

## DESENVOLVIMENTO DE UM HIGRÔMETRO: FATOR DE CONCEPÇÃO E CRIATIVIDADE PARA O ESTUDANTE DE ENGENHARIA

Manuel M. P. Reibold – [manolo@unijui.tche.br](mailto:manolo@unijui.tche.br)

Mauricio de Campos – [campos@unijui.tche.br](mailto:campos@unijui.tche.br)

Paula K. P. Vieira – [perez@detec.unijui.tche.br](mailto:perez@detec.unijui.tche.br)

UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

DeTec – Departamento de Tecnologia

Rua São Francisco, 501, Bairro São Geraldo.

CEP 98700-000– Ijuí - RS

**Resumo:** *A engenharia se fundamenta em três aspectos: arte, ciência e tecnologia. A arte é o sentimento humano, a ciência é profundidade do conhecimento e tecnologia é a capacidade de plasmar concretamente o sentimento e o conhecimento. Cada um desses aspectos se sustenta em um outro tripé formado pelo ensino, a pesquisa e a extensão. Por um condicionamento ao decorrer dos anos, parecera que o ensino é o único aspecto que capacita o acadêmico a: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a ser, aprender a conviver. Entretanto a pesquisa, sem menos prezar a extensão, interage do mesmo modo que o ensino. Para provar esse fato, este trabalho relata o crescimento que o aluno atinge quando aceita desenvolver um projeto comprometido com as necessidades sociais, como é o caso da umidade, a qual influencia na qualidade dos produtos de uma sociedade cuja principal atividade é a agricultura. O desafio do aluno é projetar um higrômetro, através do qual expressará sua arte, seu conhecimento nas diferentes formas imagináveis para obter a grandeza umidade e a tecnologia, denotará a estratégia estabelecida para obter visualmente a informação da grandeza estabelecida. Este trabalho mostra que a pesquisa é: formativa e articuladora da relação entre teoria e prática; fortalecedora das perspectivas da organização do pensamento, da formação cultural e ao mesmo tempo condicionadora do estado de cidadão, mostrando que o conhecimento puramente técnico e científico dos engenheiros não é mais suficiente para a nova realidade social, pois é a pesquisa que torna a engenharia mais reflexiva.*

**Palavras-chave:** *pesquisa, concepção, criatividade, higrômetro, instrumentação.*

### 1. INTRODUÇÃO

A toda ação corresponde uma reação, estabeleceu Issac Newton. Este fato foi comprovado no Laboratório de Instrumentação Eletro-Eletrônica, hoje Laboratório de Micro-Engenharia, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI. Após sete anos de realizar trabalhos de pesquisa constatou-se que, realizar pesquisa em diversas áreas desvirtua a consolidação de identificação do grupo perante a sociedade acadêmica, impedindo que se torne referência. A reação desse tipo de pesquisa resultou unicamente na apresentação dos relatórios exigidos semestralmente, por parte dos bolsistas, e finalização dos Trabalhos de Conclusão de Curso,

por parte dos formandos. Evidenciou-se a falta de motivação, concepção e superação das expectativas particulares e conseqüentemente do grupo como um todo. A concepção, a criatividade e a iniciativa brilharam pela sua ausência. A indagação realizada levou a obter os seguintes questionamentos por parte do coordenador e seus alunos:

1. Qual a finalidade do projeto proposto para pesquisa: capricho de coordenador, atribuição de nota ou satisfação de uma necessidade real da sociedade?
2. A teoria e a prática obtida nas disciplinas da grade curricular permitem desenvolver o desafio proposto?
3. Eu, como aluno, ou eu, como orientador, temos a capacidade para aceitar esse desafio?
4. O que acontece se não se conclui o projeto?
5. Qual o procedimento que deve ser seguido para desenvolver a pesquisa?
6. Somos ponto de referência pelos trabalhos realizados?
7. Qual a identidade do grupo?
8. Qual é a área do conhecimento que dominamos?

