

PROPOSTA DE INTERFACEAMENTO ENTRE REDE DE CONTROLE LONWORKS E RFID

Aldo Ventura da Silva*

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um interfaceamento entre a rede de controle, baseada na tecnologia LonWorks e a tecnologia Radio Frequency IDentification (RFID). Para a realização desse trabalho houve a necessidade de estudarmos ambas as tecnologias para conhecer a viabilidade do processo. A partir desses estudos, obtivemos a construção de um hardware simplificado que efetua o envio de informações dos dispositivos RFID para a rede LonWorks. Também houve a elaboração de um software aplicado ao hardware Neuron Chip. Atualmente, as redes de controle LonWorks, possuem ampliadas formas de utilizações, e com o desenvolvimento do interfaceamento obtemos mais uma forma aplicação de aplicação para as redes de controle LonWorks, mais especificamente no controle de acesso.

Palavras-chave: LonWorks, RFID, redes de controle, sistemas distribuídos.

* Bacharel em Sistemas de Informação – Universidade de São Paulo (USP)

1 INTRODUÇÃO

Atualmente percebemos que a tecnologia tem obtido uma grande velocidade de concepção, desde sistemas de hardware até software em diversos campos, assim, esse avanço tecnológico vem ajudar a proporcionar maior exatidão nas execuções de tarefas, facilidades de uso, e conforto para aqueles que a utilizam. Controles informatizados possuem essas características, e são utilizados no ramo industrial, da medicina, comercial, etc., por diversos motivos como controle de iluminação, temperatura, e equipamentos diversos. Nesse contexto, as redes de controle estão cada vez mais presente em nosso dia-a-dia, e sendo utilizadas amplamente, para suprir necessidades comerciais, ou mesmo para uma maior qualidade de vida.

Mundialmente temos diversos tipos de redes de controle, com os mais variados tipos de protocolo e dispositivos, normalmente esses sistemas de automação são centralizados e proprietários, e estão sendo substituídos por arquiteturas distribuídas e abertas (CANOVAS, 2006; CUNHA, 2008).

No cenário atual o controle industrial é normalmente feito através de arquiteturas centralizadas, isto é, o controle é efetuado através de uma ou mais unidades que controlam o sistema (CANOVAS, 2006). Como exemplo de arquitetura centralizada, temos os Controladores Lógicos Programáveis (CLP), que coletam as informações dos dispositivos de entrada, processam a informação recebida e geram acionamentos para os dispositivos de saída (CUNHA, 2008) (Figura1).

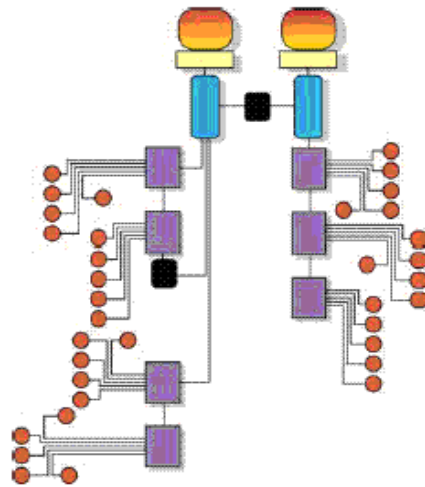


Figura 1 – Arquitetura exemplo de rede centralizada
(ECHELON CORPORATION, 1999)

Na figura, os dispositivos (elementos em vermelho), fazem o papel de sensores, que recebem as informações e as repassam aos CLP's (elementos em lilás) através da rede, que por sua vez processam as informações e as enviam para a rede.

Na Arquitetura centralizada percebemos que os dispositivos da rede que não sejam CLP não processam a informação, simplesmente a repassam aos componentes responsáveis pelo processamento das informações, que executa a operação necessária e devolve uma resposta da requisição feita pelo dispositivo.

Em automação não existe um padrão dominante o que torna muito difícil a integração de dispositivos de protocolos de comunicação e a utilização de ferramentas únicas para a concepção de redes de controle. Na década de 90 a empresa americana Echelon criou uma tecnologia de redes de controle denominada LonWorks, na qual o objetivo era interligar dispositivos em um barramento, trabalhando em comunicação ponto-a-ponto (per-to-per) para que fosse efetuado o controle da rede (CHERMONT, 2007).

No final da década de 90 a empresa Echelon realizou a abertura da especificação do protocolo, permitindo que diversos fabricantes de dispositivos desenvolvessem produtos baseado na tecnologia LonWorks (CHERMONT, 2007). LonWorks é uma tecnologia

descentralizada (Figura 2) e de padrão aberto assim como dito anteriormente por Chermont e frisado em (CANOVAS, 2006).

"LonWorks é uma tecnologia de especificação aberta baseado no protocolo definido pela norma americana ANSI/EIA 709.1, a qual possibilita a criação de redes de controle descentralizadas. Essa tecnologia foi criada pela empresa Echelon... que a tornou aberta no final da década de 1990."

A vantagem de abertura da especificação da tecnologia fica evidenciada quando há a necessidade de desenvolver uma rede de controle, na qual, diversos dispositivos de diversas empresas podem ser interligados em uma rede em comum, dessa forma a concorrência entre empresas pode existir fundamentando valores mais baixos para a aquisição de equipamentos pelo cliente.

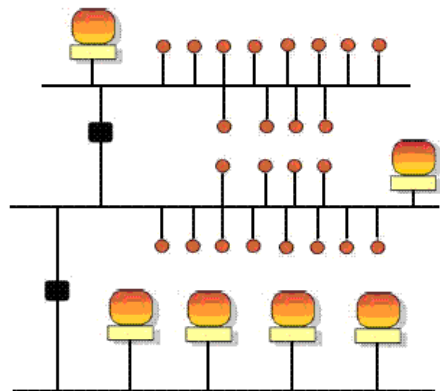


Figura 2 – Arquitetura exemplo de rede de controle (ECHELON CORPORATION, 1999)

Na figura, os dispositivos (elementos em vermelho) da rede de controle LonWorks, não necessitam do processamento em CLP, pois cada dispositivo já contém um núcleo de processamento.

Como mostrado por (CUNHA, 2008) existem grandes empresas que fornecem soluções para automação e também a existência de padrões abertos, porém proprietários:

"Já há algum tempo, algumas empresas notáveis, como a Siemens e a Johnsons Control, fornecem soluções completas, baseadas em redes de controle; porém com tecnologia fechada. Apesar de se encontrar padrões abertos já disponíveis, como o Fieldbus e o Modbus, a

grande maioria das empresas utiliza protocolos de comunicação, interface usuário-máquina e métodos de programação baseados em tecnologia proprietária e fechada...

