



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

## **DESENVOLVIMENTO DE UM NÓ SENSOR PARA AQUISIÇÕES DE TENSÕES E CORRENTES UTILIZANDO DSPIC<sup>1</sup>**

**Jordan Passinato Sausen<sup>2</sup>, Manuel Martin Reibold<sup>3</sup>, Mauricio De Campos<sup>4</sup>.**

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, pertencente ao Grupo de Automação Industrial e Controle.

<sup>2</sup> Estudante do Curso de Engenharia Elétrica do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia; Bolsista PIBITI/CNPq 2010-2011. E-mail: jordansausen@hotmail.com.

<sup>3</sup> Professor Orientador CNPq do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia do Grupo de Pesquisa GAIC; E-mail: manolo@unijui.edu.br.

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Ciências Exatas e Engenharia do Grupo de Pesquisa GAIC; E-mail: campos@unijui.edu.br.

### Resumo

A Automação de Processos sempre esteve intimamente ligada a Instrumentação e ao Controle. Com a evolução da tecnologia de sensores e das redes, este conceito é alterado e as grandezas passam a ser adquiridas/processadas próximas ao local de aquisição e transmitidas através de sinais de rádio sem a necessidade de cabeamento. O “Projeto e Implementação de Sensores Inteligentes - Etapas II e III” objetiva estender o “Projeto e Implementação de Sensores Inteligentes“, utilizando os mesmos princípios, porém com algumas mudanças. Destaque para a substituição do PIC por um dsPIC. Neste contexto, o presente trabalho objetiva o desenvolvimento de um novo nó sensor com os circuitos de aquisição, condicionamento e transmissão dos dados baseado no dsPICs 30F3012. O protótipo do novo módulo sensor ainda esta em fase de testes, os resultados preliminares, apresentados neste artigo, demonstram que o sensor desenvolvido atende aos requisitos pré-estabelecidos para o projeto.

Palavras-chave: Microcontrolador; Processamento; DSP.

### Introdução

A Automação de Processos sempre esteve intimamente ligada a Instrumentação e ao Controle. A concepção normalmente utilizada para a aquisição de grandezas utilizadas no controle de um processo sempre foi de alocar o sensor próximo ao local onde se encontrava a grandezas e transmitir os dados adquiridos, para o local nem sempre próximo, de processamento através de estrutura cabeada.

Com a evolução da tecnologia de sensores e das redes, este conceito muda e passamos a processar as grandezas adquiridas próximas ao seu local de aquisição (sensor inteligente) transmitindo através de sinais de rádio sem a necessidade de cabeamento. Com





**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

isso, podemos através do processamento localizado, evitar o envio de dados redundantes e também abrimos a possibilidade de utilizar canais de comunicação de banda estreita, já que o processamento local permite gerar informações que representam um conjunto de dados coletados. Por exemplo, pode-se enviar o valor RMS de uma grandeza ao invés de todos os valores coletados, para o cálculo em uma unidade de processamento remota.

O “Projeto e Implementação de Sensores Inteligentes - Etapas II e III” objetiva estender o “Projeto e Implementação de Sensores Inteligentes“, utilizando os mesmos princípios, porém com algumas mudanças. Destaque para a substituição do PIC por um dsPIC. De acordo com Souza (2008) o dsPIC possui um preço equivalente aos microcontroladores da família 18, além de um poder de processamento de um DSP, que proporcionará um incremento no desempenho de todo o conjunto a ser desenvolvido no projeto.

O estudo do dsPIC, assim como o seu funcionamento, sua plataforma e ambiente de desenvolvimento dos algoritmos e da arquitetura utilizada foi a proposta inicial para a realização do projeto. Posteriormente foram criados os algoritmos para a aquisição e tratamento dos sinais além do desenvolvimento, configuração e testes do protótipo que foi desenvolvido.

