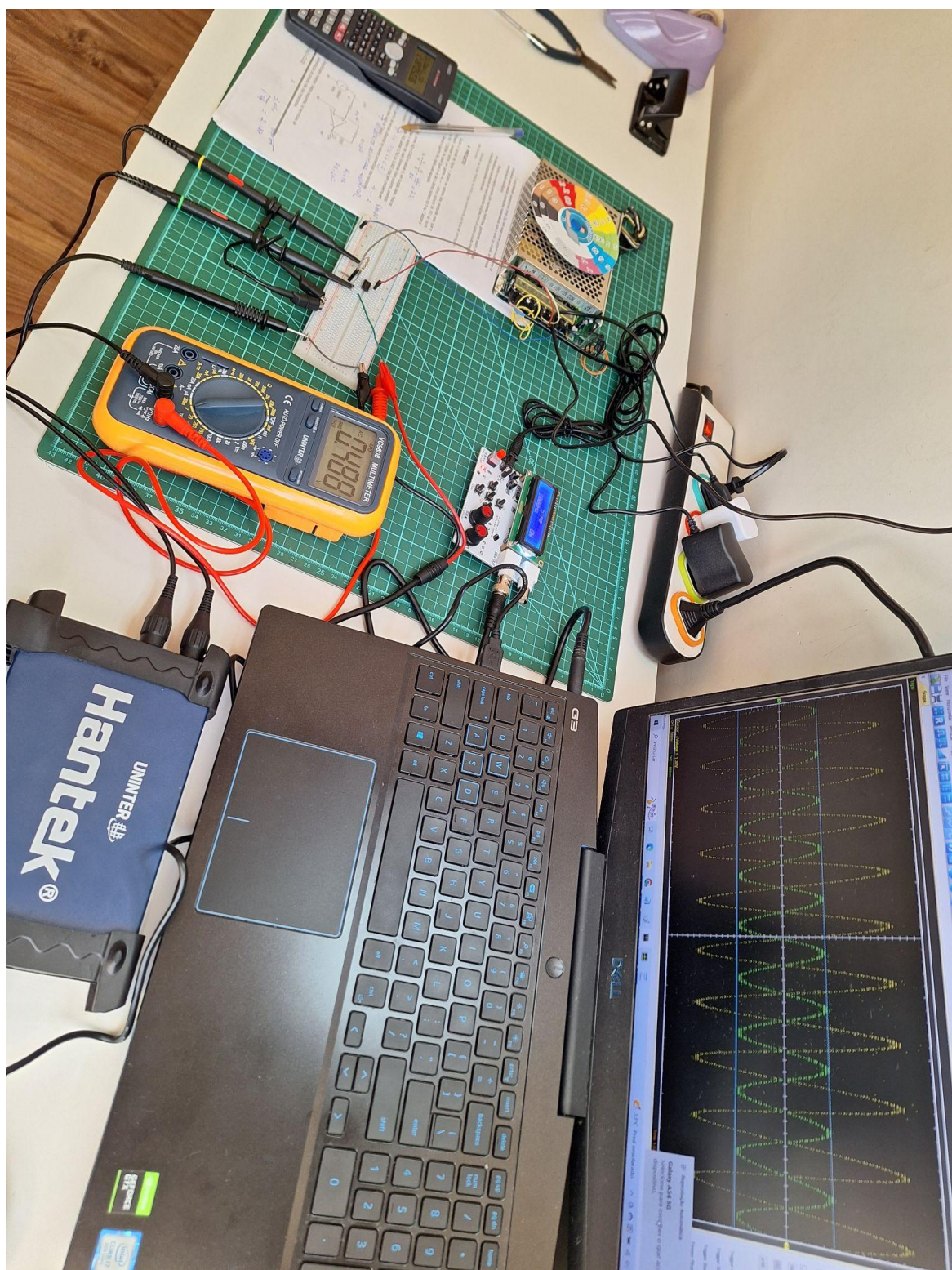


Foto 2 - Visão geral do Experimento apresentando a bancada juntamente com o computador. Perceba que a tomada é uma fonte de interferências 😞 porém o experimento em muito tem acrescentado o conhecimento desses magníficos *devices*: OpAmp 😊

Conclusão

Esse trabalho foi apresentado em abril de 2023 na Graduação para **Engenharia da Computação** em cumprimento da disciplina de **Instrumentação Eletrônica** ministrada pelos mestres **Ma Viviana Raquel Zurro** e **Prof. Dr. Felipe Neves Souza**.

A academia é a **Uninter - Escola Superior Politécnica** cuja sede é Curitiba - SC - Brasil.

O Experimento feito alcançou plenamente os objetivos propostos quais sejam: Projetar um Amplificador Inversor com o Operador Operacional LM358P e entender os sinais produzidos.

As medições foram feitas com o mais alto rigor acadêmico, bem como os registros, tanto gráfico como fotográfico, de forma a facilitar a replicação das constatações das veracidades das informações aqui contidas.

Um dos principais objetivos da **Instrumentação Industrial** é manter o controle do processo produtivo, seja em nível, volume, peso, densidade, vazão e outros. Se a sua medição é eficiente, você terá como resultado um maior rendimento da produção, pois os processos serão feitos sem interrupções.

Referências

- [1] Schnell, L. (editor) (1993). "Technology of Electrical Measurements. Ed. John Wiley & Sons, ISBN 0 471 93435 6.
- [2] Vogelgesang, R.(2004). "Lock-In Amplifier Theory". Encontrado em <http://www.nanoopt.org/images/stories/personalNotes/LockIn.pdf>, consultado em 05/11/2009.
- [3] INMETRO (2003) "Sistema Internacional de Unidades - SI". 8ª edição, Rio de Janeiro, ISBN 85-87-87090-85-2.
- [4] INMETRO (2009) "Vocabulário Internacional de Metrologia - Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM)". 3ª edição, disponível <http://www.inmetro.gov.br>