

SISTEMA SIMPLES UTILIZANDO MICROCONTROLADOR PARA O MONITORAMENTO E CONTROLE EM CAMPO

A. F. Reis¹, S. V. Arêdes², L. F. Wiltgen Barbosa³

^{1,3} FEAU/UNIVAP – Jacareí – SP

² LIT/INPE – São José dos Campos – SP

¹allexreis@bol.com.br, ²svagner.aredes@lit.inpe.br, ³wiltgen@univap.br

Resumo - Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protocolo de comunicação por modulação de largura de pulso (PWM) para a aplicação na comunicação entre dispositivos digitais com um par de fios. Este tipo de equipamento é destinado à aplicação industrial onde é utilizados Controladores Lógicos Programáveis (CLP), e que pode também ser aplicado em placas eletrônicas na comunicação entre dispositivos como microcontroladores, memórias e processadores em geral. Atualmente, a utilização deste tipo de tecnologia é limitada devido a poucas opções, baixa confiabilidade, complexidade de operação, baixa velocidade de comunicação e alto custo de implementação. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um sistema de baixo custo, com componentes disponíveis no mercado nacional, que tenha baixa complexidade e com boa confiabilidade nas informações transmitidas. O projeto consiste basicamente em duas partes distintas, uma chamada de módulo de programação chamado de mestre (*master*), e outro chamado de escravo (*slave*) dispositivo de entrada e saída.

Palavras-chave: Controle, monitoramento, microcontrolador, automação industrial

Área do Conhecimento: III Engenharias

Introdução

A automação e controle de processos industriais requerem a aplicação de controladores lógico programáveis (CLP). Estes equipamentos recebem e enviam informações de comando e controle dos equipamentos como sensores, inversores de frequência, circuitos de comando e outros. Um CLP é constituído basicamente por um microcontrolador ou microprocessador, que forma a Unidade Central de Processamento (CPU) e seus cartões (placas de circuito dedicadas), que formam seus periféricos de entrada e saída.

Para implementar o automatismo do processo, é necessário passar uma quantidade muito grande de fios que trazem os sinais de estado do campo (cartões de entradas) e que levam sinais de comando para o campo (cartões de saída). Esta quantidade muito grande de fios provoca muitos problemas, como custo do projeto, identificação de cada condutor, espaço físico, passagem de cabos, dificuldade de manutenção e outros.

O objetivo desta pesquisa é projetar, desenvolver e testar um dispositivo de entradas e saídas que, ligados em rede que possam conduzir os sinais de entrada e saídas dos dispositivos através apenas de um simples par de fios com um protocolo proprietário de comunicação (REIS, 2006) utilizando controlador por largura de pulso (PWM – *Pulse Width Modulation* ou Modulação por Largura de Pulso).

Para simplificação da aplicação, além de seu módulo de configuração e programação, um único

modelo de dispositivo será desenvolvido, com um único *firmware*, podendo variar apenas a quantidade de entradas e saídas de cada dispositivo. As demais configurações individuais de cada dispositivo serão feitas pelo módulo de configuração e programação que será ligado na mesma rede de dispositivos.

Através deste módulo será possível fazer as configurações de cada dispositivo, além do que este módulo pode monitor via as “ligações virtuais” de todos os dispositivos da rede, facilitando sua manutenção.

O baixo custo do projeto será garantido pela aplicação de componentes de baixo custo encontrados com facilidade no mercado, tendo como componente principal o microcontrolador PIC16F877A da Microchip[®].

Um outro aspecto que reduz muito o custo é a eliminação dos gastos com cabos, sendo utilizado apenas um par de fios para comunicação. Desta forma este sistema proposto reduz o custo direto em material, reduzindo também o custo de mão de obra de manutenção dado a simplicidade do sistema.

A confiabilidade dos dados transmitidos será garantida através de um sistema de confirmação de dados de três vias, similar ao *Three Way Handshake* (*aperto de mão em três vias*) do protocolo de transporte TCP, utilizado na transmissão de dados da internet. Com isto, a capacidade de transmissão de dados de sistema é de ~3kb/s.

Além da aplicação na automação de processos com CLP, este sistema de comunicação pode ser aplicado em placas eletrônicas que utilizam várias trilhas (vias) para a comunicação entre microcontroladores, memórias, processadores de áudio e vídeo, decodificadores, entre outros.