Além disso, há um enorme impacto no que se refere ao relacionamento de um cliente e seu fornecedor, pois o primeiro estará totalmente dependente de preços, prazos de entrega, qualidade e serviços do segundo, nem sempre vantajosos ao primeiro.”

Dessa forma, percebemos diversas vantagens de se utilizar uma rede de controle descentralizada e de padrão aberto, nesse ímpeto buscaremos conhecer a tecnologia LonWorks que além de possuir a vantagem de ser um padrão aberto e descentralizado, possui a abertura da especificação do protocolo de comunicação, e diversas ferramentas de desenvolvimento existentes no mercado para a concepção de redes de controle.

Além da tecnologia LonWorks, atualmente, temos também um tipo de tecnologia denominada radio frequency identification (RFID), que através de ondas eletromagnéticas pode recuperar informações de objetos, pessoas e animais, todos eles dependendo do campo de aplicação da tecnologia. Essa tecnologia por possuir capacidade de ser acoplada em diversas aplicações, desde logística, transporte, segurança, medicina, entre outros, por essas aplicações diversas, RFID acaba sendo essencial no desenvolvimento tecnológico da automação em geral.

Incentivado pela evolução da automação em geral, a integração de diversos protocolos e tecnologias diferentes acabam sendo uma motivação para fabricantes e estudiosos em criar padrões e equipamentos interoperáveis para o acoplamento de diversas tecnologias. Nesse âmbito, o desenvolvimento de um interfaceamento entre a tecnologia LonWorks e RFID é proposto nesse trabalho.

1 A Tecnologia LonWorks

Este capítulo visa apresentar a tecnologia LonWorks e seus aspectos mais relevantes. Para iniciar, será abordado o protocolo de

comunicação LonTalk e suas características, o componente de processamento denominado Neuron Chip, a organização LonMark responsável por designar padrões para interfaceamento de equipamentos LonWorks, e algumas ferramentas de integração dos dispositivos e programação utilizados para promover a interconectividade dos dispositivos.

1.1 Protocolo LonTalk

O protocolo LonTalk, especificado pela norma ANSI/EIA 709.1 é o centro da tecnologia LonWorks. Ele pode ser implementado em qualquer microprocessador ou micro controlador, atualmente o mais popular é denominado Neuron Chip desenvolvido pela Motorola em parceria com a Echelon, existem outros, porém menos populares, como é o caso do L-Core, desenvolvido pela empresa Loytec que também implementa o protocolo LonTalk e possui características físicas diferentes. E como ambos utilizam o mesmo protocolo aberto, os dispositivos desenvolvidos são interoperáveis (CUNHA, 2008).

LonTalk fornece um conjunto de serviços de comunicação que permitem o envio e recebimento de mensagens através da rede pelos dispositivos, também chamados de nós, sem o conhecimento de sua topologia. Para o programa aplicativo dos dispositivos, nomes ou endereços de outro nós não são analisados por ele, e os pacotes são enviado e recebidos de tal forma que ficam “transparentes” aos dispositivos da rede (CHERMONT, 2007). Isso ocorre devido à forma da implementação do protocolo de comunicação.

Vejamos a estrutura do protocolo de comunicação LonTalk que implementa as sete camadas do modelo Open System Interconnection (OSI) (Figura 3) de arquitetura de redes, padronizado pela International Organization for Standardization (ISO) (CHERMONT, 2007; CUNHA, 2008).



Figura 3 – Modelo OSI de arquitetura de protocolos de rede
Extraído de Canovas (2006).

- 1.Física: essa camada garante que o bit enviado seja reconhecido como o mesmo bit pelos receptores.
- 2.Enlace: aqui é definido a forma de acesso aos meios de transmissão e codificação dos dados, efetuando prioridades de meio de acesso e como o destino os reconhece e o recebe.
- 3.Redes: define como é feito o endereçamento, nomeação e rotas quando os canais de comunicação forem diferentes.
- 4.Transportes: garante a entrega confiável do pacote, além de ignorar mensagens duplicadas.
- 5.Sessão: controla troca de dados das camadas mais inferiores, fornece suporte a ações remotas, e verifica se um determinado cliente está apto a receber as informações.
- 6.Apresentação: fornece uma estrutura de dados que pode ser vista pelas camadas mais inferiores, apresentando uma espécie de “interface interna”. Aqui são definidas Standard Network Variable Types (SNVTs), que são variáveis padrão que fornecem meios para a interoperabilidade dos fornecedores (CUNHA, 2008).
- 7.Aplicação: essa camada está livre para a que o usuário crie sua aplicação, apesar de não estar especificada no protocolo ela é

considerada por diversos acadêmicos como integrante do protocolo LonTalk, podemos observar isso em Canovas, Chermont e Tani.(CANOVAS, 2006; CHERMONT, 2007; TANI, 2006).

Ainda temos uma política de acesso ao meio físico que permite a utilização total de sua capacidade (CUNHA, 2008). Diversos meio físicos podem ser usado para a transmissão de dados como rádio frequência, infravermelho, cabo coaxial, entre outros; e diferentes taxas de transmissões que vão desde 5 Kbps (rede elétrica), até 1.25 Mbps (par trançado, fibra ótica) (CUNHA, 2008; ECHELON, 1999). Para obtermos acesso aos diversos meios de transmissão são necessários transceptores ou transceiver, que são responsáveis pela conexão à rede de transmissão utilizada, cada dispositivo da rede possui internamente um componente transceptor para transmitir os dados, pelo determinado tipo físico da rede (CHERMONT, 2007).

1.1.1 Variáveis de Rede

A variável de rede ou Network Variables (NVs), é uma estrutura de dados que representa uma variável do mundo real, como exemplo temos a temperatura de um determinado ambiente, a umidade de uma sala, etc., essas variáveis podem ser de entrada (input variable) ou de saída (output variable), sendo elas as que recebem as informações da rede e as que enviam as informações, respectivamente. Como mencionado por Chermont:

“A intenção ao criar esse tipo de estrutura no protocolo é permitir que se possa conectar uma variável de saída de um dispositivo a uma variável de entrada de um outro. Essa interconexão é chamada de binding e cria um cabo virtual entre os dois dispositivos fazendo com que os dois troquem informações de uma maneira transparente.”

