

**ARIOVALDO MIRANDA JUNIOR
EDUARDO AMARAL BANNWART
PAULO ALEXANDRE CALIL**

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM USO DE
TECNOLOGIA LONWORKS**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

São Paulo
2004

**ARIOVALDO MIRANDA JUNIOR
EDUARDO AMARAL BANNWART
PAULO ALEXANDRE CALIL**



**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM USO DE
TECNOLOGIA LONWORKS**

Projeto de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de Concentração:
Engenharia da Computação

Orientador
Prof. Dr. Carlos Eduardo Cugnasca

Co-Orientador
Prof. Miguel Dos Santos Alves Filho

São Paulo
2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Miranda Jr., Ariovaldo; Bannwart, Eduardo Amaral; Calil,
Paulo Alexandre

Automação Residencial com Uso da Tecnologia
LonWorks. São Paulo, 2004

44p

Monografia (Projeto de Formatura) - Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de
Computação e Sistemas Digitais.

1. Automação Residencial 2. Tecnologia LonWorks

A todas as pessoas que se interessam
por automação residencial.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Eduardo Cugnasca e ao Prof. Miguel dos Santos Alves Filho pela contribuição neste projeto.

Às inestimáveis colaborações dos colegas sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste documento é apresentar o resultado da pesquisa e da elaboração do nosso projeto de formatura, focado em automação residencial com o uso de rede LonWorks. Há a preocupação em propor soluções para automação que possam ser usadas para controlar utilitários domésticos de forma manual, a partir da interação entre eles e por controle remoto pela internet, tudo integrado por rede de controle distribuída LonWorks. Esse documento descreve o nosso projeto, o seu desenvolvimento e a metodologia envolvida, mostrando o resultado final, o protótipo, incluindo resultados de testes desse modelo. O texto visa também apresentar soluções para automação residencial no dia a dia e trazer importantes informações sobre o panorama desse tema no Brasil.

ABSTRACT

The aim of this document is to present the result of the research and the design of our graduating project, which is focused in residential automation using LonWorks network. It is proposed to present solutions for automation that can be used to control domestic wares manually, from interaction with each other, or by remote control through the Internet, totally integrated by LonWorks control network. This document describes our project, its development and the methods that it is based on, showing the prototype as a result, and its tests. This text also goals to present solutions for residential automation for dally activities and to bring important information on a Brazilian overview of this subject.

Índice

1. Introdução	1
1.1 <i>Objetivo</i>	1
1.2 <i>Motivação</i>	1
1.3 <i>Organização</i>	2
2. Panorama da Automação Residencial.....	3
2.1 Componentes e Tecnologias	3
2.2 Aplicações.....	5
2.3 Exemplos	6
2.3.1 Edifício Practical Life Nebraska (Brooklin Paulista, São Paulo – SP):.....	6
2.3.2 Exclusive Houses Tamboré (Tamboré, Santana do Parnaíba – SP)	8
3. Aspectos Conceituais.....	10
3.1 A tecnologia LON.....	10
3.1.1 Origem e Objetivo	10
3.1.2 Os nós	10
3.1.3 As SNVT's.....	11
3.1.4 O Protocolo LONTalk	11
3.1.4 O Neuron Chip.....	12
3.2 A proposta do Projeto de Formatura.....	12
4. Especificação do Projeto de Formatura	14
4.1 Características funcionais	14
4.2 Detalhamento da estrutura do projeto	14
4.3 Detalhamento de seu hardware	15
4.3.1 Módulo TAC Xenta 511	15
4.3.2 Módulo TAC Xenta 302	15
4.3.3 Módulos TAC Xenta 422.....	16
4.3.4 Módulo TAC Xenta 100	16
4.3.5 Módulo OP	16
4.4 Detalhamento de seu software	16
4.4.1 Menta	16
4.4.2 Explorer	16
4.4.3 Xbuilder	16
5. Metodologia	17
6. Projeto e Implementação	18
6.1 A criação do circuito lógico	18
6.2 A criação da estrutura lógica da rede física	18
6.3 A elaboração da interface com a internet.....	18
6.4 O programa e a rede física	20
6.5 A bancada	24
6.6 Atuadores para a Cortina e Ar condicionado	25
6.6.1 Motor de Passo.....	25
6.7 Os módulos LON	30
6.8 Previsto X Realizado	33
6.9 Arquitetura da rede LON	34
6.10 Desenho esquemático da bancada do projeto	35
7. Testes	36
7.1 Alarme	36
7.2 Cortina	38
8. Considerações Finais	40

