



## **Proposta de projeto pedagógico interdisciplinar para o curso técnico em eletrotécnica: Medidor de fator de potência**

**Tiago Zanotelli** – tiagoz@ifes.edu.br

IFES-Instituto Federal de Ensino, Pesquisa e Extensão do Espírito Santo  
Rodovia BR 101 Norte, km 58, Litorâneo  
29932-540 – São Mateus – Espírito Santo

**Cleidson da Silva Oliveira** – cleidson.oliveira@ifes.edu.br

**Leila B. P. Lucindo** – leilabrigida@ifes.edu.br

**Nicolli D. Ribeiro**– nicolliduraes@hotmail.com

**Lívia P. A. F. Fanchiotti**– livia\_fischer@hotmail.com

**Resumo:** *Este artigo apresenta um projeto interdisciplinar para cursos técnica em eletrotécnica, sendo o produto final a confecção de um medidor de fator de potência. Esse projeto contempla três disciplinas: Eletricidade II, Eletrônicas Analógica e Sistemas Digitais, ambas na grade do segundo semestre. Em resumo, na disciplina Eletricidade II o aluno aprende o conceito de fator de potência, nessa mesma disciplina o projeto é apresentado como um todo, já na disciplina Eletrônica Analógica é desenvolvido o circuito condicionador e na disciplina de Sinais Digitais a aquisição e processamento dos sinais do circuito condicionador. Pretende-se com esse projeto promover a integração curricular e complementar o conhecimento prático e competência nas disciplinas do curso técnico, contribuindo na formação do aluno.*

**Palavras-chave:** *Interdisciplinaridade, medidor de fator de potência, eletricidade, eletrônica analógica, sistemas digitais.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os procedimentos educacionais com vistas a uma aprendizagem significativa precisam estar atualmente carregados de interfaces com o mundo do trabalho e com a vida cotidiana. Não há possibilidades de dissociação do conhecimento e do mundo do trabalho.

Aprender é necessário, mas indispensável é o apreender e nessa perspectiva não deve-se abrir mão da interdisciplinaridade como instrumento capaz de materializar os objetivos propostos. Para demarcar os aspectos interdisciplinares desta proposta didático metodológica tem-se que a princípio sinalizar o conceito aqui seguido. Entendendo-se que a interdisciplinaridade é a tentativa de integrar conhecimentos, aproximá-los, estabelecer entre eles redes de ligação e complementaridade.

Para PIAGET (1981), a interdisciplinaridade pode ser entendida como o “intercâmbio mútuo e integração recíproca entre várias ciências”. Uma barreira para esta integração é a formação docente e a organização curricular estabelecida nas instituições de ensino. O professor recebeu uma formação fragmentada que por sua vez é aplicada no currículo proposto na maioria das instituições. As integrações curriculares atravessam os projetos pedagógicos, mas não se efetivam na prática da sala de aula.

Outro conceito que adota-se nesta proposta didática é a de PAULO FREIRE (1987) que diz que “a interdisciplinaridade é o processo metodológico de construção do conhecimento pelo sujeito com base em sua relação com o contexto, com a realidade, com sua cultura”.

A proposta aqui apresentada, e identifica nas disciplinas de Eletricidade II, Eletrônica Analógica e Sistemas Digitais, conteúdos que na prática profissional são requeridos de forma unificada. Para a proposição de um projeto pedagógico permanente identificou-se determinados conteúdos que transitam pelas três disciplinas e que indissociavelmente constem elementos para a efetivação do conhecimento.

A proposta interdisciplinar não se consolidará sem mudança de comportamento do docente perante sua prática, ou seja, a interdisciplinaridade ocorre somente com a incorporação de um novo modo de ver e fazer educação. Nesta perspectiva corroboramos com FAZENDA (1999) quando aponta que a interdisciplinaridade “depende de uma atitude, de uma mudança de postura em relação ao conhecimento, uma substituição da concepção fragmentária para a unidade do ser humano”.

Cabe ao professor a motivação ao aluno, a abertura de possibilidades e a indicação de uma transformação do trato com o conhecimento.

A forma como o docente lidará com a prática interdisciplinar é condição sine qua non para o sucesso da mesma. Nesta proposta interdisciplinar as possibilidades de apreensão do conhecimento pelo aluno, melhoramento da interação discente X docente x conhecimento, proximidade do conhecimento científico com a prática, aplicabilidade do conhecimento em situações reais a serem encontradas no mundo do trabalho estão entre tantos outros benefícios do uso do trabalho docente interdisciplinar.

