



## **ATPDRAW APLICADO À ANÁLISE BÁSICA DE CIRCUITOS ELÉTRICOS – UM PREPARO PARA A PÓS-GRADUAÇÃO**

**Eduardo Contar** – econtar@gmail.com

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica - CCET  
Avenida Senador Filinto Müller, 1  
79080 190 – Campo Grande - MS

**Murilo M. Frigo** – murilo\_frigo@hotmail.com

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica - CCET  
Avenida Senador Filinto Müller, 1  
79080 190 – Campo Grande - MS

**Paulo I. Koltermann** – koltermann@del.ufms.br

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica - CCET  
Avenida Senador Filinto Müller, 1  
79080 190 – Campo Grande - MS

***Resumo:** A complexidade na engenharia tem aumentado muito na última década, juntamente com o grande avanço tecnológico. A utilização de softwares é extremamente necessária, de forma que o acadêmico de engenharia possa entender e compreender toda essa complexidade em um curto período de tempo. A utilização desses softwares, como, por exemplo, o ATPDraw, para estudo das disciplinas básicas, como análise de circuitos elétricos na engenharia elétrica, além de facilitar e agilizar o aprendizado, prepara o acadêmico para situações e estudos futuros. Essa extensão da pós-graduação nos ciclos básicos da engenharia pode despertar o interesse dos acadêmicos de seguirem por esse caminho. Vê-se então que é extremamente interessante a criação deste vínculo entre graduação e pós-graduação.*

***Palavras-chave:** ATPDraw, Circuitos Elétricos, Engenharia Elétrica, Ensino Superior*

### **1. INTRODUÇÃO**

O estudo da engenharia elétrica é, em geral, seccionado em várias partes de forma que se tenha um entendimento geral facilitado em um curto espaço de tempo. Uma das principais partes deste processo é o ensino e análise dos circuitos elétricos. Esta parte geralmente dar-se-ia de forma muitas vezes complexa pelo fato dos princípios serem complicados e de difícil entendimento, além de demandar muito tempo de estudo, tempo esse muitas vezes insuficiente para total entendimento. Existem algumas alternativas de visualização dos efeitos e fenômenos recorrentes destes estudos que facilitam esse entendimento e diminuem o tempo necessário. Softwares conhecidos, como PSPICE e ORCAD, realizam simulações e análises dos circuitos elétricos facilitando a visualização e entendimento dos fenômenos ocorridos com os mesmos, de acordo com Tanaskovic *et al.* (2005). Entretanto, existem softwares como ATPDraw, geralmente utilizados em programas de pós graduação, que extrapolam o conceito

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO  
PROFESSOR E O  
DESAFIO DE EDUCAR**



de análise básica do circuito e possibilitam a criação de dispositivos e componente elétricos fiéis aos equipamentos reais e garantem confiabilidade do estudo, permitindo estudar transitórios dos circuitos em várias situações reais. Sendo assim, a utilização deste software para o entendimento e análise básica dos circuitos elétricos inicia o entendimento e utilização de uma importante ferramenta desde o período de graduação, estendendo assim os conhecimentos utilizados na pós-graduação.

## **2. ESTUDO E ANÁLISE DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Um circuito elétrico é um sistema interconectando componentes como resistores, capacitores, indutores, fontes de tensão, entre outros, de acordo com Robbins e Miller (2003). O autor explica que o comportamento elétrico destes componentes é descrito por algumas leis experimentais. Essas leis e princípios, conceitos, relações matemáticas e métodos de análises envolvidas são as teorias de circuitos. O objetivo da análise de circuito é a busca por quantidades como tensões, correntes e potências ou taxas de variação dessas quantidades. A síntese dos sistemas, por outro lado, trata de métodos de desenvolvimento de sistemas para satisfazer especificações de entrada-saída, ainda de acordo com Robbins e Miller (2003). Um forte entendimento das formas de análise forma uma base para sínteses eficientes.