Índice de Figuras:

Figura 1 - Perspectiva ilustrada do living da casa automatizada	8
Figura 2 - Ilustração da automação na residência.....	9
Figura 3 - Diagrama Esquemático de um nó LonWorks	11
Figura 4 - Pacote do protocolo LonTalk.....	12
Figura 5 - Princípio das funcionalidades do projeto	15
Figura 6 - Programação do módulo 302 - parte 1	20
Figura 7 - Programação do módulo 302 - parte 2	22
Figura 8 - Programação do módulo 302 - Parte 3.....	23
Figura 9 - Terminais do motor de passo	26
Figura 10 - Tabela da verdade do motor de passo	26
Figura 11 - Esquema dos pinos do motor	27
Figura 12 - Diagrama de blocos do circuito do motor de passo	27
Figura 13 - Modelo para ativação do motor	28
Figura 14 - Circuito esquemático do controlador lógico	28
Figura 15 - Pinagem do CI.....	29
Figura 16 - Arquitetura da rede LON do nosso projeto	34
Figura 17 - Visão do Painel de controle - Lado A	35
Figura 18 - Visão da Rede física - Lado B	35
Figura 19 - Gráfico do teste feito com o alarme	37
Figura 20 - Gráfico do teste realizado com a cortina.....	39
Figura 21 - Visão do Vista Explorer.....	42
Figura 22 - Visão do XBuilder	43
Figura 23 - IHC	44

1. Introdução

1.1 Objetivo

Apresentar uma proposta para automatizar uma residência com monitoramento externo, através da Internet, e monitoramento interno através de um painel de controle local, alocado internamente à residência. A rede interna será implementada utilizando tecnologia LonWorks (*Local Operating Network*) e terá interface com a internet.

Nesta proposta, consideramos que os dispositivos elétricos a serem automatizados são dispositivos comumente encontrados em residências tradicionais brasileiras, como ventilador, lâmpada, alarme, fechadura, cortina, etc. Além disso, será implementado um display que disponibilizará informações sobre o estado dos dispositivos da rede.

O sistema desenvolvido possuirá ainda, uma interface com o usuário através da Internet, onde disponibilizará o estado de todos os dispositivos da rede LON. Através desta interface, será possível monitorar e gerenciar toda a rede.

1.2 Motivação

O projeto foi pensado no sentido de aplicarmos a tecnologia LON à automação residencial, apresentando assim, uma proposta de “casa inteligente”.

Optamos pelo uso da tecnologia LON, por ser de baixo custo em relação às tecnologias existentes atualmente, ser de fácil monitoramento e gerenciamento, isto é, pode ser gerenciada sem qualquer conhecimento técnico prévio, por estar baseada no conceito de ambiente distribuído, implicando em alta manutenibilidade uma vez que quando um nó defeituoso é adicionado ao sistema, tal nó não afeta a funcionalidade dos outros dispositivos; alta capacidade de expansão, pois à medida que os módulos são adquiridos pelos usuários, serão conectados à rede sem maiores configurações no sistema e por fim, não ser um protocolo proprietário, o que beneficia o usuário, na medida em que este não fica dependente de fabricantes que monopolizam o preço dos produtos.

Esta tecnologia está estreitamente ligada à automação residencial e predial, à medida que foi concebida como uma rede de automação, possuindo

aplicabilidade em casas, edifícios, fábricas etc. Além disso, prevê-se um crescimento exponencial para o mercado de automação residencial no Brasil para os próximos anos[1]. Inclusive, está havendo um movimento na construção civil, no sentido de incluir em seus projetos, uma infra-estrutura adequada para abrigar diversas tecnologias[5].

1.3 Organização

O capítulo 1, “Introdução”, abordará o objetivo do projeto, a motivação para a elaboração deste e uma visão geral do documento.

O capítulo 2, “Panorama da Automação Residencial”, fornecerá de forma breve, um panorama da automação residencial no Brasil, abordando as principais tecnologias utilizadas, o que tem sido automatizado e qual é a situação do mercado de automação residencial atualmente.