O binding pode ser feito somente se as NVs forem compatíveis, o binding é ilustrado logo abaixo (figura 4):

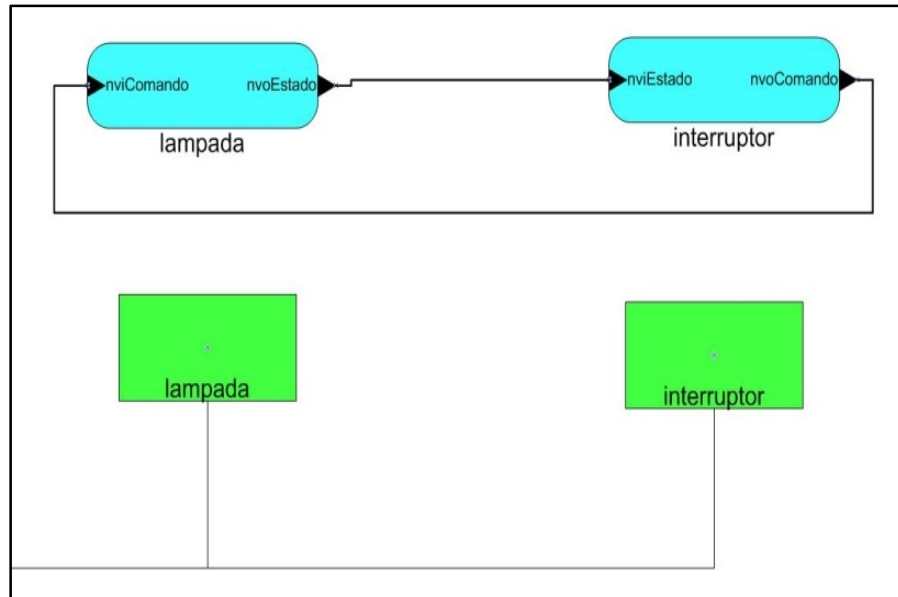


Figura 4 – Bindings entre os dispositivos lâmpada e interruptor
Extraído de Cunha (2006).

A ligação lógica (em azul) entre os dispositivos lâmpada e interruptor, designam valores para as variáveis de entrada e saída dos dispositivos. Os bindings são as ligações entre os dispositivos da rede, onde o envio de informações seguem para os dispositivos designados a recebê-los, ou seja, através de bindings, a rede LonWorks sabe “quem deve conversar com quem” na rede.

1.2 O Neuron Chip

O Neuron Chip é o componente responsável pelo processamento das informações da rede e também pelo controle das NVs que trafegam por ela, ele implementa as camadas de 1 a 6 do modelo OSI através de três processadores internos. O primeiro processador é responsável pelas camadas 1 e 2, o segundo processador é responsável pelas camadas 3 até 6, e o terceiro processador fica responsável pela camada 7 de aplicação (figura 5). Podemos observar que existe o encapsulamento do protocolo

LonTalk no Neuron Chip, facilitando o desenvolvimento de novos produtos, pois, o fabricante fica preocupado apenas em desenvolver as aplicações que ficam armazenadas na memória interna ou externa interligada ao Neuron Chip (CHERMONT, 2006).

Vemos que o fabricante não fica preocupado em como a será a distribuição de NVs pela rede, aumentando assim a praticidade no desenvolvimento.

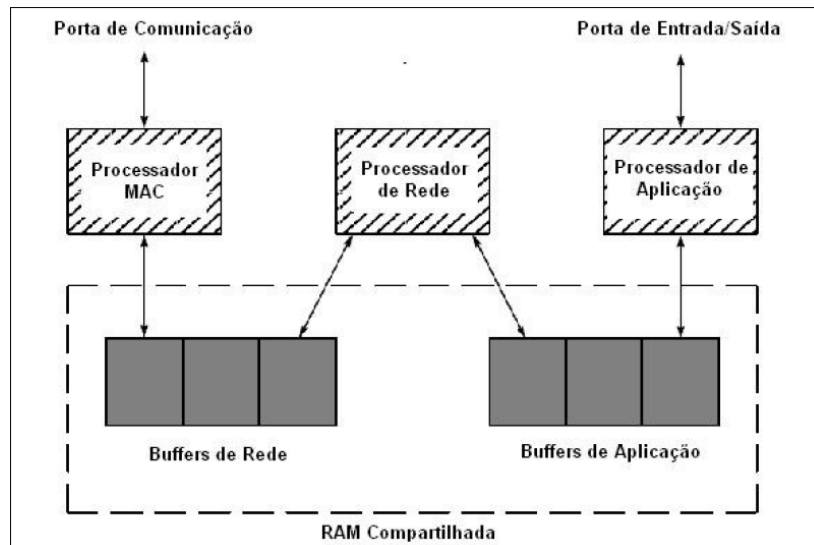


Figura 5 – Organização interna do Neuron Chip
Baseado em Motorola (1997).

O desenvolvimento dos aplicativos para o Neuron Chip é feito através de uma linguagem de programação denominada Neuron C, que é baseada na linguagem C.

1.3 O Órgão LonMark

Criada em 1994 a organização LonMark (LONMARK, 2009) é responsável por promover a interoperabilidade dos dispositivos desenvolvidos para as redes LonWorks, através da associação formada pelos fabricantes, integradores, usuários finais e outras empresas interessadas na tecnologia LonWorks (ECHELON, 1999; CHERMONT, 2007; TANI, 2006). Interoperabilidade significa integrar dispositivos de diversos ou do mesmo fabricante sem a

necessidade de um dispositivo de adaptação ou programação especial(CHERMONT, 2007).

A principal função da organização LonMark é garantir a interoperabilidade de equipamentos ao serem acoplados à redes LonWorks, para isso são definidas regras, na qual é garantida a interoperabilidade dos dispositivos em todas as camadas do modelo OSI. Assim que certificado o dispositivo pode obter o logo da organização (Figura 6), identificando-o como um equipamento que pode ser acoplado em qualquer rede LonWorks (ECHELON 1999).



Figura 6 - Selo de certificação LonMark (LONMARK INTERNATIONAL, 2009)

A atuação do órgão se destaca em dois pontos, o primeiro é a homologação das estruturas e documentações referentes aos programas de aplicação, tendo como foco principal a especificação das variáveis de rede padrão, denominadas *Standard Network Variable Types* (SNVTs). As SNVTs são NVs padronizadas, onde através delas podemos criar aplicações para os dispositivos relacionadas a rede LonWorks, garantindo assim a interoperabilidade e evitando a criação de NVs ambíguas em relação ao sua formatação ou tipo, e conteúdo (TANI, 2006), temos um exemplo mostrado por Tani:

“Como exemplo pode-se citar a SNVT_temp que define uma variável de rede destinada a conter dado de temperatura, com resolução de 0,1, em graus Celsius representado em 2 bytes”.

Os dispositivos desenvolvidos não necessariamente devem possuir o logotipo LonMark, porém é essencial para a concepção de dispositivos comerciais interoperáveis (TANI, 2006).

2 A Tecnologia RFID

Este capítulo visa apresentar a tecnologia RFID e seus aspectos mais relevantes. Para iniciar, teremos uma introdução explicando a tecnologia RFID e as características das tags, readers e antenas.