#### Metodologia

O dsPIC é basicamente a junção de um microcontrolador com um Processador Digital de Sinais (DSP). Inicialmente, foi realizado um estudo aprofundado sobre os dsPICs existentes observando características e periféricos a fim de definir o mais adequado a este projeto. Os dsPICs estão disponíveis em três famílias, sendo estas as famílias de controle de motores, sensores e uso geral. Como o “Projeto e Implementação de Sensores Inteligentes - Etapas II e III” fundamenta-se na área sensorial, utilizaremos a família de dsPIC’s voltada aos sensores. O microcontrolador que foi utilizado no projeto possui vários periféricos que permitem o mesmo “interfacear” com o mundo externo, como: Portas de I/O, Timers, UART, entre outras. Neste sentido foi escolhido o dsPIC30F3012 da Microchip, devido ao seu desempenho superior comparado com o atual PIC do projeto, resolução do conversor AD (12bits), preço, disponibilidade entre outras características.

Para o desenvolvimento dos algoritmos que foram utilizados no projeto foram sugeridos dois ambientes de trabalho: o CCS e o MPLAB. No primeiro momento, o software MPLAB foi mais utilizado em detrimento ao CCS. Para facilitar o entendimento do funcionamento do dsPIC, existe vários softwares disponíveis o utilizado neste projeto foi o compilador C30 da Microchip.

O circuito de aquisição, condicionamento e transmissão dos dados foi desenvolvido baseado no dsPICs 30F3012 da MicrochipTM. Na Figura 1 encontra-se o fluxograma da transmissão de dados.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

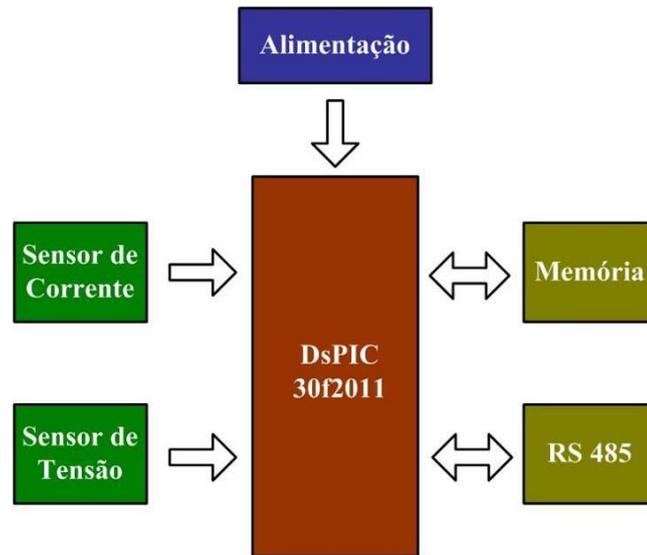


Figura 1. Fluxograma do circuito incluindo a transmissão de Dados.

Para facilitar os trabalhos, projetou-se a gravação em circuito do microcontrolador. Deve-se tomar cuidado com os níveis de tensão envolvidos na gravação. O dsPIC a ser gravado deve estar previamente energizado antes de iniciar a gravação, ou seja, a própria placa onde o PIC será gravado deverá estar energizada. O ICD2BR (gravador utilizado) não tem capacidade de corrente suficiente para alimentar o PIC que está sendo gravado e o resto do circuito que se encontra na placa, por este motivo, a própria placa deve prover alimentação ao PIC a ser gravado e não o ICD2BR.

O sinal ligado ao pino MCLR do microcontrolador atingirá uma tensão de 13V aproximadamente durante a gravação, por este motivo, o PIC a ser gravado in-circuit não pode estar com o MCLR ligado diretamente ao +5V. Recomenda-se o uso de um resistor de 10K $\Omega$ ; ligando o MCLR ao +5V, de forma que a tensão de gravação (+13V) possa ser aplicada ao pino MCLR sem problemas.

Quanto aos pinos RB6 (clock) e RB7 (data) utilizados pela gravação, deve-se observar o sentido de corrente em relação ao circuito já presente na placa. O ideal é isolar o circuito da placa do circuito de gravação através de dois resistores de pelo menos 1k $\Omega$ ;. Na Figura 2 é ilustrado a forma de conectar o gravador ao DsPIC, para gravação in-circuit. Estas configurações podem ser obtidas através do fabricante do gravador [2].