O capítulo 3, “Aspectos Conceituais”, abordará alguns aspectos conceituais essenciais à elaboração do projeto, como também, fornecerá uma contextualização do Projeto de Formatura em sua área de aplicação.

O capítulo 4, “Especificação do Projeto de Formatura”, abordará as características funcionais do projeto, seu detalhamento estrutural, como também, o hardware e software utilizados.

O capítulo 5, “Metodologia”, abordará a metodologia utilizada para a elaboração e implementação do projeto.

O capítulo 6, “Projeto e Implementação”, abordará a implementação realizada, destacando o previsto e o efetivamente realizado.

O capítulo 7, “Testes”, abordará os testes realizados no projeto.

O capítulo 8, “Considerações Finais”, fornecerá uma conclusão para o projeto e algumas observações finais.

Ao final, há uma “Lista de referências”, com todas as referências consultadas para a realização deste projeto.

2. Panorama da Automação Residencial

Apesar de ainda não haver uma definição formal, hoje se entende automação residencial como o conjunto de equipamentos e protocolos de comunicação integrados com o objetivo de proporcionar conforto, entretenimento, segurança, permitindo supervisão e controle remotos, além de um autocontrole, de equipamentos e utilidades domésticas.

Ao se pensar no tema, nosso imaginário sempre nos leva a pensar em casas futuristas e em extravagâncias de milionários. Mas hoje a automação residencial já uma realidade, e pode em breve se tornar uma necessidade, acessível à população em geral.

Os principais projetos nessa área hoje em dia são dedicados a novos empreendimentos imobiliários. Há desde o controle automático da iluminação ao aquecimento do chão do banheiro em dias frios. Porém, os principais estudos e investimentos atualmente estão em automatizar o que já existe. Duas saídas encontradas nessa linha são o uso de comunicação sem fio e o uso da própria rede elétrica da residência.

O mercado é promissor e mal começou a ser explorado. Deverá haver um grande crescimento nos próximos anos, principalmente de tecnologias simples[6], mas também de integração de equipamentos de entretenimento, como o *home theatre*[1].

2.1 Componentes e Tecnologias

O tipo mais comum de automação residencial utilizado atualmente é a de sistemas integrados. Os componentes básicos dessa arquitetura são a infra-estrutura e o protocolo de comunicação.

A infra-estrutura está relacionada aos equipamentos físicos capazes de interligar os dispositivos controlados, seus atuadores, controladores, sensores e a atividade externa. A definição do meio físico da rede é fundamental nesse ponto. São

vários exemplos de meios que podem ser utilizados, como RF, infra-vermelho, cabos ópticos, cabos coaxiais, pares trançados e a própria rede elétrica da residência.

A escolha do meio está ligada a tecnologia. Muitas tecnologias são versáteis nesse ponto, e permitem a utilização de qualquer desses meios. Estruturas com cabeamento dedicado são a melhor opção para os projetos de novas residências. Para casas já estabelecidas, recomenda-se o uso de tecnologia sem fio ou rede elétrica. Os equipamentos a serem automatizados também devem ser levados em conta nessa escolha.

Outro ponto fundamental, o protocolo de comunicação é definido pela tecnologia a ser usada. Alguns protocolos, simples e robustos, são ideais para aplicações de integração de equipamentos básicos, com informações como luminosidade, temperatura, velocidade de rotação, etc. trafegando pela rede. Outros dispositivos, como imagens de um circuito fechado de TV ou de um *home theatre* requerem velocidade e qualidade de serviço.

Pode-se utilizar diversos protocolos para automação doméstica, inclusive criar-se um. São inúmeras as especificações de protocolos, para diversas aplicações, normatizadas. Há também vários protocolos proprietários. O grande desafio daqui por diante é integrar essas diversas tecnologias para que se possa aproveitar o melhor de cada uma.

Entre as tecnologias mais utilizadas atualmente para aplicações simples, destacam-se o X-10 e a LonWorks.

O X-10 é um protocolo de comunicação associado a equipamentos transmissores e receptores desenvolvidos para a utilização de rede elétrica para montar a rede de controle.

A tecnologia LonWorks foi desenvolvida para controle distribuído, e tem como característica a utilização de um nó de controle para cada equipamento, desenvolvido em três camadas. A camada mais baixa, o *transciver*, faz a comunicação com a rede. A sua simples substituição permite a mudança do meio físico com que esse nó se comunica, o que gera grande versatilidade a essa tecnologia. Associada à LonWorks temos o protocolo LonTalk, próprio para essa comunicação.