2.1 Apresentação da tecnologia RFID

A tecnologia RFID assim como a Internet, foi criada no período de guerras, especificamente na II Guerra Mundial, onde os Aliados diferenciavam os aviões inimigos dos seus próprios, através dessa tecnologia que era denominada Identification Friend or Foe (IFF) (OLIVEIRA; SYBASE, 2006).

O grande crescimento da tecnologia evidenciou-se pelas diversas aplicações em diversas áreas, podendo utilizar a tecnologia para melhorar seus processos de produção e serviços. Em princípio a grande utilização está mais bem apresentada no rastreamento de bens e mercadorias, mostrando ser muito bem aplicada na Logística (SYBASE, 2006).

Com a grande aceitação do mercado, a tecnologia de RFID têm diminuído cada vez mais o seus custos, sendo uma atraente ferramenta para a concepção de projetos diversos. Além disso, vemos através de SYBASE em Estado da Arte em RFID, que existe uma evolução da aceitação da tecnologia, e que ela apenas está no início da fase de crescimento:

“...um estudo, realizado pela AMR Research, em que são identificadas três fases do processo evolutivo da tecnologia: fase do pioneiros, fase de crescimento e fase de adoção generalizada; então poderíamos afirmar que a tecnologia se encontra no início da segunda fase e que, como tal, a procura irá suplantar em muito as atuais necessidades de mercado”.

O RFID pode ser considerado como uma tecnologia substitutiva de diversas outras, a longo prazo, a utilização de código de barras e cartões magnéticos não mais serão únicos, pois poderão ser substituídos ou co-existir com a tecnologia RFID, obtendo assim maior eficiência e segurança em suas aplicações.

Porém, seu desenvolvimento, pode não apenas restringir-se a sua própria evolução pois, quando aliado à outras tecnologias poderá mais do que apenas rastrear e identificar, mas também detectar propriedades como a temperatura e umidade (SYBASE, 2006).

2.1.1 Cartão de Proximidade ou *Tag*

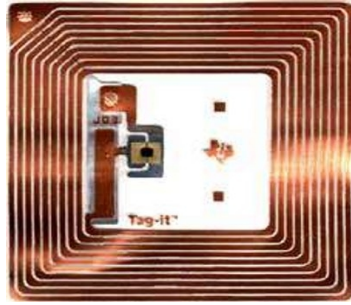
O cartão de proximidade, também conhecido como tag, são elementos que ativam uma determinada ação, pode ser considerada uma “chave inteligente”.

Existem diferentes formatos de tag, elas podem ser classificadas em ativas, passivas e semi-passivas, cada formato e classificação depende do tipo e forma da aplicação. Serão apresentadas brevemente.

- *Tag Ativa*: possui alimentação por baterias, emitindo assim o próprio sinal à uma antena receptiva do sinal de RFID, normalmente seu tamanho é superior se comparado à uma tag passiva e seus custos também são superiores, mas dependendo da aplicação pode conseguir uma grande vantagem se comparado às outras tags;

- *Tag Passiva*: Não necessitam de qualquer tipo de alimentação, pois são ativadas pela potência de rádio frequência emitida pela antena, esta deve estar próxima o suficiente para poder transferir potência suficiente para a comunicação. Tags consideradas de Classe 0 e 1 possuem apenas número de identificação, as de Classes 2 podem conter memória não volátil Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM) para armazenamento de dados.

- *Tag Semi-Passiva*: São semelhantes à tag ativa, pois possuem baterias, mas essas só são ativadas quando entram em contato com a antena receptiva de RFID semelhante à tag passiva.



A Figura 7 – **A** – Tag Passiva; **B** – Tag Ativa

Extraído de Sybase (2006).

O intuito deste trabalho não contempla entrar em especificações de frequências, pois demandaria uma análise maior, que não é o objetivo desse trabalho.

2.1.2 Readers

Um *reader* ou “Leitor” é basicamente um aparelho que permite a leitura, a interpretação e a escrita de tags de RFID. O reader é acoplado à uma ou mais antenas por intermédio de uma interface definida pelo construtor (comumente sendo cabos coaxiais) e assim usada para emitir ondas de rádio normalmente fornecida pelo próprio reader.

Existem diversos tipos de readers, a escolha depende da utilização e aplicação, estes vão desde readers móveis até fixos. As frequências de leitura dos readers dependem do fabricante e se estes podem ser ajustáveis a uma determinada faixa de frequência, a maioria dos readers lê em todas a frequências usadas pelas tags.

No nosso caso, as tags são pré-definidas, e os readers são incorporados às antenas, e possuem somente a função de leitura.

2.1.3 Antenas

As antenas constituem uma parte fundamental, pois são elas que fazem a interligação entre os readers e as tags, possibilitando a comunicação. Elas podem possuir alimentação própria ou através dos readers.

Existem diversos tipos de antenas, na figura abaixo temos alguns exemplos:

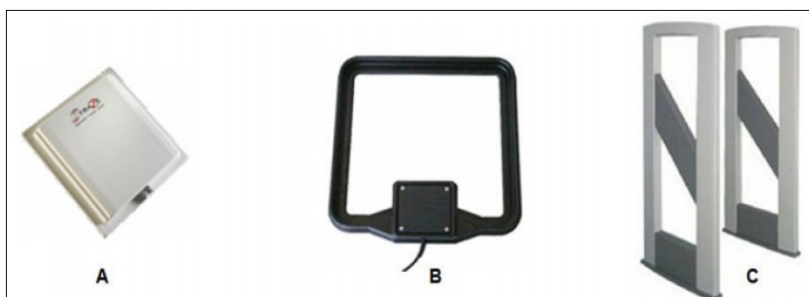


Figura 8 – A – Antena de Parede ou desktop; B – Antena de alta frequência; C – Antenas em Portal. Extraído de Sybase (2006).

Os tipos de antenas variam conforme as necessidades, as mais comumente usadas são as de parede ou desktop, que satisfazem a maioria das aplicações, inclusive a deste trabalho.

2.2 Faixa de Frequência do RFID Utilizado

A faixa de frequência utilizada pelo equipamento ASR-503 (figura 9) é de 125 kHz para leitura da tag, sendo essa frequência Low Frequency (LF), ou seja, considerada baixa. Essa faixa está dentro da faixa de frequência Industrial, Scientific and Medical (ISM), que é utilizada por outras tecnologias, incluindo o Bluetooth (OLIVEIRA; PEREIRA, 2006).



Figura 9 – Leitor de proximidade ASR – 503

3 Concepção do Interfaceamento

Apesar de existirem diversas ferramentas para concepção de uma rede de controle, incluindo diversos dispositivos, e como foge do escopo do trabalho analisar os dispositivos e ferramentas que podem ser utilizados em uma rede LonWorks, prenderemo-nos aos equipamentos e ferramentas que foram utilizados para o

desenvolvimento do interfaceamento entre a rede LonWorks e RFID.