### **2.1. Divisão do estudo**

Muitos dos circuitos tratam de solução de problemas e análise numérica. Quando se analisa um problema de montagem do circuito, por exemplo, é preciso computar valores de tensão, corrente e potência. Entretanto, muitas vezes precisa se conhecer o comportamento do circuito frente a uma situação adversa ou simplesmente qual o comportamento natural do circuito. Segundo Thompson (2006), o estudo da análise de circuitos pode ser dividido basicamente nos seguintes itens:

- Tensão e corrente
- Resistência
- Lei de Ohm, Potência e Energia
- Circuitos em série
- Circuitos em Paralelo
- Circuitos série-paralelo
- Métodos de Análises
- Teoremas de malhas
- Capacitores e Capacitância
- Carga e descarga de capacitores e circuitos com forma de onda simples
- Magnetismo e circuitos magnéticos
- Indutância e indutores
- Transitórios indutivos
- Fundamentos CA
- Elementos RLC e conceito de impedância
- Potência em circuitos CA
- Circuitos CA Série Paralelo
- Métodos de Analise CA
- Teoremas de malhas CA
- Ressonância



- Filtros
- Sistemas trifásicos
- Transformadores e acoplamentos magnéticos
- Formas de onda não senoidais.

Todos os itens mencionados têm descrição e aplicação matemática e são importantes para entendimento e solução dos circuitos. Entretanto, segundo Thompson (2006), a aplicação de softwares para desenvolvimento e análise elétrica do circuito através de representações do mesmo contribui muito para reduzir o tempo de entendimento. Sendo assim, o estudo de cada item pode ser desenvolvido mediante aplicação das leis que regem aquele sistema simultaneamente com simulação do sistema em ambiente computadorizado.

### 3. O Software ATPDRAW

A utilização de ferramentas computacionais como uma maneira de se modelar os circuitos tornou-se, ao longo dos anos, uma prática comum e indispensável. As razões para essa postura são inúmeras, dentre as quais é possível destacar, de acordo com Sowa e Wlater (2004): a possibilidade de se verificar eventuais falhas de um sistema antes que ele seja implementado de fato, o entendimento do funcionamento do circuito, e qual a resposta do sistema frente às variações de situações.

A modelagem de circuitos elétricos através de ferramentas computacionais permitiu uma maior compreensão dos mesmos, além de ser uma forma segura e barata de realizar testes e implementações, auxiliando, inclusive, no dimensionamento do sistema.

Dentre os programas digitais, um dos mais conhecidos em programas de pós-graduação e pelas empresas de energia elétrica, segundo Sowa e Wlater (2003), é o programa de transitórios eletromagnéticos denominado de ATP – *Alternative Transients Program*, um software livre e uma poderosa ferramenta de simulação de redes elétricas.

A princípio, o ATPDraw possui um interface gráfica semelhante aos outros softwares de simulação de circuitos elétricos, sendo a mesma familiar e de fácil manuseio. O ATPDraw é uma ferramenta de análise de transitórios que executa os cálculos necessários em uma dada simulação (SOWA e WLATER, 2004). No entanto, em uma simulação, é necessário especificar adequadamente os seguintes itens:

- O que simular;
- Como simular; e
- Como interpretar os resultados obtidos.

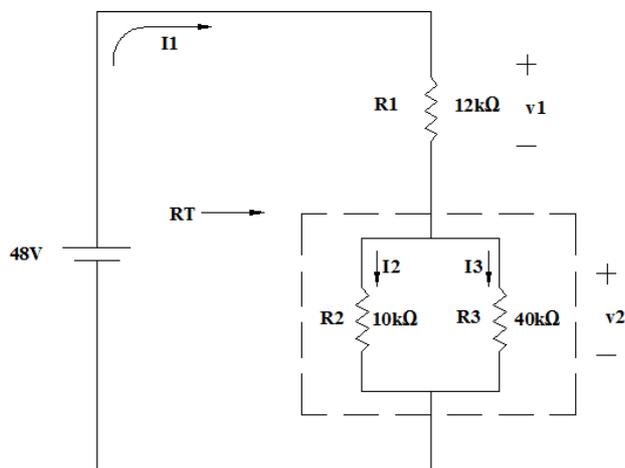
A maior parte das simulações realizadas com o software estão relacionadas a aplicações de sistemas elétricos de potência. Entretanto, é possível realizar simulações de circuitos simples para entendimento dos mesmos.

