



PUC
CAMPINAS
PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

2ª MOSTRA DE TALENTOS DA GRADUAÇÃO

**Centro de Ciências Exatas,
Ambientais e de Tecnologias (CEATEC)**

Analizador de distorção Harmônica – Módulos Didáticos e de Baixo Custo

Lucas Pecht Hubert

Orientador: Prof. Me. Ralph Robert Heinrich

Faculdade de Engenharia Elétrica

lucasphubert@gmail.com

INTRODUÇÃO:

De forma geral, distorção (sobre sinais elétricos) é a consequência da deformação de um sinal elétrico. Seja harmônica ou não harmônica, a distorção é algo não desejado, já que ela modifica o sinal original. A seguir será feita uma breve discussão sobre os tipos de distorção e os motivos pelo qual a prova de conceito foi desenvolvida.

Tipos de distorção:

Distorção Não-Harmônica

Aquela que não tem dependência harmônica em relação a uma frequência fundamental aplicada no circuito. Exemplos de distorções não harmônicas são:

- Ruído
- Atenuação
- Limitação Espectral
- Sinais Espúrios

Distorção Harmônica

Uma distorção de forma de onda é dita harmônica quando a deformação se apresenta de forma similar em cada ciclo da frequência fundamental. Neste caso, seu espectro contém apenas frequências múltiplas inteiras da fundamental. Esse tipo de deformação periódica geralmente é imposta por uma relação de não linearidade. (Deckmann S.M. e Pomilio J.A.)

THD – Distorção harmônica total (Total Harmonic Distortion)

Definida pela equação 1 abaixo:

$$THD_F = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \quad (1)$$

JUSTIFICATIVA:

- Equipamento muito caro
- Necessidade de um equipamento didático
- Facilidade do aluno com circuito analógicos
- Experiência em amplificadores de áudio
- Necessidade do equipamento no desenvolvimento de amplificadores

OBJETIVOS:

- Desenvolver um analisador de distorção harmônica com oscilador integrado
- Custo máximo do protótipo: R\$1000,00
- Arquitetura em módulos didáticos
- Precisão de medição melhor que 20%
- Testar um amplificador linear com a solução de baixo custo.
- Comparar o valor obtido no teste com a medida do equipamento profissional
- Calibrar o instrumento com um equipamento profissional

MATERIAIS:

Foram utilizados componentes eletrônicos disponíveis no laboratório de eletrônica da faculdade e o chassis foi confeccionado em Alumínio e pintado pelo próprio aluno assim como um adesivo com a serigrafia do painel e escala calibrada do medidor analógico.

Toda a prova de conceito foi construída somente em Hardware sem uso de programação em computador nem digitalizações para preservar a integridade do sinal analógico.

MÉTODOS:

- Estudo do funcionamento de um analisador
- Desenvolvimento dos circuitos
- Simulações computacionais
- Montagem das placas
- Montagem em chassis
- Testes e calibração

RESULTADOS:

A figura 1 mostra a prova de conceito desenvolvida pelo aluno. As marcações no painel servem para facilitar o manuseio do equipamento pelas pessoas do laboratório. A construção modular permite que outras pessoas desenvolvam melhorias no equipamento. Na parte superior, os módulos são facilmente removíveis e a interconexão dos módulos é feita na parte inferior do equipamento.



Figura 1 – Prova de conceito

DISCUSSÃO:

A figura 2 mostra a forma de onda de distorção obtida com um equipamento profissional (HP 334A) e a figura 3 mostra a forma de onda obtida com a prova de conceito. As figuras mostram um sinal elétrico que é o produto de distorção de um sinal senoidal de 1kHz.

A tabela 1 mostra os valores de THD do oscilador integrado.

A tabela 2 mostra as medições de THD de um amplificador Kenwood KA4002A com um sinal senoidal de 1kHz.

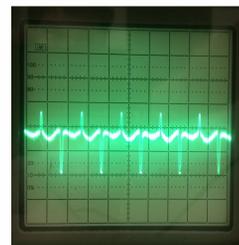


Figura 2 – Distorção com HP 334

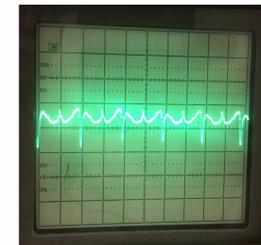


Figura 3 – Distorção com prova de conceito

Tabela 1. Distorção do oscilador.

Frequência	THD
1kHz	0,02%
120Hz	0,08%

Tabela 2. Distorção do KA-4002A em 10V.

Tensão	THD HP	THD Prova de Conceito	Desvio
10V	0,22%	0,2%	9,09%

CONCLUSÕES:

Foi possível construir uma prova de conceito em módulos didáticos. A distorção do oscilador ficou baixa suficiente para não interferir na medição dos circuitos. As medidas de distorção feitas com a prova de conceito tiveram desvio máximo menor que 10%. O equipamento também possui um voltímetro RMS com leitura melhor que -3dB na faixa de áudio (20Hz – 20kHz).

A prova de conceito foi calibrada usando um HP 334 e os resultados de THD mostrados na tabela foram feitos usando um amplificador linear comercial (Kenwood KA4002A).

A prova de conceito custou R\$512,00 em componentes fora mão de obra. Todos os objetivos listados foram atingidos.

REFERÊNCIAS:

Deckmann S. M. e Pomilio J. A. Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica. Disponível em <http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/qualidade/a5.pdf>, acesso em 30 out. 2017.

Renardson M. Distortion Measurement in Audio Amplifiers. Disponível em: <http://www.angelfire.com/ab3/mjramp/distortiontest.pdf>, acesso em: 30 out. 2017.

Shmilovitz D. On The Definition of Total Harmonic Distortion and Its Effect on Measurement Interpretation. IEEE Transactions On Power Delivery. v. 20, n.1, p1-3, 2005. Disponível em

<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=1375138>, acesso em 30 out. 2017.