3.1 Ferramentas LonWorks

As Ferramentas LonWorks utilizadas para a concepção do interfaceamento foram: o equipamento NodeBuilder, NodeBuilder Development Tools (software de programação do Neuron Chip), um Neuron Chip explicado anteriormente, e o LonMaker (software de integração dos dispositivos à rede LonWorks). Além dessas ferramentas, houve a necessidade da concepção de um novo hardware para interligar o dispositivo de RFID, esse hardware é basicamente o Neuron Chip com ligações físicas em placa eletrônica.

3.1 Ferramentas Echelon

- NodeBuilder Development Tools (figura10): é a ferramenta que programa o Neuron Chip, através de uma Integrated Development Environment (IDE) de programação, cuja linguagem de programação é denominada Neuron C, que por sua vez, têm como base a linguagem C, assim como citado anteriormente. Pela rede LonWorks em conjunto com o NodeBuilder Development Tools podemos programar, apagar e reprogramar o Neuron Chip, semelhantemente à memória flash, EEPROM, entre outras memórias programáveis.

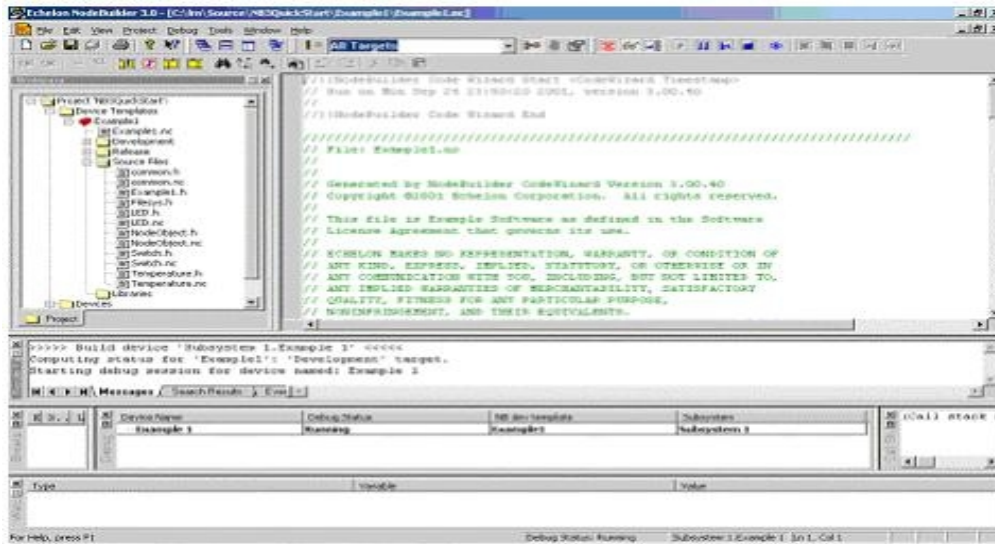


Figura 10 – Tela de exemplo do software NodeBuilder Development Tools.

- Echelon LonMaker (figura 11): é o programa onde podemos conectar os dispositivos LonWorks através das ligações lógicas (bindings). O programa utiliza o software Visio, da empresa Microsoft, como base para desenvolver o desenho da rede. Através desse software podemos interconectar os mais diversos tipos de dispositivos LonWorks, ele possui também um banco de dados que pode guardar as conexões lógicas de diversos dispositivos LonWorks, esse banco de dados é denominado LonWorks Network Services (LNS);

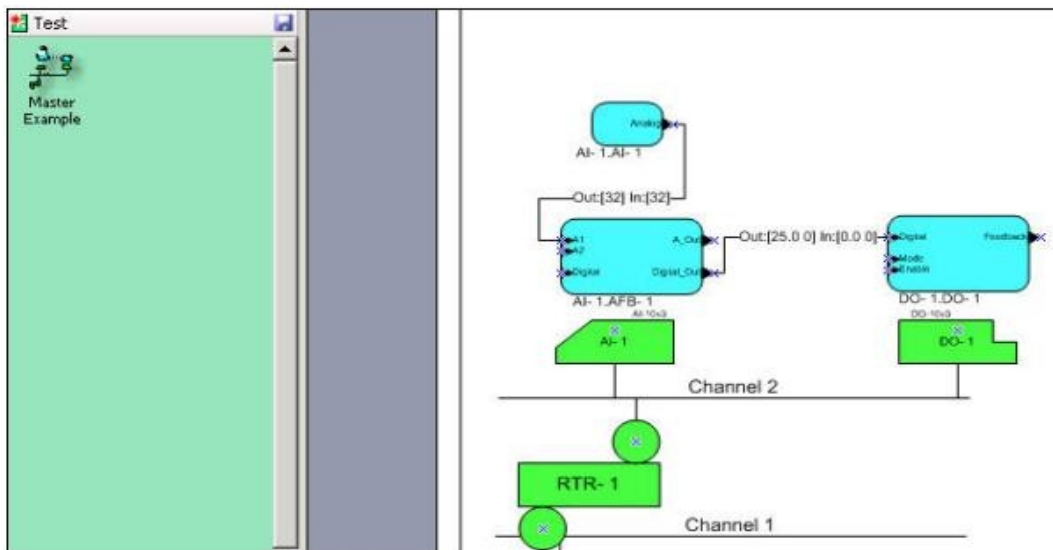


Figura 11 – Exemplo de rede elaborada com o software Echelon LonMaker.

- LNS Server: é o banco de dados referente ao Echelon LonMaker, onde ficam armazenados as configurações da rede, ligações lógicas efetuadas com outros dispositivos, endereços lógicos, etc.

- Network Interface (NIC): Produzido pela empresa Loytec a NIC é uma interface entre a Universal Serial Bus (USB) do computador e a rede LonWorks, onde os softwares referentes à tecnologia podem analisar, modificar, e obter dados sobre a rede.

3.2 Ferramentas RFID

A ferramenta de RFID utilizada foi:

- O leitor de proximidade ASR-503 (figura 9) da empresa Motorola em parceria com Indala Corporation, juntamente com cartões compatíveis ao ASR- 503, no caso cartão Motorola.

O leitor que utilizaremos possui dois protocolos de comunicação diferente o Wiegand e o ABA Track II Magnetic Strip. A escolha do protocolo do leitor de RFID foi o Wiegand, por possuímos algumas informações sobre o protocolo.

3.2.1 O Protocolo Wiegand

O Wiegand é um protocolo desenvolvido pela empresa HID, muito utilizado no mercado de controle de acesso. As especificidades desse protocolo são baseadas em dois fios, um denominado DATA0 e outro denominado DATA1, que se alternam para o envio de informações.