#### 3.1. Aplicação do Software ATPDRAW em análise de circuitos elétricos

A aplicação deste software para análise de circuitos vem a ser bastante apropriada. Seguem alguns exemplos de forma a exemplificar esse princípio. Considerando como base os seguintes itens do estudo da análise de circuitos elétricos, tem-se as devidas exemplificações.

-Circuitos série-paralelo

Seja o circuito série-paralelo, um exemplo clássico da análise de circuitos, alimentado por uma fonte de tensão contínua (Figura 1).



(FIGURA 1 – CIRCUITO SÉRIE-PARALELO)

Para encontrar as variáveis elétricas, podem-se utilizar os métodos analíticos conhecidos como segue.

1. Encontramos a resistência total  $R_T$ .
2. Calculamos  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ .
3. Determinamos as tensões  $v_1$  e  $v_2$ .

1. Para encontrar a resistência equivalente, utiliza-se a seguinte expressão.

$$R_T = R_1 + (R_2 \parallel R_3) = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

$$R_T = 12k\Omega + \frac{(10k\Omega)(40k\Omega)}{(10k\Omega) + (40k\Omega)}$$

$$R_T = 20k\Omega$$

2. A partir da lei de Ohm é possível extrair as correntes totais do circuito.

$$I_T = I_1 = \frac{48V}{20k\Omega} = 2,4mA$$

Através do método de divisão de corrente, tem-se que

$$I_2 = \frac{(40k\Omega)(2,4mA)}{(40k\Omega) + (10k\Omega)} = 1,92mA$$

$$I_3 = \frac{(10k\Omega)(2,4mA)}{(40k\Omega) + (10k\Omega)} = 0,48mA$$



3. Utilizando a lei de Ohm, são determinadas as tensões.

$$v1 = (2,4mA)(12k\Omega) = 28,8v$$

$$v2 = (0,48mA)(40k\Omega) = 19,2v = v3$$

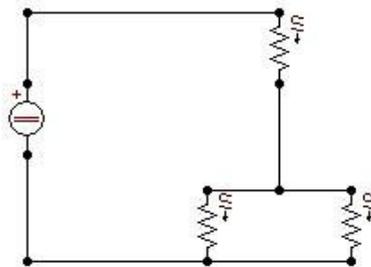
Através da lei de tensão de Kirchhoff é possível confirmar o cálculo anterior com

$$\sum v = E - v1 - v3 = 48 - 28,8 - 19,2 = 0$$

Realizando agora essa análise através do software ATPDraw, tem-se a seguinte análise.

#### 1. Circuito

Segue diagrama do circuito com as mesmas características (Figura 2).

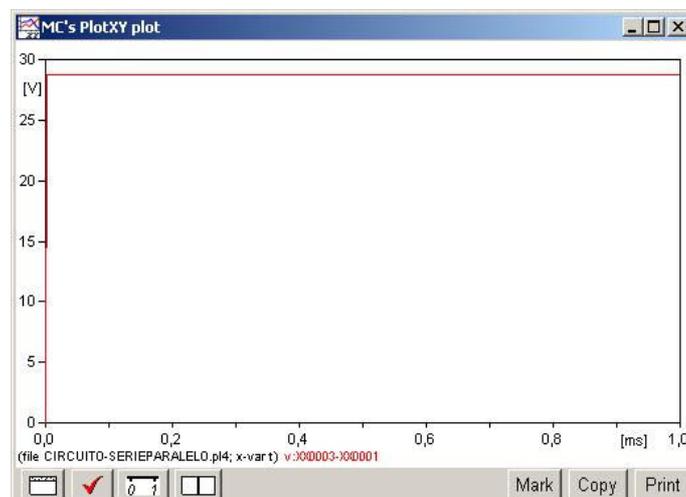


(FIGURA 2 – CIRCUITO SÉRIE-PARALELO CONFIGURADO NO ATPDRAW)

Embora não apareçam as características dos componentes da FIGURA 2, os mesmos estão configurados para valores iguais aos da FIGURA 1.