Microcontrolador PIC

O microcontrolador recebe informações de sensores diversos ligados em suas entradas, processa estes sinais de acordo com sua programação e atua no processo via suas saídas que podem estar ligadas em diversos tipos de periféricos (SOUZA, 2003 e 2000).

O modelo PIC 16F877A, um dos mais completos da série, possui 33 portas que podem ser utilizadas como entradas ou saídas, possibilidade gravar um firmware com mais de oito mil linhas com palavras de até 14 bits, possui 256 posições de memória EPROM e mais de 368 posições de memória RAM, ambas de oito bits. A velocidade de processamento pode chegar até 20 MHz. Este modelo permite o desenvolvimento do projeto e inclusive futuros aprimoramentos, como transmissão de dados analógicos.

Funcionamento do Sistema

A aplicação deste sistema visa solucionar os problemas relacionados ao volume de cabeamento de sinais industriais e sistemas complexos eletrônicos no qual existam comunicação entre várias placas de circuito impresso.

Um controlador lógico programável (CLP) industrial é composto por um ou mais microcontroladores dedicados no qual possuem, grande capacidade de utilização de gerenciar diversos sinais de controle. Na indústria o CLP fica geralmente instalado em painéis onde é iniciada a distribuição dos cabos de comunicação e sinais. Esses cabos são conectados a cartões (módulos) de entrada e saída organizados em múltiplos cabos.

A distribuição destes sinais no campo se torna complicada devido ao seu número elevado de cabos, tornando o trabalho de montagem complexo, encarecendo muito o sistema (Figura 1). Esta forma padrão de distribuição de cabeamento possui ainda um problema sério na realização da manutenção, inclusive proporcionando riscos a segurança por se tratar de um sistema elétrico.

A eliminação deste tipo de painel por este sistema proposto é devido a simplicidade de comunicação via um par de fios que vão do PLC a todos os sensores ou atuadores, como pode ser visto na Figura 2.

A proposta deste projeto para solucionar este problema, e eliminar a excessiva quantidade de cabos do sistema (Figura 1) é basicamente substituir as placas que fazem a separação dos multi-cabos que estão conectados ao CLP pelos dispositivos SMC – Escravo (*Slave*). Assim, os multi-cabos serão ligados nas entradas e saídas dos dispositivos de rede, e deles, um único par de fios fará a transmissão e recepção dos sinais de campo (Figura 2).

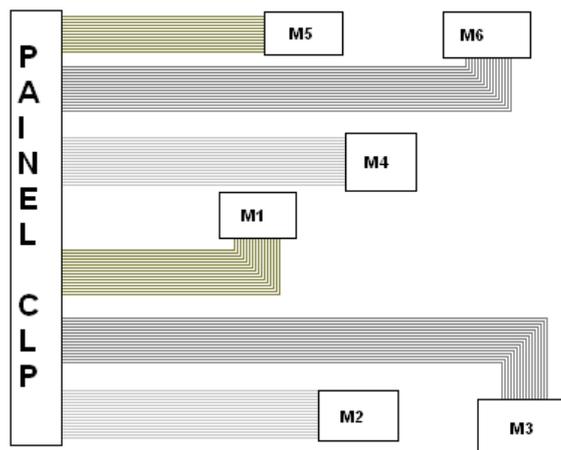


Figura 1 – Sistema convencional utilizado na comunicação de dados em PLC.

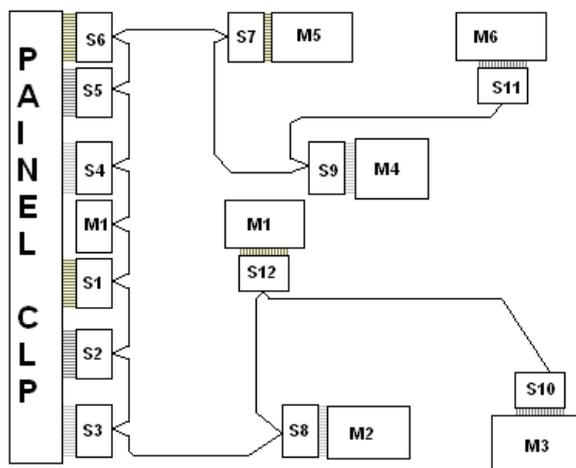


Figura 2 – Sistema novo proposto nesta pesquisa para a comunicação com o PLC.