Como barreiras a serem superadas estão as questões vinculadas á formação docente fragmentada e o apoio institucional para as práticas docentes.

Segundo os Parâmetros Curriculares.

(...) É importante enfatizar que a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. Explicação, compreensão, intervenção são processos que requerem um conhecimento que vai além da descrição da realidade mobiliza competências cognitivas para deduzir, tirar inferências ou fazer previsões a partir do fato observado (MEC, 2002).

A interdisciplinaridade não acontece por acaso, ela demanda interesse e planejamento por parte do professor e precisa, como os demais atos educacionais estar vinculado à um



processo avaliativo também interdisciplinar, onde os resultados precisam ser aferidos em sua totalidade. Identificar o eixo integrador e a proposta de intervenção pressupõe dar sentido à aprendizagem com um processo investigativo conjunto que possibilitará tanto ao aluno quanto ao professor crescimento cognitivo. Ao professor será possibilitado o repensar de suas metodologias, do trato com o conhecimento; ao aluno será ofertada a possibilidade de aprendizagem diferenciada e vivenciada, próxima às realidades futuramente vividas no mundo do trabalho.

Nas palavras de JAPIASSU:

Podemos dizer que nos reconhecemos diante de um empreendimento interdisciplinar todas as vezes em que ele consegue incorporar os resultados de várias especialidades, que tomar de empréstimo a outras disciplinas certos instrumentos e técnicas metodológicos, fazendo uso dos esquemas conceituais e das análises que se encontram nos diversos ramos do saber, a fim de fazê-los integrarem e convergirem, depois de terem sido comparados e julgados. Donde poderemos dizer que o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para ligar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos (JAPIASSU, 1976).

No caso aqui apresentado e em virtude das necessidades do mundo atual de trazer à sala de aula aprendizagens significativas e significantes aos alunos, as pontes estabelecidas entre as disciplinas de Eletricidade II, Eletrônica Analógica e Sistemas Digitais objetivam o conhecimento, a prática e a materialidade para o aluno e professor da aprendizagem.

## **2. OBJETIVO**

Este artigo tem o objetivo de descrever a proposta de um trabalho interdisciplinar: medidor de fator de potências. Esse projeto foi desenvolvido no decorrer das disciplinas Eletricidade II, Eletrônica Analógica e Sistemas Digitais, do segundo módulo do curso técnico em eletrotécnica do IFES -Campus São Mateus.

## **3. DESCRIÇÃO DO PROJETO**

O projeto do medidor de fator de potência pode ser dividido nas etapas, conforme é mostrado na figura 1. Em seguida é feita uma descrição de cada uma das etapas.

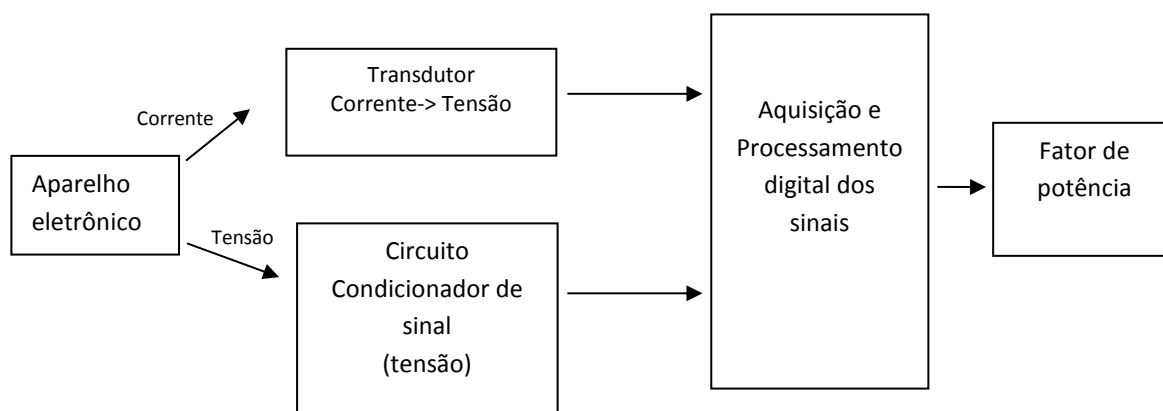


Figura 1 – Etapas do projeto do medidor de fator de potência.

### 3.1. Fator de potência

O Fator de Potência (F.p) de uma carga é a relação entre potência ativa e a potência relativa (MAMEDE FILHO, 2012), e pode ser calculado pela equação:

$$F.p = \frac{P}{|S|} \quad (1)$$

Onde P é a potência ativa média (W), |S| o módulo da potência aparente (VA), e F.p é adimensional.