Realizando, então, a simulação, são testados os seguintes valores:

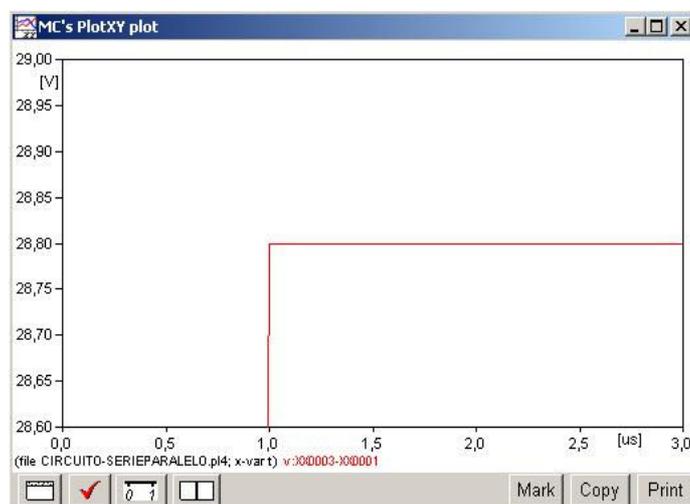
Tensão  $v1$  sobre Resistor R1



(FIGURA 3 – TENSÃO  $V_1$  SOBRE RESISTOR R1)



Esse é o resultado da simulação da variável tensão sobre o resistor R1 durante o tempo de 1ms. Fazendo a aproximação da imagem de forma a obter o valor exato, tem-se:



(FIGURA 4 – TENSÃO  $V_1$  SOBRE RESISTOR R1- VALOR APROXIMADO)

Agora é possível afirmar claramente que a tensão  $v_1$  sobre o resistor é de 28,8v. Se este valor for comparado ao valor calculado durante a abordagem da análise, observa-se que os mesmos são iguais. Ou seja, de forma objetiva foi possível a obtenção do valor da tensão sobre o resistor de forma gráfica facilitando até mesmo o entendimento da abordagem analítica.

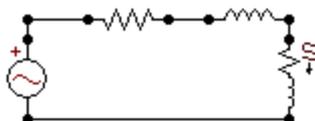
O circuito apresentado é de certa forma simples e sua análise pode ter fácil entendimento, mesmo que analiticamente. Entretanto, circuitos de análise transitória são mais complicados de entender e a simulação pode facilitar muito e encurtar o tempo de entendimento.

### 3.2. Extensão da aplicação do Software em programas de Pós-Graduação

Boa parte dos estudos realizados em programas de pós-graduação em engenharia elétrica envolvem, direta ou indiretamente, estudos dos transitórios ocorridos nos sistemas. O fato de ter conhecimento prévio de softwares que tratam da questão representa um avanço significativo para o desenvolvimento de novas vertigens em torno do assunto.

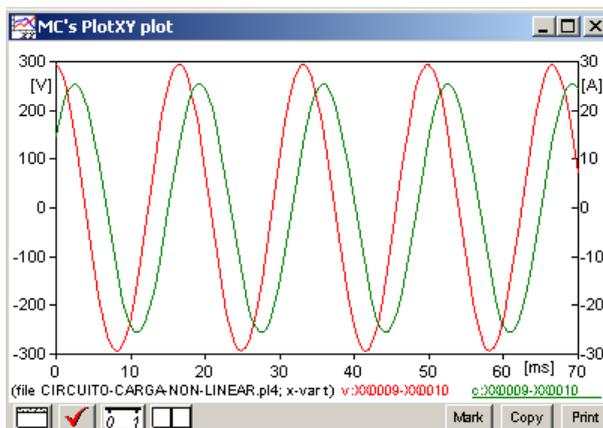
Um estudo frequentemente realizado aborda o fator de potência de cargas lineares e não lineares.