Sistema de Monitoramento e Controle (SMC)

O sistema físico em si é muito simples, toda a sua complexidade está em seu firmware, que cria o protocolo de comunicação do sistema. Ele é constituído de dois diferentes dispositivos estes são apresentados esquematicamente na Figura 3.

➤ **SMC – MASTER:** é o responsável pelo controle do tráfego de dados na rede e pela configuração do sistema.

➤ **SMC – SLAVE:** é o dispositivo de rede onde se encontram as entradas e saídas que trafegam pela rede.



Figura 3 – Rede formada pelo SMC.

Na Figura 4, pode-se observar uma fotografia do primeiro protótipo funcional do SMC MASTER. E na Figura 5, a fotografia do primeiro protótipo funcional do SMC SLAVE.

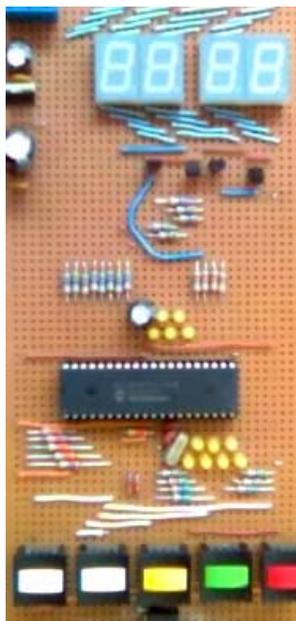


Figura 4 – SMC – MASTER.

Protocolo de Comunicação do Sistema

Para possibilitar a transmissão e recepção de dados de inúmeras entradas e saídas através de um único cabo, foi necessário desenvolver um protocolo de comunicação, como utilizados pela internet, para organizar, ordenar e separar os dados corretamente entre os dispositivos da rede.

Um protocolo de comunicação nada mais é do que um conjunto de convenções que rege o tratamento, e especialmente, a formatação dos dados em um sistema de comunicação. Seria a "gramática" de uma "linguagem" de comunicação padronizada. Existem vários protocolos de

comunicação e diariamente são utilizados. O mais antigo deles é a língua falada: duas pessoas que emitem sons audíveis aos ouvidos humanos podem se comunicar.

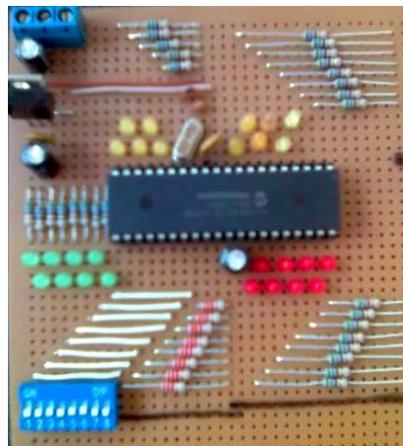


Figura 5 – SMC – SLAVE.

O conceito utilizado para a criação do protocolo do SMC foi o PWM (*Pulse Width Modulation*) ou modulação por largura de pulso. Este tipo de modulação consiste basicamente em codificar sinais transmitidos entre dispositivos através da variação da largura dos pulsos elétricos enviados e recebidos.

Pode-se fazer uma analogia deste protocolo com um protocolo muito conhecido, o "Código Morse", onde através de dois sinais discretos (ponto e traço) pode-se definir traços de diferentes comprimentos (larguras), ou seja sinal curto ou longo. Assim sendo, pode-se transmitir qualquer tipo de informação, desde que os dois lados do sistema entendam o significado do conjunto de códigos enviados, ou seja, conheçam o protocolo utilizado.

A grande diferença entre o código Morse e o SMC, é que o SMC utiliza sete pulsos de diferentes larguras que associados, conforme o protocolo desenvolvido nesta pesquisa, são entendidos pelos dispositivos da rede, fazendo assim a comunicação entre eles. Os sete diferentes pulsos utilizados para a comunicação deste sistema estão apresentados na Figura 10.