O grande dilema foi: “o que fazer frente a essa situação?” Em reunião o grupo de pesquisa optou por estabelecer os parâmetros norteadores dos novos trabalhos de investigação. O processo se realizou em três etapas: a primeira foi identificar o objetivo maior, a segunda consistiu em reflexionar sobre os prós e contras nas pesquisas realizadas e a terceira etapa, e última, em consolidar um método para investigação, o qual focalizaria as novas pesquisas realizadas pelo grupo como: formativas e articuladoras da relação entre teoria e prática no campo; fortalecedoras das perspectivas da organização do pensamento, da formação cultural e ao mesmo tempo, condicionadoras do estado de cidadão, mostrando que o conhecimento puramente técnico e científico na engenharia não é mais suficiente para a nova realidade social, pois é a pesquisa que torna a engenharia mais reflexiva (MARQUES: 2001).

## **2. IDENTIFICAÇÃO, REFLEXÃO E DEFINIÇÃO DE ESTRATÉGIA.**

A Engenharia se constitui numa atividade humana tão antiga quanto a própria civilização, embora só há dois séculos seja levada em consideração como profissão. No início a engenharia foi privilégio de estrategistas militares e, relativamente, há poucos anos que se tornou acessível a civis. Suas características primordiais: identificação, reflexão e definição de estratégia se preservam e são desenvolvidas e aprimoradas apenas na vida profissional. Por sua vez, a visão que os laboratórios de pesquisa da engenharia elétrica apresentam como sendo aqueles locais onde unicamente se implementam circuitos elétricos, e não se concebem, desenvolvem e implementam, têm contribuído para bloquear estratégias engenhosas com características próprias de tecnologia nacional. (MARQUES: 1996)

Entretanto, se a identificação, reflexão e definição de estratégia fossem aprimoradas no dia a dia dos laboratórios de pesquisa e a visão destes, fosse ampliada para um lugar no qual pensamentos e atitudes também sofrem mudanças, e onde a responsabilidade cabe tanto a seu orientador como aos alunos pesquisadores, numa tentativa não de inventar novamente a roda, mas inventar-la a preços acessíveis à nação, responder-se-iam as seguintes perguntas:

- 1ª. Qual o objetivo maior da pesquisa que realizamos no laboratório?
- 2ª. Como deve ser o instrumento a ser desenvolvido?
- 3ª. Que grandeza elétrica será utilizada na transdução?
- 4ª. Qual o princípio de transdução a ser utilizado?
- 5ª. Que instrumento terá maior prioridade no seu projeto e desenvolvimento?
- 6ª. Qual o método a ser seguido nas investigações?

A resposta a esses questionamentos resumiu o objetivo do grupo, o qual estabeleceu como prioridade projetar, desenvolver e implementar instrumentos que visem acelerar o desenvolvimento da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, cuja arquitetura é constituída simplesmente por uma fonte de alimentação, transdutor, condicionador de sinal, gerador de sinais de controle e interface homem-instrumento (Figura 1). A alteração de qualquer grandeza, física ou química, será informada através da variação da frequência do sinal elétrico fornecido ao instrumento em virtude da alteração eletrostática produzida no elemento transdutor (WERNECK: 1991).

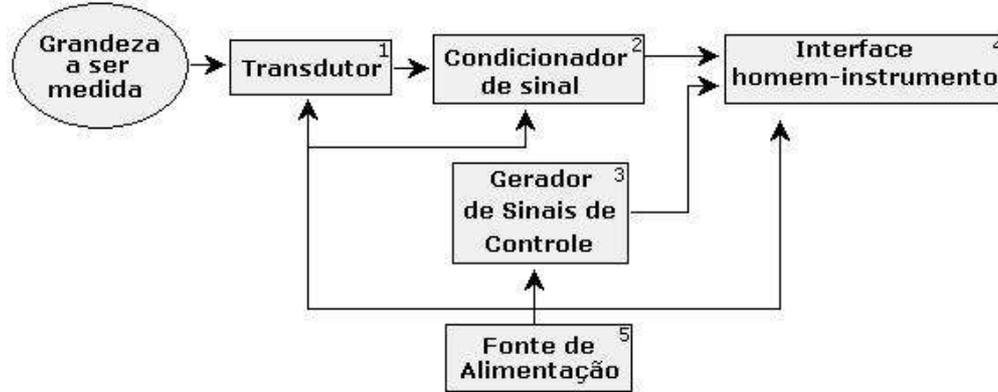


Figura 1 – Diagrama em blocos de um instrumento simplificado para medição eletrônica.