O fator de potência pode ser interpretado como a relação da quantidade de energia que a carga consome com a energia que é fornecida a ela. Sendo assim, o valor do F.p está relacionado diretamente as características da carga. Para uma carga puramente resistiva, o valor do F.p é igual a 1, ou seja, toda energia cedida pela fonte vai ser absorvida pela carga.

Já as cargas indutivas e capacitiva, utilizam uma parcela da energia fornecida pela rede para armazená-la em seu campo magnético e elétrico, respectivamente, dessa forma essa parcela de energia não é consumida, assim o F.p para essas cargas é menor que 1.

No Brasil a ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica, estipula no Artigo nº 95 da Resolução Normativa 414/2010 dos Direitos e Deveres do Consumidor de Energia Elétrica, que o fator de potência de referência tem como limite mínimo permitido, para as unidades consumidoras dos grupos A e B, o valor de 0,92, com a aplicação de multas caso esse valor mínimo não seja respeitado.

### 3.2. Circuito de condicionamento de sinais

O circuito de condicionamento de sinais tem o objetivo de adequar o sinal de tensão e corrente ao conversor Analógico-Digital (A/D) do microcontrolador.

O circuito de condicionamento de tensão é mostrado na Figura 2 e utiliza amplificadores operacionais para transformar o sinal senoidal da rede, para um sinal senoidal de zero a 5V.

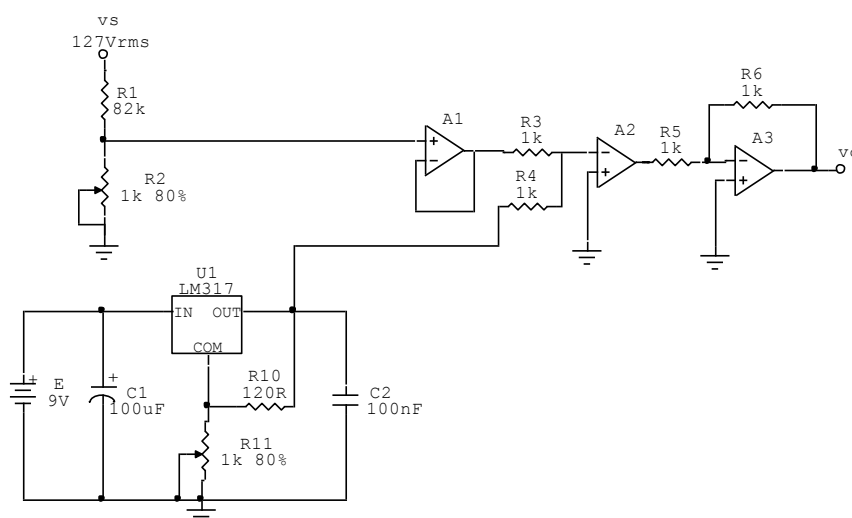


Figura 2 – Circuito de condicionamento de sinais.

O funcionamento do circuito segue as seguintes etapas.

1. O divisor de tensão formado pelo resistor R1 e o potenciômetro R2 transforma o sinal senoidal da rede de 180V de pico para um sinal de menor amplitude. Considerando um distúrbio que possa aumentar o valor de pico para até 220V, a tensão do resistor R2 será de no máximo 5V de pico.
2. O amplificador A1 é um seguidor, e tem a função de isolar os componentes ligados à rede, do restante do circuito.
3. Os amplificadores A2 e A3 formam um circuito somador de tensão. O circuito integrado U1 gera uma tensão de referência de 1,25V para ser usada pelo somador. Os dois circuitos farão com que o sinal que era senoidal e alternado com 5V de pico, passe a ser contínuo e variante senoidalmente de 0V a 5V. Dessa forma o microcontrolador poderá fazer a aquisição do sinal de tensão.

O circuito condicionador de corrente, utiliza um sensor por efeito Hall, que já condiciona o sinal para um valor de tensão entre 0V a 5V que será lido pelo microcontrolador.

### 3.3. Circuito de condicionamento de sinais

Os microcontroladores são dispositivos constituídos de uma CPU (Central Processing Unit), memórias e periféricos (entradas e saídas digitais, TIMER, Conversor analógico-digital). Programas escritos na linguagem C/C++ ou assembly podem ser gravados na memória interna FLASH (Electrically Erasable Only Memory) do microcontrolador, e executado pela CPU do microcontrolador. Dessa forma, o programador pode desenvolver softwares capazes de adquirir informações externa por meio dos periféricos, armazená-la na memória e/ou executar operações lógicas e aritméticas (MIYADAIRA, 2009, TOCCI *et al.*, 2012).