Quando o equipamento de leitura está em um estado “inativo” ambos fios tanto o DATA0 quanto o DATA1 ficam em estado 0. Caso seja enviado um bit 0, o DATA0 modifica o estado de 0 para 1, e o estado do DATA1 permanece em 0. Caso seja enviado o bit 1, o DATA1 modifica seu estado ficando em 1, e o estado do DATA0 permanece em 0. Essa alteração de estado ocorre sempre respeitando uma determinada temporização que segundo o protocolo padrão deveria ser de 50µs, após esse tempo o DATA1

ou DATA0 volta para 0 e o próximo bit é enviado somente após 100ms.

O tamanho da informação contida no cartão possui particularidades. O protocolo apresenta a informação de 26 bits, sendo o primeiro e o último bit de paridade, os 8 bits seguintes ao primeiro o facility-code (código de acesso) e os 16 bits restantes o user-code, onde a informação é armazenada.

Os bits de paridade são calculados da seguinte maneira, o primeiro bit refere-se aos 12 próximos bits do código e o último bit se refere aos outros 12 bits, isso faz com que exista um controle de integridade de informação para que não haja problemas na comunicação.

3.3 Desenvolvimento do Interfaceamento

O desenvolvimento do Interfaceamento foi concebido em três fases, a primeira consiste na elaboração das ligações físicas de hardware; a segunda visou a elaboração do software, e integração ao sistema de hardware; e a terceira os testes de envio das informações pela rede.

3.3.1 Primeira Fase

O desenvolvimento do interfaceamento utilizou as ferramentas Echelon e de RFID já citadas anteriormente, também foi utilizado um Nó LonWorks (figura 12) fabricado pela empresa Conceito, que contém uma memória externa, um Neuron Chip e um FTT-10 (transceiver), todos inclusos na mesma placa. Ele foi desenvolvido para funcionar na rede FTT-10 (78 Kbps) par trançado, padrão mais utilizado atualmente (CUNHA, 2008). Esse Nó foi encaixado em uma adaptador denominado “Giga de Teste” (figura 13).

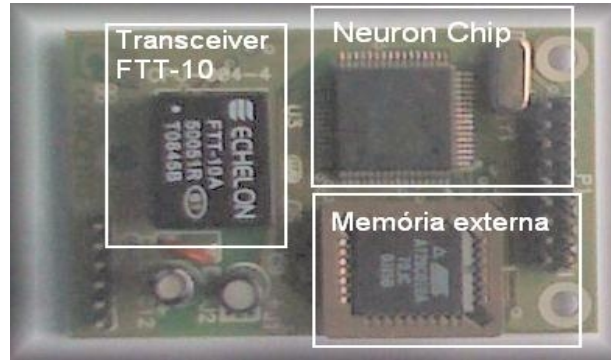


Figura 12 – Nó LonWorks, que possui um transceiver (FTT-10), uma memória externa e um Neuron Chip.

Primeiramente foram feitas as ligações físicas entre o Nó juntamente com a Giga de Teste e a leitora de cartão RFID, na imagem abaixo temos algumas informações sobre as ligações (figura 14).

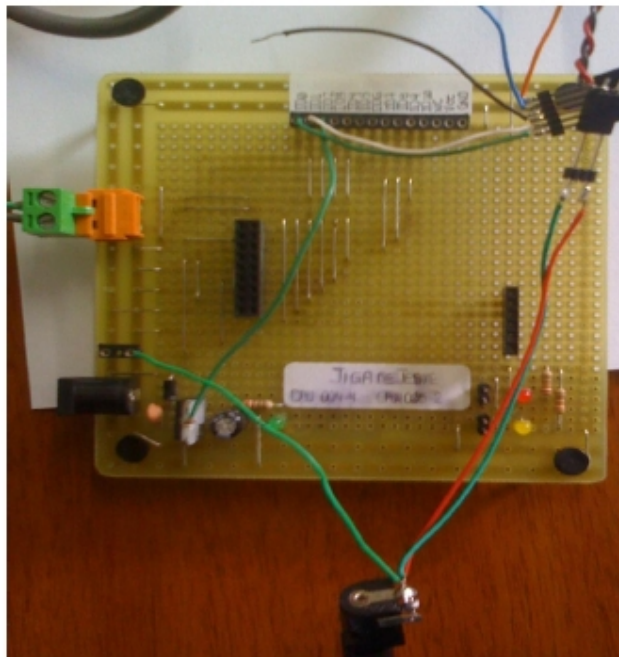


Figura 13 – “Giga de Teste”