Seja o circuito de carga linear representado na Figura 5:



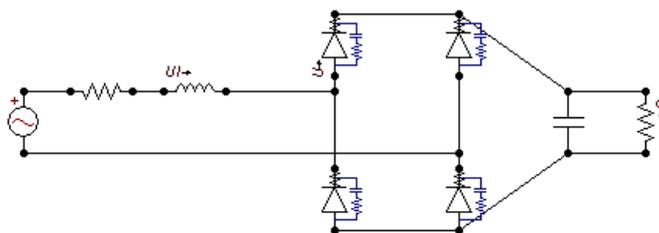
(FIGURA 5 – CIRCUITO DE CARGA LINEAR REPRESENTADO NO ATPDRAW)

É possível analisar as variáveis tensão e corrente aplicadas à carga (Figura 6):



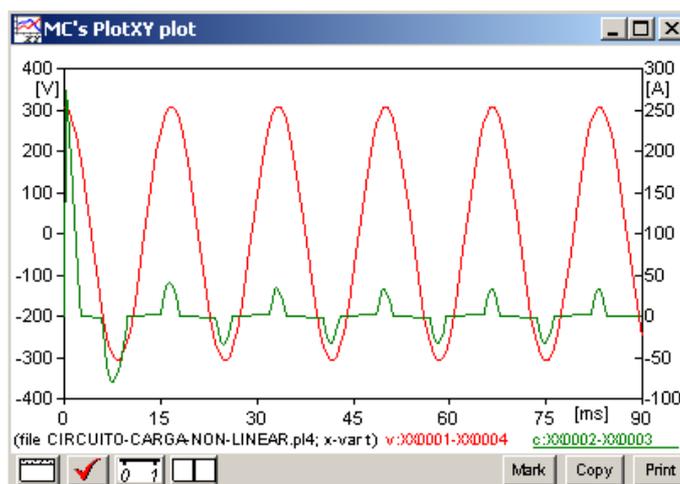
(FIGURA 6 – VARIÁVEIS TENSÃO E CORRENTE APLICADAS À CARGA)

Agora considerando um circuito de carga de mesma potência do circuito anterior, entretanto, não linear (Figura 7):



(FIGURA 7 – CIRCUITO DE CARGA NÃO LINEAR REPRESENTADO NO ATPDRAW)

Analisando as variáveis tensão e corrente aplicadas a carga (Figura 8):



(FIGURA 8 – VARIÁVEIS TENSÃO E CORRENTE APLICADAS À CARGA)

Se os gráficos forem comparados, é possível observar uma mudança brusca na defasagem entre a tensão e a corrente, demonstrando que o fator de potência será diferente. Pode-se, então, concluir que a utilização do software facilita a visualização e entendimento do fenômeno.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O software ATPDraw é uma ferramenta que, como visto, pode facilmente ser aplicada às matérias básicas da engenharia elétrica de forma a agilizar e aperfeiçoar o aprendizado, além de servir como preparativo e incentivo aos acadêmicos para os curso de pós-graduação. Principalmente do ponto de vista da análise de circuitos elétricos, em que no uso da mesma ferramenta, é possível realizar desde uma análise básica até uma análise sistêmica e complexa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROBBINS, A. H. e MILLER, W., **Circuit Analysis: Theory & Practice**. 2ª Ed. Delmar: Cengage Learning, 2003. 1108 p.

SOWA A., WLATER J. Overvoltages in low-voltage power distribution systems caused by direct lightning strokes to medium voltage lines. **Anais**: VII International Symposium on Lightning protection (SIPDA). Curitiba: 2003.

SOWA, A., WLATER, J. **Program Atp Emtp In Overvoltage Education**. Apostila: Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Técnica de Bialystok, Polônia. Bialystok: 2004.

TANASKOVIC, M., NABI, A., MISUR, S., DIAMANTI, P. e MCTAGGART, R. Coupling Capacitor Voltage Transformers as Harmonics Distortion Monitoring Devices in Transmission Systems. **Anais**: International Conference on Power Systems Transients (IPST). Montreal: 2005.

THOMPSON, L. M. **Basic Electricity and Electronics for Control: Fundamentals and Applications**. 3ª Ed. Durham: ISA, 2006. 383 p.