Nessa etapa o microcontrolador deve converter o sinal de saída do circuito condicionador em um sinal digital, por meio do seu conversor Analógico-Digital (A/D). Esse valor digital é armazenado na memória e utilizado para a estimação do valor do fator de potência. A seguir segue o pseudocódigo do algoritmo para estimação do fator de potência.



- 1 Fazer N vezes
- 2  $v \leftarrow$  sinal do condicionador de tensão.
- 3  $i \leftarrow$  sinal do condicionador de corrente.
- 4  $E_v = E_i + v^2$ .
- 5  $E_i = E_i + i^2$ .
- 6  $E = E + v*i$ .
- 7 FIM da N repetições
- 8 Cálculo potência média e potência aparente.
- 9 Cálculo do fator de potência.

O código coleta os sinais dos circuitos condicionadores (linha 2 e 3), e realiza o somatório de N amostras da tensão quadrática (linha 4), corrente quadrática (linha 5) e potência (linha 6). Esses parâmetros são utilizados para a estimação da potência aparente e potência média e o fator de potência.

#### 4. METODOLOGIA

Na tabela 1 são mostradas na primeira coluna as disciplinas do segundo semestre do curso técnico em eletrotécnica, e na segunda coluna quais as etapas do projeto que cada disciplina contempla. E em seguida é descrito como essas etapas do projeto serão inseridas nas disciplinas.

Tabela 1 – Disciplinas e etapas do projeto.

Disciplina	Etapas do projeto
Eletricidade II	Fator de potência
Eletrônica Básica	Circuito Condicionador de sinais
Sistemas Digitais	Aquisição e Processamento de sinais digitais

##### 4.1. Eletricidade II

A disciplina Eletricidade II contempla em sua ementa a resolução de circuitos de correntes alternadas, potência ativa, reativa e complexa, e fator de potência. O projeto será contemplado em três etapas nessa disciplina:

1ª Etapa: Conceito de potência e Fator de potência: aulas teóricas de potência ativa, reativa, complexa e fator de potência. A avaliação dessa etapa será uma prova escrita, abordando conceitos e cálculos de potência e fator de potência.

2ª Etapa: Projeto: é apresentado aos alunos o projeto do medidor de potência, como um todo, e o que será realizado em cada um das disciplinas contemplada nesse projeto.

3ª Etapa: Algoritmos de estimação de fator de potência: Essa etapa será realizado em conjunto com a disciplina de Sistemas Digitais, os alunos implementaram o algoritmos para o cálculo do fator de potência. A avaliação será por meio de um relatório.

##### 4.2. Eletrônica Básica

Nesta disciplina são estudados dispositivos eletrônicos como: diodos, transistores, e amplificadores operacionais. As aplicações destes componentes estudadas são: os circuitos

retificadores, reguladores de tensão, amplificadores transistorizados para pequenos sinais, amplificadores de tensão em configuração inversora e não-inversora, comparadores, entre outros. São propostas práticas de laboratório para dimensionamento e montagem de fontes de alimentação para aplicação em cargas diversas, amplificadores de áudio, circuitos de acionamento de relés e circuitos de condicionamento de sinais. Os alunos aprendem a realizar as etapas de projeto, simulação, montagem em placa de circuito impresso bem como medidas de desempenho dos projetos.

A idéia de um projeto interdisciplinar é trazer para o aluno, realidades encontradas na indústria que necessitam de uma visão geral do curso, e não apenas dos componentes curriculares de uma disciplina específica. A partir do desenvolvimento deste trabalho eles poderão usar conhecimentos de eletricidade que aprenderam na disciplina de Eletricidade II, como corrente e tensão, aplicados à medição de fator de potência que aprenderam em Eletricidade II. Para efetuar o processo, aplicarão seus conhecimentos em Eletrônica Básica para desenvolver o circuito de condicionamento de sinais de corrente e tensão, de tal forma que a tensão da rede e a corrente do equipamento em questão possam ser interpretados e processados pelo microcontrolador para o cálculo do fator de potência.

Durante as aulas da disciplina de Eletrônica Básica os alunos irão desenvolver o projeto à medida que os conteúdos relacionados ao mesmo vão sendo ministrados.

O circuito de condicionamento será simulado e montado em laboratório pelos alunos para validação do circuito. Uma vez testado será produzida uma placa de circuito impresso para utilização no projeto.