O amadurecimento das primeiras cinco perguntas permitiu estabelecer o método que será adotado nas futuras investigações. Esse método constitui-se de seis etapas e são:

- 1ª. Etapa: Estudo da grandeza (física ou química):** a qual consiste numa revisão bibliográfica, conceituação da grandeza, definição da grandeza, unidades que a identificam e qual a importância para a região onde o grupo está inserido.
- 2ª. Etapa: Investigação da obtenção da grandeza:** nesta é realizada revisão bibliográfica, histórico dos métodos utilizados para obtenção da grandeza, definição de cada método, classificação dos métodos, vantagens e desvantagens de cada um.
- 3ª. Etapa: Estudo do fenômeno de transdução:** nesta fase conceitua-se o princípio de conversão das energias envolvidas, realiza-se modelagem matemática, efetiva-se simulações numéricas utilizando o computador. A investigação de dispositivos disponíveis no mercado e possíveis distribuidores é necessária como também estabelecer as vantagens e desvantagens dos dispositivos disponíveis.
- 4ª. Etapa: Adequação da transdução:** se o condicionamento de sinal for diferente aos métodos adotados pelo grupo, será necessária sua adequação.
- 5ª. Etapa: Concepção do instrumento:** nesta etapa deve explicar-se o princípio geral de funcionamento do instrumento através de um diagrama em blocos. Explicar cada bloco que compõe o instrumento incorporando as respectivas simulações e o modelo matemático. Identificação dos parâmetros característicos do instrumento e testes exaustivos serão também realizados nesta etapa.
- 6ª. Etapa: Resultados em forma de artigo:** com o intuito de socializar os resultados obtidos o projeto deverá gerar um artigo para publicação.

Tendo respondido a todas as inquietudes do grupo restava experimentar a consolidação do método anteriormente proposto. Para tal, escolheu-se desenvolver um higrômetro, instrumento que mede a umidade presente no ar. Dois foram os motivos preponderantes que levaram à escolha desse instrumento: o primeiro, deve-se à umidade ser uma grandeza física decisiva numa região cuja economia é dependente da agricultura; e o segundo, a complexidade que os higrômetros apresentam no seu projeto, desenvolvimento e implementação, e, tendo consciência que a superação dessas dificuldades traria forte amadurecimento tecnológico, dando passagem à concepção e conseqüentemente à criatividade do aluno responsável pelo projeto.

### 3. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO HIGRÔMETRO.

#### 3.1 A umidade

É um fenômeno da natureza definido pela presença de moléculas de água em qualquer gás. A importância da umidade se destaca por esta estar diretamente vinculada à vida tanto de seres microscópicos como de seres macroscópicos. Projetar um instrumento capaz de medir eletronicamente a umidade torna-se difícil devido à variedade de unidades com as quais essa pode ser indicada, como: umidade absoluta, umidade relativa, ponto de orvalho, umidade específica, relação de umidade e outras. O grupo de pesquisa decidiu por implementar um

instrumento que fornecesse quantitativamente a umidade relativa do ar e obedecesse à arquitetura concebida no laboratório de Micro-Engenharia e indicada na Figura 1.

Em um primeiro momento, a importância da umidade foi focalizada pelo aluno somente no setor agrícola. De acordo o percentual de umidade no ar tem-se a percepção quanto ao favorecimento das condições atmosféricas no desenvolvimento de doenças nas plantações. O domínio desta informação possibilita aos agricultores o uso racional de agrotóxicos, tornando os produtos agrícolas mais saudáveis e melhorando a qualidade de vida dos moradores da região.

Contudo, o tema revelou-se mais abrangente quando o aluno tomou conhecimento da grande importância do envolvimento dessa grandeza no dia a dia do ser humano. O elevado percentual de moléculas de água presentes no ar causa desequilíbrio nas floras bacterianas existentes no corpo humano, favorecendo o desenvolvimento de fungos e outros. Por outro lado, o baixo percentual de umidade provoca sangramento nasal, dores de cabeça e pode levar a óbito.

O aluno deslumbrou-se com a responsabilidade que implica o desenvolvimento de um higrômetro, definindo-o como instrumento que informa os níveis de água no ar, através dos quais pode identificar-se a ocorrência do desequilíbrio entre os mundos macro e microscópico, mundos estes mutuamente dependentes.

### **3.2 O higrômetro e seus blocos funcionais**

O higrômetro concebido pelo aluno é composto por cinco blocos, os quais são: transdutor, condicionador de sinal, gerador de sinais de controle, interface homem-instrumento e fonte de alimentação (HELFRICK:1994). As funções de cada bloco obedecem à descrição seguinte.