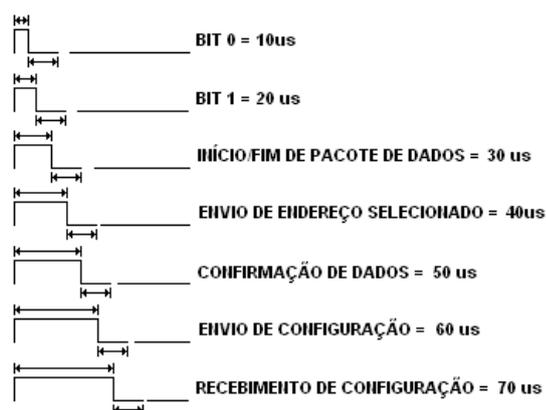


Figura 10 – Largura dos pulsos de comunicação

O protocolo para a comunicação dos dados dos dispositivos consiste em seis etapas, sendo as terceira, quarta e quinta para garantir a confiabilidade dos dados transmitidos e evitar qualquer erro de interpretação entre os dispositivos (confirmação em três vias).

Devido ao controle do SMC – Master, apenas um dos dispositivos (tanto o Master quanto o Slave), enviam dados na rede a cada instante.

Testes do SMC

Os testes iniciais, após montagem das placas e gravação dos programas apresentaram muitos problemas com o firmware, como era previsto dado à quantidade de linhas contidas no programa.

A maioria destes problemas referiram-se ao tempo em que o nível lógico ficava em zero entre os pulsos, tempo este que é necessário para os dispositivos processarem o pulso recebido.

Pode-se dizer que a correção das falhas de firmware foram muito rápidas devido à utilização de 12 (doze) leds amarelos no SMC Master e, 13 leds amarelos no SMC Slave que foram programados para acionarem em pequenos trechos do programa, facilitando e possibilitando assim a visualização dos pontos em que o programa não seguia a rotina programada.

Conclusão

Este projeto mostrou que é possível com a aplicação de microcontroladores obter soluções simples para problemas relativamente complexos. Este tipo de abordagem para sistemas de controle se torna viável em termos de custo e benefício dado sua abordagem modular e a utilização de componentes comuns em eletrônica.

Na indústria, a aplicação de sistemas como este, tem sido largamente difundida, com a construção e utilização de sistemas com protocolos próprios ou não existentes no mercado

(profibus®, modbus®, fielbus®, devicenet®, entre outros). A utilização destes sistemas tem obtido bons resultados além da redução do custo de instalação e manutenção.

Pode-se projetar vários tipos de dispositivo de controle e monitoração de sistemas automatizados de forma reduzida utilizando poucos componentes. A utilização de microcontroladores de baixo custo também viabilizam estes projetos dado a possibilidade de colocar toda a “inteligência” desejada para estes sistemas dentro da programação do firmware.

Alguns aspectos técnicos que pareciam não ter muita relevância na montagem destes dispositivos eletrônicos se fizeram muito importantes na solução de alguns problemas no funcionamento do equipamento, como a aplicação de filtros capacitivos nas fontes de tensão do circuito, visto que o processamento é de alta velocidade, qualquer variação instantânea, mesmo da ordem de micro-segundos, poderia afetar o funcionamento do sistema.

Outro aspecto técnico que não parecia poder interferir no funcionamento deste dispositivo foi o valor de tensão direta nos diodos semicondutores de uso geral. Comumente se considera um valor baixo (~0,7V) que não deveria interferir no funcionamento do sistema, isto foi ignorado. Entretanto, por se tratar de sinais lógicos discretos de 0 à 5V, o valor mesmo baixo de 0,7V representava cerca de 14% do sinal de comunicação entre os módulos do SMC. Como o projeto havia a necessidade de aproveitar ao máximo o sinal de tensão, optou-se por utilizar neste sistema dois diodos ligados em série localizados entre os dispositivos. Porém isto agravava a queda de tensão dos dispositivos que passou a ser de ~1,4V, ou seja, 28% do sinal.

Para solucionar este problema, foi necessário a utilização de diodos do tipo *Schottky* produzidos com semicondutor do tipo germânio, que possui como uma de suas principais características baixa queda de tensão na junção PN. O valor da queda típica para este tipo de componente na forma como foi utilizada no SMC foi de ~0,1V. Possibilitando assim, trafegar as informações de controle com maior nível de tensão e desta forma sendo menos susceptível a ruídos.

Referências

- REIS, A.F. **Sistema de Monitoramento e Controle**. Trabalho de conclusão de curso em Eng. Elétrica – FEAU/UNIVAP, 2006.
- SOUZA, D. J. D. *Desbravando o PIC*. 6ª Edição. Editora Érica. p.268. São Paulo, 2003.