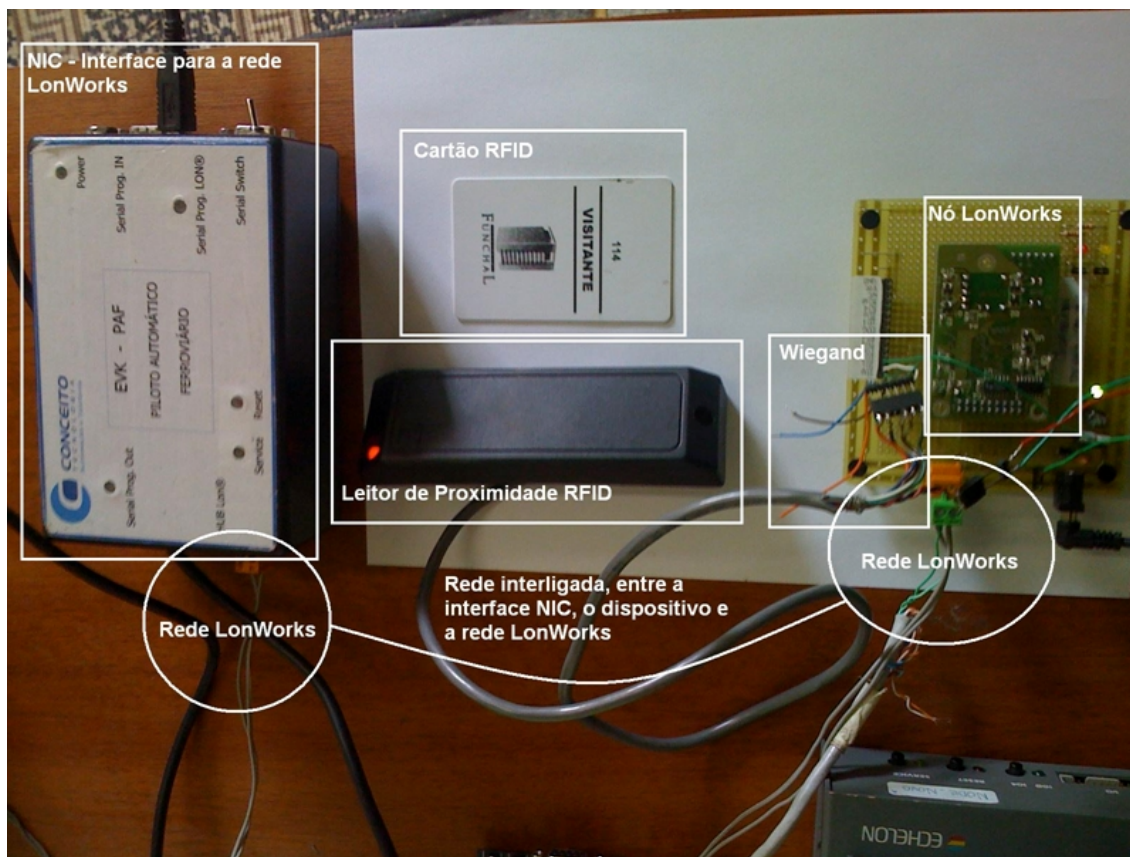


Figura 14 – Interface entre LonWorks e RFID

Temos no cartão dados que são repassados pelo leitor de proximidade. A saída de dados do leitor de proximidade saem no formato Wiegand sendo Data0 e Data1, os dados que são lidos do cartão pelo leitor de proximidade e esses por sua vez são repassados ao Nó LonWorks pelo Data0 e Data1 para os pinos do Neuron Chip denominados Inputs e Outputs (IO's). De acordo com as especificações do Neuron C reference guide, os pinos de IO's que podem ser utilizados pelo leitor de proximidade são os pinos em seqüência de IO_0 até o IO_7, optamos por utilizar o Data0 para o IO_0 e Data1 para o IO_1 do Neuron Chip.

A interface NIC é a responsável por promover a interligação entre o computador e a rede propriamente dita. É uma ferramenta de extrema importância, pois é ela quem faz a tradução das informações do computador para a rede LonWorks.

3.3.2 Segunda Fase

Para a integração dos dispositivos físicos foram necessárias as ferramentas lógicas NodeBuilder Development Tools, Echelon LonMaker, LNS Server; e o entendimento do protocolo Wiegand.

Existem, nos softwares LonWorks, uma particularidade que é a integração das ferramentas de trabalho através de hiperlink's. Em princípio, houve a utilização do Echelon LonMaker para a elaboração da rede, cujo único dispositivo é o Nó LonWorks integrado com o leitor de proximidade RFID. Ao se escolher um dispositivo novo que será anexado à rede, devemos especificar os atributos que esse Nó conterá, como tipo de rede (elétrica, par trançado, coaxial, entre outras), nome do Nó, NeuronID que é a chave de identificação do Nó, e diversas outras especificações. Depois de elaborada essas especificações o Nó é adicionado, porém permanecendo inativo.

Após anexar o Nó a rede devemos construir o software que será inserido no Nó, para isso a ferramenta NodeBuilder Development Tools é utilizada. No NodeBuilder Development Tools está inserida a IDE do Neuron C, onde o software do dispositivo é elaborado. Os códigos de programação do Neuron C são pré definidos e existe uma estrutura básica para a elaboração do software do dispositivo, os detalhes de elaboração são extensos, não cabendo detalhes nesse trabalho. Nas especificações do programa ou definimos a forma de uma NV, ou podemos utilizar uma SNVT pré definida, de acordo com as necessidade do projeto. Nesse projeto, a opção foi utilizar uma SNVT chamada de SNVT_str_int, onde podemos obter a interconectividade com outros dispositivos LonWorks, já que a mesma está registrada no órgão LonMark.

O trecho de código abaixo capta a leitura efetuada pelo leitor de proximidade RFID que repassa os valores através do Data0 e Data1 aos IO_0 e IO_1 do Neuron Chip, respectivamente, como mostrado anteriormente. Abaixo detalharemos a execução do software elaborado.

Código Desenvolvido (RFLON.h)

```
// objetos  
IO_0 input wiegand timeout (IO_2) LeitorCartao;
```

Código Desenvolvido (RFLON.nc)

```
when(TRUE)  
{  
    unsigned int nbits, leitura[4];  
  
    // Inicializa variaveis  
    nbits = 0;  
    memset (leitura, 0, 4);  
  
    // Realiza a leitura dos dados do cartao  
    nbits = io_in (LeitorCartao, leitura, 26);  
  
    // Testa se houve alguma leitura valida  
    if (nbits == 26)  
    {  
        // Copia os dados na nv  
        nvoValor.valor[0] = leitura[0];  
        nvoValor.valor[1] = leitura[1];  
        nvoValor.valor[2] = leitura[2];  
        nvoValor.valor[3] = leitura[3];  
    }  
}
```

Figura 15 – Código executado no NodeBuilder Development Tools, Neuron C.

Primeiramente, o RFLON.h foi definido para declarar os objetos, especificamente, os IO_0, IO_1 e o IO_2. Na função onde é declarado o objeto LeitorCartao, o código `input wiegand timeout` (definida pelo Neuron C), faz a leitura de entrada pelo protocolo Wiegand, e após o timeout, gera uma saída para o IO_2, que não usaremos, sendo semelhante às outras IO's, com bit 0 e bit 1.

No RFLON.nc, o código sempre será executado conforme a instrução `when(TRUE)`, na função `memset` (definida pelo Neuron C) os valores do array são inicializados com '0'. Logo em seguida, temos uma função denominada `io_in` onde os valores são lidos da variável `LeitorCartao` e repassados para o array `leitura`

seqüencialmente, limitando-se aos 26 bits ou aproximadamente 4 bytes, conforme definido pelo Wiegand, então a variável nbits recebe 26 bits ou menos, como tamanho lido. Caso a leitura seja inferior aos 26 bits ele armazena o valor lido e espera um novo envio de dados até que seja completado os 26 bits.

Se o tamanho lido for exatamente 26, significando que a quantidade necessária de dados está completa, os valores são repassados aos bytes da `nvoValor.valor` seqüencialmente, a `nvoValor.valor` é o nome da variável `SNVT_str_int` definida anteriormente. Com a NV `nvoValor` carregada, podemos utilizá-la para enviar dados pela rede LonWorks.

Após o desenvolvimento da programação do dispositivo, devemos inserí-la no Neuron Chip, essa inserção é feita através da rede com a ferramenta NodeBuilder Development Tools.

Com o dispositivo e a rede criados, devemos guardar todos os dados referentes à rede. Então é utilizado o LNS Server, como citado anteriormente, onde são armazenadas todas as informações relevantes da rede. O LNS Server está integrado ao Echelon LonMaker, e efetua todas as operações necessárias ao armazenamento.