O bloco transdutor é responsável pela transformação de um tipo de energia em outro, sua funcionalidade obedece ao princípio capacitivo. Segundo KOVACS (1998), talvez um dos mais importantes e antigos mecanismos de precisão, para sensoriamento e atuação, seja o capacitor. Sua estrutura física é extremamente simples.

O segundo bloco ou condicionador de sinal baseia-se na variação da frequência da forma de onda fornecida pelo transdutor e a transforma de acordo as exigências do instrumento, gerando um sinal para controle, o qual é denominado de sinal pulsante.

O bloco gerador de sinais de controle produz os demais sinais necessários ao controle da interface homem-instrumento, sendo eles: pulso de display, pulso de contagem e *reset*.

O quarto bloco é a interface entre o instrumento e o mundo, seu funcionamento depende de todos os outros blocos e transforma o sinal elétrico transduzido em uma grandeza matemática compreensível ao homem.

A fonte de alimentação, último bloco, converte a tensão alternada, fornecida nas tomadas elétricas, em tensão contínua, alimentando todos os demais blocos.

#### ***Bloco MCDSI (Módulo Contador Decádico para Sistemas de Instrumentação)***

O início do desenvolvimento do higrômetro deu-se com a montagem de uma interface homem-instrumento que apresentava: contagem crescente de dez a noventa no sistema decimal e, estrutura e ligações complexas. Foi implementada utilizando circuitos integrados da família TTL e CMOS, o que limitou sua operação. Tal fato levou o aluno a gerar uma célula de contagem que permitisse: estabelecer o valor inicial e o valor final de contagem, ajustar contagem crescente ou decrescente e aceitar quatro sinais para controle. (MALVINO:1987)

Esta célula foi constituída por seis blocos, quatro sinais de controle e uma chave seletora, como indicado na Figura 2.

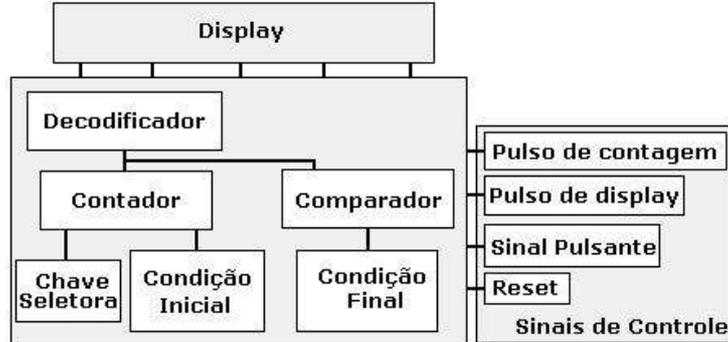


Figura 2 - Diagrama em blocos de uma célula de contagem

As funções de cada elemento são descritas a seguir:

- ◆ Condição inicial: permite a escolha do número em que a contagem será iniciada.
- ◆ Condição final: garante o término da contagem em determinado número.
- ◆ Contador: gera números de quatro bits equivalentes à contagem do número de pulsos, enviados pelo sinal pulsante à sua entrada *clock*.
- ◆ Decodificador: responsável por transformar os sinais provenientes do contador em uma informação que seja adequada ao tipo de mostrador.
- ◆ Comparador: possui a incumbência de comparar a condição final com cada número contado. Se a resposta for verdadeira, o comparador envia um sinal que inibe a atualização do display e da contagem.
- ◆ Chave seletora: esta determina o tipo de contagem que será realizada.

A primeira célula de contagem concebida pelo aluno foi simulada operacionalmente com o software Circuit-Maker®, e foi constituída integralmente por circuitos da família TTL, os quais suportam alta velocidade de operação. Contudo devido à dificuldade de conseguir esses componentes, o aluno implementou a célula com dispositivos pertencentes à família CMOS. (TOCCI:1998)

Entretanto, a constatação da necessidade de módulos contadores reprogramáveis motivou a concepção de um módulo de contagem universal (MCDSI), o qual é baseado em células unitárias de contagem ligadas em cascata. O MCDSI é formado pelo conjunto de seis displays de sete segmentos controlados por: seis células unitárias, quatro sinais de controle e uma chave seletora, como mostra a Figura 3. Sua arquitetura permite ser programada manualmente de acordo as necessidades do instrumento, possibilitando a precisão nas medições de grandezas, pois se mostram números fracionários através do controle dos pontos nos displays. (VIEIRA:2003)