A avaliação será feita de forma gradual ao longo do desenvolvimento do projeto pelos alunos.

### **4.3. Sistema Digitais**

A disciplina Sistema Digitais contempla os seguintes assuntos em sua ementa: Introdução a Microprocessadores:

- Partes componentes de um microcontrolador, (memória de dados e programação, unidade lógica aritmética);
- Programação de microcontroladores com linguagem de programação C;
- Aplicação de microcontroladores: Entrada e saída de dados digitais, conversor Analógico-Digital (A/D).

Ao final da disciplina, espera-se que os alunos possam propor soluções para problemas práticos, bem como desenvolver projetos de instrumentação e controle utilizando microcontroladores. Dessa forma, o projeto proposto nesse artigo vem contribuir para o desenvolvimento das habilidades e competências da disciplina.

A metodologia abordada na disciplina para o desenvolvimento do medidor de fator de potência é dada em duas etapas:

1ª Etapa: Aquisição de sinais: Os alunos tem aulas teóricas e práticas de Conversores A/D. No final dessa etapa, os alunos devem desenvolver um código capaz de coletar informações analógicas externas ao microcontrolador, por meio do conversor A/D. A avaliação dessa etapa será feita por meio de um relatório.

2ª Etapa: Processamento de sinais: Os alunos tem aulas teóricas e prática de algoritmos em linguagem C (variáveis, lógicas). Nessa etapa, os alunos devem implementar um algoritmo capaz de estimar o valor da fator de potência. A avaliação também será feita por meio de relatório.

## 5. CONCLUSÃO

O projeto desenvolvido pelos alunos e descrito nesse artigo, mostra que é possível integrar diferentes disciplinas em apenas um projeto, dessa forma os alunos estabelecem uma rede de ligações entre as disciplinas, tal integração favorecem ao aprendizado e preparam melhor os alunos para os problemas encontrados no mercado.

Além disso, o projeto aproxima a teoria com a prática, isso auxilia o desenvolvimento do raciocínio lógico, bem como as habilidades práticas.

## 6. TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros pretende-se integrar esse projeto com outras disciplinas:

- Instrumentação (terceiro semestre): nessa disciplina são mostrados os conceitos de medidas, dessa forma, os alunos podem estimar os parâmetros de erro do medidor de fator de potencia, bem como comparar o desempenho com outros medidores encontrados no mercado;
- Sistema Elétrico de potências (quarto semestre): nessa disciplina são mostrados os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, bem como as normas para o correto funcionamento desses sistemas. Compete a esse disciplina também, temas relacionados a qualidades de energia, dessa forma o aluno pode incrementar no algoritmo do projeto do medidor de fator de potência, o cálculo de outros parâmetros relacionados à qualidade de energia, como por exemplo: flutuação da tensão da rede, harmônicos, tempo de interrupção no fornecimento de energia elétrica.

### *Agradecimentos*

Os autores desse artigo agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) e a Petrobrás pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, Resolução Normativa 414/2010- Atualizada até a REN 499/2012.- Brasília, DF, 2012.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, 2002, p. 88 e 89.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. (Org.) Práticas Interdisciplinares na Escola. 6. ed. São Paulo: Cortez, 1999.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 17ªed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

MAMEDE FILHO, João. Instalações Elétricas Industriais. 8.ed.- [Reimpr.]- Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MIYADAIRA, Alberto Noboru. Microcontroladores PIC18: aprenda e programe em linguagem C. 1. ed. São Paulo: Érica, 2009.





JAPIASSU, Hilton. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976, p. 75.

PIAGET, Jean. Para onde vai a educação? Rio de Janeiro: José Olympio, 1981, p. 52.

TOCCI Ronald, WIDMER Neal, Gregory Moss. Sistemas Digitais princípios e aplicações. São Paulo, Pearson, 11<sup>a</sup> edição, 2012.



## **Proposal for interdisciplinary teaching project for the technical courses in electrotechnology: Power Factor Meter**

***Abstract:** This paper presents an interdisciplinary project for technical courses in electrotechnology, the final product being the making of a power factor meter. This project includes three courses: Electricity II, Analog Electronics and Digital Systems, both in grade school the second semester. In summary, the discipline Electricity II the student learns the concept of power factor, that same course the project is presented as a whole, since the Analog Electronics course conditioner circuit is developed and in the Digital Signal course acquisition and signal processing. The aim of this project promote curricular integration and complement the practical knowledge and skills in the technical course, contributing to the formation of the student.*

***Key-words:** interdisciplinary, power factor meter, Electricity, Analog Electronics, Digital Signal.*