3.3.3 Terceira Fase

Com as interfaces físicas e lógicas conectadas, o experimento pode ser realizado. O experimento consiste em utilizar o cartão RFID, que contém alguns dados, com os quais identificaremos o cartão, esse será aproximado ao leitor de proximidade RFID, e observaremos o que ocorre.

Após a primeira leitura do cartão observamos que os valores contido no cartão não possuem nenhuma lógica de referência à tabela ASCII, portanto não podem ser decodificados para valores que entendamos, os valores obtidos foram “{92, 0, 141, 2}”, que codificados em hexadecimal ficam “{5C, 00, 8D, 02}”, logo observamos que os valores em hexadecimal não possuem uma representatividade na tabela ASCII que faça sentido.

Como os valores não fazem sentido se os traduzirmos para o formato ASCII, então estes devem ser utilizados integralmente, ou seja, os valores “{92, 0, 141, 2}” serão todos enviados pela rede através da SNVT nvoValor. Abaixo temos uma ilustração de como é o funcionamento para o envio de informações pela rede (figura 16).

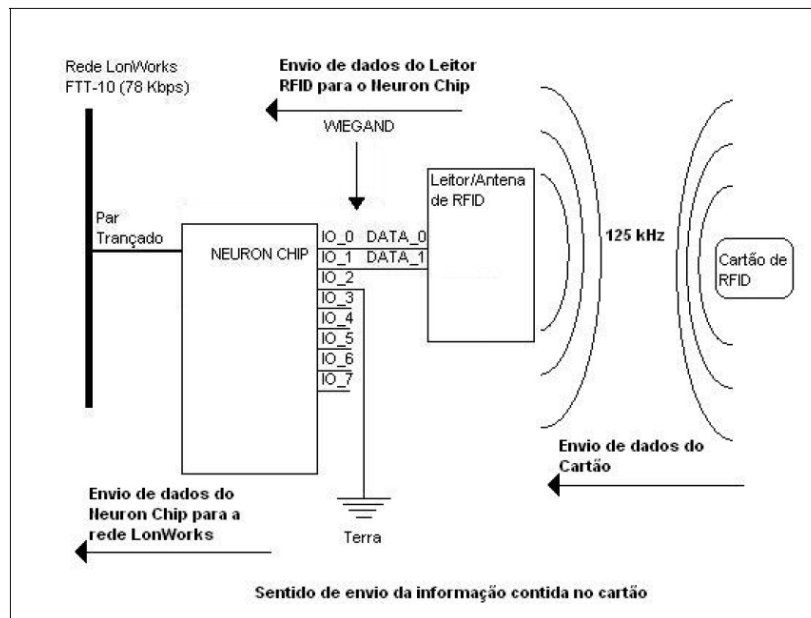


Figura 16 – Ilustração de interfaceamento entre rede LonWorks e RFID.

Como exemplo de utilização dessa rede, poderíamos manter o acesso controlado de uma catraca. A SNVT poderia ser utilizada para permitir o acesso de uma pessoa em uma catraca que seja controlada pela rede LonWorks, as informações do cartão são enviadas pela rede LonWorks, e se os dados existentes no cartão forem semelhantes ao armazenado no LNS Server, a liberação da catraca é permitida, caso contrário, a catraca não é liberada.

4 Conclusão

O estudo realizado nos conduziu a verificar que o interfaceamento entre as redes de controle LonWorks e a tecnologia RFID permite a evolução de ambas as tecnologias, pois como visto anteriormente, as duas tecnologias mostram-se como alternativas para a concepção de redes de controle seguras, e confiáveis.

Esse estudo permitiu conhecer ambas as tecnologias, desde sistemas de softwares, no caso da tecnologia LonWorks, até protocolos de comunicação, no caso da tecnologia Wiegand. Infelizmente, não conseguimos entrar em contato com o fabricante do leitor de proximidade ASR-503, no caso a empresa Indala Corporation, dessa forma, não obtivemos o datasheet do equipamento que utilizamos para desenvolver o interfaceamento, e como única informação acoplada no equipamento as saídas em formato Wiegand.

Os cartões ou tags de RFID utilizados não possuem um padrão de programação interna para a confecção de cartões, os tornam operáveis somente com os equipamentos de marca semelhante, sendo assim, não pudemos utilizar o cartão fabricado pela Motorola, com um equipamento de leitura da Acura. Existe uma falta de padronização do formato que existe internamente no cartão ou tags, o que impossibilita a liberdade de escolha na aquisição de novos cartões ou tags, obrigando as pessoas ou empresas que adquirirem um determinado leitor a adquirirem sempre cartões ou tags da mesma empresa, diminuindo a interoperabilidade do Sistema de RFID.

A intenção desse trabalho foi desenvolver o interfaceamento entre a rede de controle LonWorks e RFID, ampliando a quantidade de equipamentos de controle para a tecnologia LonWorks, obtivemos sucesso na elaboração do projeto, que pode ser utilizado sem problemas em qualquer rede LonWorks.

REFERÊNCIAS

CANOVAS, S. R. M. **Integração entre redes LonWorks e redes IP: aplicações, requisitos e soluções.** 2006. 196 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CHERMONT, M. G. **Proposta de Desenvolvimento de um Agente Proxy SNMP para Gerenciamento de Redes LonWorks.** 2007. 84 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CUNHA, R. A. **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O GERENCIAMENTO DINÂMICO DE DISPOSITIVOS DE UM PABX DISTRIBUÍDO, DESENVOLVIDO COM A TECNOLOGIA LONWORKS.** 2008. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ECHELON CORPORATION. Site contendo informações sobre a empresa e a tecnologia LonWorks®. Disponível em: <http://www.echelon.com>>. Acesso em: 17 de junho de 2007.

ESTADOS UNIDOS. Echelon Corporation. **Neuron C reference guide.** Palo Alto, 1995. 1 v. (b).

ESTADOS UNIDOS. Echelon Corporation. **LonMark Layer 1-6 Interoperability Guidelines,** Palo Alto, 2002. 1 v.

ESTADOS UNIDOS. Motorola. **LonWorks Technology Device Data,** rev. 4, 1997.

LONMARK INTERNATIONAL. Site do órgão padronizador das estruturas na tecnologia LonWorks e certificador de produtos. Disponível em: <<http://www.lonmark.org/>>. Acesso em: 05 mar. 2009.

OLIVEIRA, A. S; PEREIRA, M F. **Estudo da tecnologia de identificação por radiofrequência – RFID.** 2006. 93 p. Dissertação (Projeto de Graduação) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PORTUGAL. Sybase Portugal – RSC (RFID Solutions Center). **Estado da arte em RFID.** Portugal, 2006. 1 v.