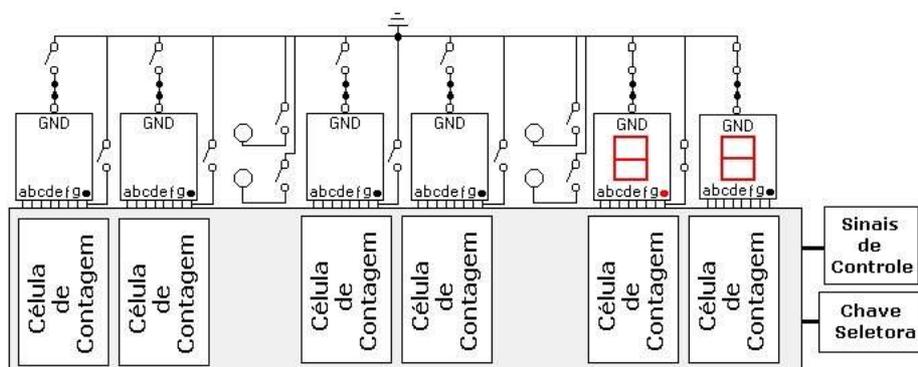


Figura 3 – Diagrama em blocos do MCDSI

As maiores dificuldades encontradas pelo aluno nesta fase foram: a complexidade das numerosas ligações entre os CI's e o elevado número de falsos contatos entre os componentes e o *protoboard*. Isto mostrou a inexperiência com montagens em *protoboard*, entretanto, como a arquitetura da célula apresentava uma simetria, a identificação de erros tornou-se um

processo fácil. Fato curioso foi o poder de abstração e dinamismo desenvolvido pelo aluno na concepção e elaboração de novos contadores, o qual, talvez, tenha sido aprimorado pelas inúmeras vezes que o aluno implementou a célula para conseguir sua funcionalidade. Este fato terminou incentivando o aluno para a próxima etapa que consistia no estudo, desenvolvimento e aperfeiçoamento do bloco gerador de sinais de controle.

### ***Bloco Gerador de Sinais de Controle***

No desenvolver deste bloco, o aluno admirou-se com sua capacidade de assemelhar a operacionalidade do gerador de sinais de controle no instrumento e o coração no corpo humano, ambos responsáveis pelo sincronismo funcional. Este bloco gera três dos quatros sinais para controle que um instrumento necessita ao funcionamento da interface homem-instrumento, por meio de um conjunto de circuitos monoastáveis controlados por um oscilador astável. Os sinais de controle são: pulso de contagem, pulso de display e *reset*. As funções de cada sinal são descritas a seguir:

- ◆ Pulso de contagem: é o intervalo de tempo no qual é realizada a contagem. Este pode ser modulado ou não em largura conforme conveniência de projeto.
- ◆ Pulso de display: é o intervalo de tempo que atualiza o valor a ser mostrado no *display*.
- ◆ *Reset*: recicla a contagem. Quando ativado, reinicia a contagem no valor estabelecido pela condição inicial.

Esta fase da pesquisa foi excessivamente desafiadora em toda sua abrangência. Primeiramente, a montagem deste bloco envolveu maior quantidade de componentes passivos (capacitores e resistores) e disponibilidade de pouco espaço para sua montagem. Em segundo lugar, a exatidão dos pulsos gerados foi comprometida pela instabilidade do circuito temporizador e pela tolerância dos capacitores e resistores utilizados. Esta última não era incluída nos cálculos realizados. Esses fatos foram superados pelo aluno utilizando a matemática das incertezas, constatando que a eletricidade não é uma ciência exata. O aluno re-projetou a arquitetura do bloco gerador de sinais de controle, cuja estrutura é mostrada na Figura 4.