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

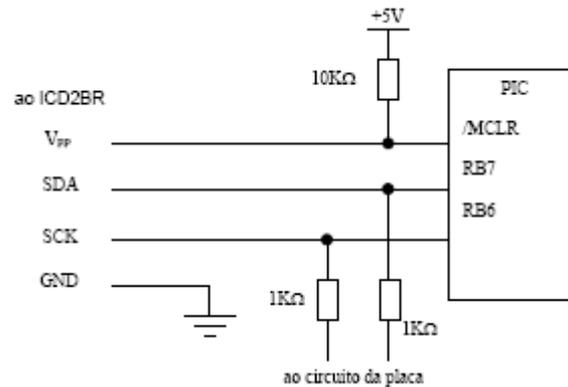


Figura 2. Gravação in-circuit.

Para realização dos testes de aquisição de dados foram utilizados dois sensores comerciais a priori de tensão e corrente uma vez que a dinâmica exigida por estas grandezas é mais rápida. Para a aquisição da tensão foram utilizados transformadores de medição. Estes transformadores, têm uma relação de transformação 15:1, com uma corrente máxima de 50mA e núcleo saturado, o que permite ter dimensões reduzidas. A saída deste transformador foi conectada a malha do ganho do Amplificador Operacional, que junto com o restante das configurações irão condicionar o sinal. Através de ensaios práticos observou-se ainda que sua banda passante limita-se a 6kHz.

Para as correntes foi utilizado um segundo sensor fabricado pela Allegro™ cujo modelo é o ACS750SCA-050A4 que representa uma opção de baixo custo e alto desempenho. Este sensor é alimentado em 5V e possui internamente um offset de 2,5V, de acordo com os dados do fabricante. Além disto, este sensor suporta uma corrente de até 50A e sua saída já é condicionada em tensão, sendo que este condicionamento interno apresenta na saída valores em tensão proporcionais a corrente medida.

### Resultados e Discussão

A versão final da placa de circuito impresso esta apresentada na Figura 3(a) e o protótipo do modulo sensor esta apresentado na Figura 3 (b). Ressalta-se que nesta versão do protótipo foram utilizados componentes DIP que posteriormente serão substituídos.

**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

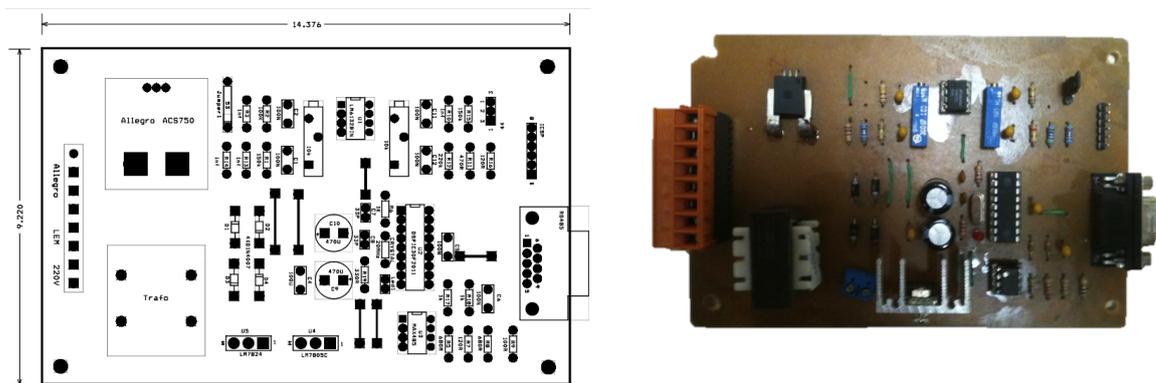
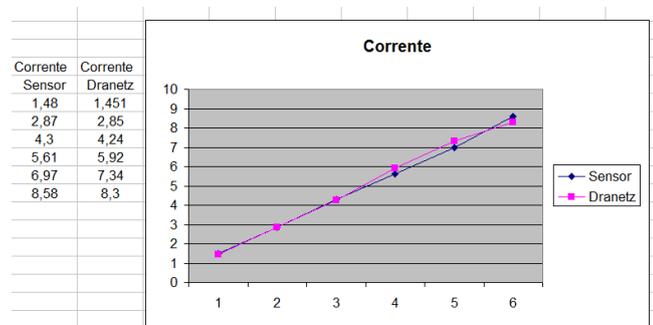


Figura 3. Placa de Circuito impresso desenvolvida (a) e protótipo (b) .