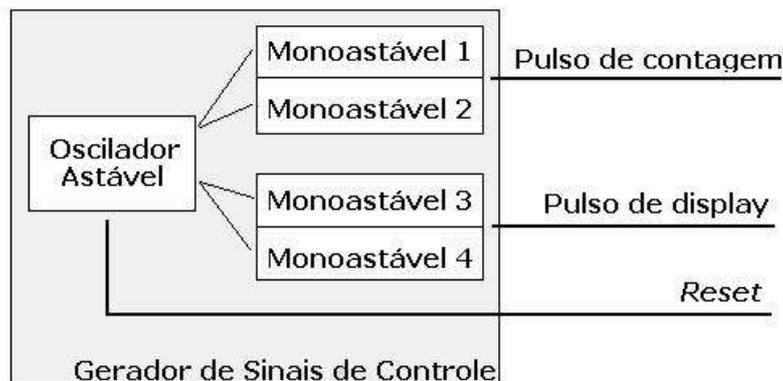


Figura 4 – Diagrama em blocos do Gerador de Sinais de Controle

A determinação da largura dos pulsos gerados e a escolha dos valores dos componentes utilizados foram realizadas a critério do aluno, o qual também dispôs de instrumentos com os quais não possuía familiarização, como: osciloscópio digital, gerador de função e fonte digital.

A experiência, por parte do aluno, de remodelar uma arquitetura de instrumentação a partir dos fatos comprovados por ele e discutidos com o orientador no transcórre do trabalho, o conduziu a perceber o condicionamento sofrido ao acreditar-se que o aluno só está apto a atuar como engenheiro quando conclui seu curso superior. A capacidade de engenhar, tomar decisões, buscar soluções e se responsabilizar pelas conseqüências são características desenvolvidas durante o processo de pesquisa, formando o aluno para desenvolver-se com responsabilidade no mercado de trabalho.

### ***Bloco Transdutor e Bloco Condicionador de Sinais***

O transdutor utilizado é um sensor cujo funcionamento baseia-se no princípio capacitivo. Seu dielétrico é alterado pela umidade produzindo um sinal elétrico equivalente a essa mudança, o qual é enviado ao condicionador de sinais.

Neste período, as dificuldades apresentadas pelo aluno fundamentaram-se no receio de manipular inadequadamente o sensor, pois este apresenta uma constituição frágil e delicada. Também, o aluno constatou que o dispositivo é muito sensível na sua operação, pois qualquer perturbação nas condições do meio, como abertura de janelas, portas ou movimentação de pessoas, geram ondas de ar que interferem na leitura da grandeza. Esses fatos estabeleceram a necessidade de uma câmara especial destinada a fixação do sensor, a qual evita a influência de qualquer agente externo e aumenta a confiabilidade das leituras do higrômetro. Como a câmara se encontrava a determinada distância do instrumento, fios para conexão tornaram-se necessários. O aluno evidenciou que esses influenciavam no processo de medição, produzindo uma capacitância não aceitável. Após testes exaustivos, o grupo optou por instalar parte do circuito condicionador de sinal na câmara.

Posteriormente o aluno constatou que os sinais elétricos produzidos pelo transdutor eram de baixíssima amplitude, a qual tornava necessário seu tratamento através de um bloco de amplificadores, adequando a amplitude do sinal à do conversor tensão-frequência (VCO) (PERTENCE:1988). O VCO é um circuito que converte a tensão de entrada em um sinal pulsante, com velocidade de operação compatível à do bloco interface homem-instrumento. Este processo pode ser visualizado na Figura 5.



Figura 5 – Diagrama em blocos do Condicionamento de Sinal

Na conclusão deste bloco, o aluno investigou sobre os assuntos: amplificadores e VCO's (LANDO: 1982), pois estes ainda não haviam sido abordados em sala de aula. Durante esse processo surgiram alguns questionamentos que não puderam ser respondidos, devido a não disponibilidade de tempo na realização de um estudo mais aprofundado. Em sala de aula, o conhecimento sobre amplificadores foi enriquecido, possibilitando o aluno a fazer novas propostas ao aperfeiçoamento do instrumento. As dúvidas não respondidas servem de motivação para pesquisas futuras.

Esse acontecimento conduziu o aluno a evidenciar a complementaridade existente entre o ensino e a pesquisa, pois os conhecimentos adquiridos em sala de aula, foram úteis no projeto de pesquisa, enquanto que em outras ocasiões, ele utilizou o aprendizado que a pesquisa lhe possibilitou nas atividades propostas em sala de aula.

### ***Bloco Fonte de Alimentação***

A autoconfiança é necessária no processo de engenho, porém em demasia pode conduzir a equívocos e erros irreparáveis. Este sentimento foi constatado no aluno durante o processo construtivo deste bloco. Na sua concepção esta seria a etapa mais fácil de toda a pesquisa, pois fontes são as primeiras implementações realizadas pelos alunos do curso de Engenharia Elétrica. Contudo, durante o desencadeamento construtivo deste bloco, o aluno começou a questionar-se quanto à concepção de uma fonte de alimentação para instrumentação. Fonte esta, que se não projetada adequadamente pode causar interferência e desajuste no processo de medição e interferir no tempo de vida útil dos demais dispositivos do instrumento, devido ao superaquecimento ou mau dimensionamento de seus componentes.

Por fim, a fonte de alimentação implementada pelo aluno apresenta as seguintes características: fornece tensão contínua +9 Volts, -9 Volts, terra (comum), 1 Ampère e pode ser ligada em tensão alternada 110 ou 220 Volts.

## **3.3 O protótipo de higrômetro**

A implementação do protótipo é a etapa onde o aluno consolida seus conhecimentos e sua técnica. É arte. É a fase que deve ser realizada somente após o ensaio e testes exaustivos do medidor de umidade.

A construção do protótipo iniciou-se com a escolha da embalagem do higrômetro, a qual necessitou de alterações para operacionalização do produto final. Esta fase caracterizou-se por ser um processo artístico, o qual apelou mais uma vez a criatividade e paciência do aluno. É uma fase que consistiu em preparar esteticamente, tanto, a área frontal como a área posterior do instrumento. Na área frontal se distribuíram os mostradores, chaves liga-desliga, e *led's* indicadores de alimentação de forma a se tornarem atrativos visualmente ao usuário. Na área posterior colocou-se *coolers*, fusíveis, *plug*, e chave 110/220 Volts. Esta disposição não obedeceu a propostas técnicas, mas sim ao senso criativo do aluno projetista.

O desafio seguinte foi o de ajustar a câmara do transdutor à caixa do instrumento, de forma que sua arquitetura se mostrasse harmoniosa. É interessante ressaltar que, na busca de conceber tecnologia acessível ao pequeno agricultor da região, o grupo de pesquisa adaptou um respirador de esgoto para cano tipo PVC como a câmara do transdutor (Figura. 6a), cujas frestas foram cobertas com tela plástica para diminuir a velocidade do vento e não alterar a leitura fornecida pelo sensor ao circuito eletrônico. Esta implementação barateia o custo do instrumento.

Os desenhos dos circuitos impressos foram realizados por meio de um software destinado ao desenvolvimento de projetos eletro-eletrônicos. A utilização desta ferramenta foi possível devido à perseverança e perspicácia, principalmente do aluno, em descobrir o princípio envolvido na execução de placas, processo delicado e minucioso.

Finalizado o processo de elaboração das placas e testes de funcionamento das mesmas, o grupo de pesquisa do Laboratório de Engenharia Elétrica da UNIJUÍ concluiu a concepção de um higrômetro que verifica a umidade relativa do ar na faixa de 10% a 90% e possui um erro de 3%, o qual é mostrado na figura 6b.



Figura 6a. Câmera do sensor capacitivo



Figura 6b. Higrômetro concebido.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho são conseqüências de uma pesquisa bem orientada e persistente consegue gerar. Estes resultados favoráveis ou não ao esperado, não são o reflexo do sucesso ou fracasso, pois resultados unicamente estabelecem a possibilidade da existência de uma solução ou não. Cabe salientar que Tomás Alba Edison descobriu 300 formas de como não fazer uma lâmpada.

A pesquisa é uma atividade capaz de deslumbrar qualquer aluno, pois ela o prepara para identificar e encontrar a informação necessária à solução do problema. O trabalho em grupo lhe mostra que tudo possui uma finalidade e o motiva a vencer sua grade curricular, a qual de uma ou outra forma contribui em sua formação de pesquisador. Por outro lado, a pesquisa pode inicialmente amedrontar o aluno e inibir seu senso de criação. Porém, quando bem orientado se torna capaz de desenvolver uma máquina de costura ou uma bomba atômica.

A percepção do aluno quanto ao projeto pode ser dividida em três etapas. A primeira etapa consiste na impressão assustadora de conceber um instrumento em sua totalidade e, a qual por vezes é um pouco desanimadora. Este é o resultado da falta de concatenação dos conhecimentos aprendidos. A segunda etapa é o desenvolvimento da pesquisa, a qual se

apresenta desafiadora. Na terceira etapa, a implementação, o aluno deslumbra-se com: sua arte, seu conhecimento e sua técnica plasmados no instrumento desenvolvido.