Além das aquisições dos sinais, dos condicionamentos, do processamento e da transmissão dos dados, também tem-se a alimentação da placa. Neste sentido foi inicialmente previsto a alimentação através da saída do transformador de medição. Desta forma não se faz necessário fontes externas de tensão.

A calibração dos módulos de aquisição de tensão e corrente foi realizada com base nos valores obtidos pelo analisador de energia Dranetz. Este equipamento realiza cálculos em tempo real, apresenta formas de onda de tensão, corrente e espectros harmônicos.

Nos gráficos apresentados nas figuras 4 e 5 é possível visualizar os valores obtidos com o Dranetz e pelos módulos desenvolvidos para corrente, tensão e potência.



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

Figura 4. Corrente Módulo X Corrente Dranetz.

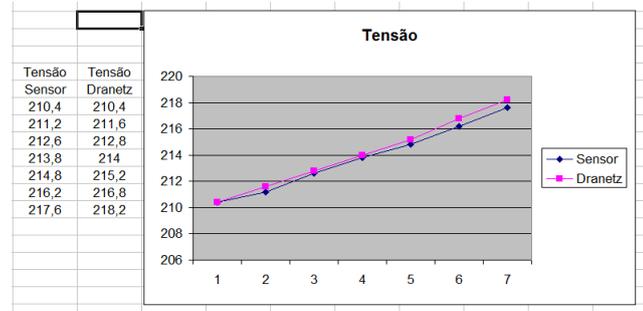


Figura 5. Tensão Módulo X Tensão Dranetz.

### Conclusões

Os primeiros resultados obtidos neste projeto de pesquisa foram resultados teóricos baseado no estudo dos DsPICs disponíveis no mercado, sua características e desempenho. O trabalho baseou-se em estudos aprofundados no microcontrolador e tudo que o envolve (softwares, circuitos integrados para transmissão, linguagem, etc).

Em seguida foram projetados e montados os primeiros protótipos, conforme apresentado no item anterior, do que deve ser os novos módulos sensores do projeto de pesquisa e desenvolvimento. Como afirmado nos demais relatórios vinculados a este projeto os atuais sensores não possuem a capacidade de fazer a aquisição de tensões e correntes uma vez que sua dinâmica é muito lenta.

O protótipo do novo módulo sensor ainda esta em fase de testes, os resultados parciais, apresentados neste artigo, demonstram que o sensor atende os requisitos pré-estabelecidos para o projeto. Como trabalhos futuros deve-se continuar os ensaios para verificar a robustez do novo módulo sensor bem como realizar a miniaturização substituindo os componentes DIP por componentes SOIC/SMD.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela bolsa concedida.

### Referências

- SOUZA, Vitor Amadeu. Descobrimo o dsPIC da Microchip <[http://www.cerne-tec.com.br/Descobrimo\\_o\\_dsPIC\\_da\\_Microchip.pdf](http://www.cerne-tec.com.br/Descobrimo_o_dsPIC_da_Microchip.pdf)> Acesso em: 8 de Novembro de 2010.
- BOYLESTAD, R., NASHELSKI, L. Dispositivos e Circuitos Eletrônicos. 6ª edição, São Paulo: Editora LTC, 1996.
- DATASHEET DO DsPIC30F2011 – MICROCHIP TECHNOLOGY. Disponível em:



**Modalidade do trabalho:** Relatório técnico-científico  
**Evento:** 2011 SIT - I Seminário de Inovação e Tecnologia

[http://www.microchip.com/stellent/idcplg?idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=1335&dDocName=en010340](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1335&dDocName=en010340)