A participação dos alunos na pesquisa é opcional, o que a faz restrita a uma pequena parte da comunidade acadêmica. Alunos que não realizam pesquisa são candidatos a perder um terço do mercado de trabalho, pois atualmente a formação do engenheiro está baseada no tripé: ensino, pesquisa e extensão. Enquanto que os alunos desenvolvedores de um projeto de pesquisa comprometidos com a sociedade, fortalecem ainda mais sua condição de cidadão se tornando profissionais possuidores de maiores oportunidades.

Colher o fruto de um trabalho de pesquisa, na engenharia, é por vezes muito árduo e ocorre em longuíssimo prazo. Entretanto, se o aluno aceita a filosofia do grupo de trabalho e o procedimento de pesquisa adotado, os resultados finais se concretizam.

### *Agradecimentos*

Os autores agradecem a Vice-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão pela concessão da bolsa de iniciação científica do programa PIBIC/UNIJUÍ. Também agradecem à empresa Texas Instruments por brindar parte dos componentes que possibilitaram a implementação do instrumento.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

HELFRICK, A. D.; COOPER W. D. **Instrumentação Eletrônica Moderna e Técnicas de Medição**. Rio de Janeiro: PHB, 1994.

KOVACS, G. T. A. **Micromachined Transducers Sourcebook**. New York: McGraw-Hill, 1998.

LANDO, R. A.; ALVES, S. R. **Amplificador Operacional: Teoria, Aplicações, Servo Mecanismo**, São Paulo: Érica, 1982.

MALVINO, A. P.; LEACH, D. P. **Eletrônica Digital: princípios e aplicações - Lógica Sequencial**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MARQUES, M. O. **Educação/Interlocução, Aprendizagem/Reconstrução de Saberes**. Ijuí: UNIJUÍ Ed., 1996.

MARQUES, M. O. **Escrever é preciso: o princípio da pesquisa**. Ijuí: UNIJUÍ Ed., 2001.

PERTENCE, A. J. **Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos: Teoria, Projetos, Aplicações e Laboratório**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

TOCCI, R. J.; WINDER, N. S. **Sistemas Digitais, Princípios e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC. 1998.

VIEIRA, P. K. V.; WEICH, F. L.; CAMPOS, M.; REIMBOLD, M. M. P. **MCDSI - Módulo Contador Decádico para Sistemas De Instrumentação**. In: XVIII CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA EM ENGENHARIA - CRICTE 2003 E IV FEIRA DE PROTÓTIPOS, 2003, Itajaí. Anais CRICTE 2003. Laboratório de Soluções em Software - L2S, 2003.

WERNECK, M. M. **Transdutores e Interfaces**. Rio de Janeiro: LTC, 1991.

### **DEVELOPMENT OF A HYGROMETER: FACTOR OF CONCEPTION AND CREATIVITY FOR AN ENGINEERING STUDENT'S**

***Abstract:** The engineering is based in three aspects: art, science and technology. The art is the human feeling, the science is knowledge and technology is the capacity to shape the feeling and the knowledge concretely. Each one of those aspects is sustained in another tripod formed by the teaching, the research and the extension. For a conditioning alone of the years, it had seemed that the teaching is the only aspect that qualifies the academic: to learn to know, to learn to do, to learn to be, to learn to live. However the research, without less to respect the extension, interacts in the same way that the teaching. To prove that fact, this work tells the growth that the student reaches when it accepts to develop a project with the social needs, as it is the case of the humidity, which influences in the quality of the products of a society whose main activity is agricultural. The student's challenge is to project a hygrometer, through which will express the art, the knowledge in the different imaginable forms to obtain the greatness humidity and the technology, it will denote the strategy established to obtain the information of the established greatness visually. This work shows that the research is: formative and articulate of the relationship between theory and practice; fortify the perspectives of the organization of the thought, of the cultural formation and at the same time conditioning of citizen's state, showing that the knowledge purely technician and scientific of the engineers it is not enough for the new social reality, because it is that turns the most reflexive engineering.*

***Word-key:** research, conception and creativity, hygrometer, instrumentation.*