2.2 Aplicações

Os hábitos modernos, como o entretenimento em casa, o comércio eletrônico, o escritório doméstico, as entregas em domicílio e o monitoramento de segurança, entre outros, demandam que os projetos de automação residencial tragam segurança, economia, conveniência, conforto, praticidade, confiabilidade, interatividade e velocidade.

Cada vez mais aplicações são incorporadas a essa área, é difícil definir um limite. É melhor dizer que estamos citando alguns exemplos:

Comodidade:

- Serviços eletrônicos, por internet ou TV interativa (compras, investimentos, *home banking*);
- Acesso à internet;
- Notícias;
- Serviços telefônicos (secretária eletrônica, identificador de chamadas, fax, vídeo conferência, *pager*).

Comunicação:

- Intercomunicador;
- Mensagens aos usuários;
- Telefonia.

Entretenimento:

- *Home theatre*;
- TV convencional (aberta, por assinatura);
- TV digital e HDTV;
- Áudio e vídeo em geral;
- DVDs e VCRs;
- Videogames.

Gerenciamento de gastos:

- Monitoração do consumo (de energia, de água, de gás);
- Controle da qualidade dos serviços recebidos.

Iluminação:

- Iluminação interna (lâmpadas, luminárias, etc.);
- Iluminação externa (acionamento de cortinas).

Segurança:

- Alarmes, incluindo notificações ao proprietário e as autoridades;
- Detecção de presença, de vazamento de gás, de incêndio;
- Câmeras de vigilância;
- Monitoramento remoto.

Temperatura e qualidade do ar:

- Ventilação;
- Aparelhos de ar condicionado;
- Umidificador;
- Calefação;
- Controle da umidade e da qualidade do ar.

Utilidades domésticas:

- Eletrodomésticos (geladeira, freezer, processador de alimentos, micro-ondas);
- Banheiras;
- Portas;
- Piscina;
- Irrigação.

2.3 Exemplos

Os exemplos a seguir mostram empreendimentos onde a automação já está aplicada. São casas e apartamentos luxuosos, ainda sobre o fluxo atual do mercado. Porém, percebe-se que há muitos componentes sendo automatizados, há grande integração entre eles e há também o controle externo, demonstrando que os recursos da automação começam a ser usados em sua potencialidade.

2.3.1 Edifício Practical Life Nebraska (Brooklin Paulista, São Paulo – SP):

O texto abaixo foi extraído de [6]. Trata-se de uma proposta comercial apresentada no portfólio da empresa. Nesse texto a grande ênfase à forma como a

casa foi automatizada, explica conceitos de automação residencial e exemplifica como o usuário poderá ter acesso a essas facilidades:

“Morar no Practical Life significa ter à disposição tudo o que a vida moderna pode oferecer de melhor. O projeto de automação foi concebido para atender quaisquer necessidades dos moradores. Isso significa que o seu apartamento já vem preparado para receber todos os sistemas e facilidades que você desejar. A infra-estrutura das áreas comuns será entregue pela construtora, composta de: servidor próprio para rede de dados privativa, cabeamento estruturado, roteadores e switches, além de um quadro específico para instalação de automação em cada apartamento.

Ou seja, você pode configurar uma rede de dados e compartilhar acesso à internet em diversos ambientes, instalar uma central telefônica que facilita sua comunicação dentro e fora do condomínio, receber qualquer tipo de TV por assinatura, configurar o home theatre na sala e distribuir som ambiente pelo apartamento. Você pode também colocar a operação de seu apartamento na palma da mão, através de controle remoto. Ou programar a iluminação em diferentes cenários, acionar equipamentos à distância etc.

Para garantir seu acesso a toda esta praticidade e tecnologia, você vai contar com a experiência da (...) empresa especializada em automação residencial e responsável pelo projeto de automação do Practical Life Nebraska, que conhece em detalhes o que existe de mais moderno em automação residencial e irá ajudá-lo a escolher soluções que atendam às suas necessidades. Para facilitar a escolha e o entendimento dos benefícios que a automação poderá lhe proporcionar, você receberá um caderno de automação com todas as alternativas possíveis, a partir do qual você poderá montar o seu ‘kit ideal’.

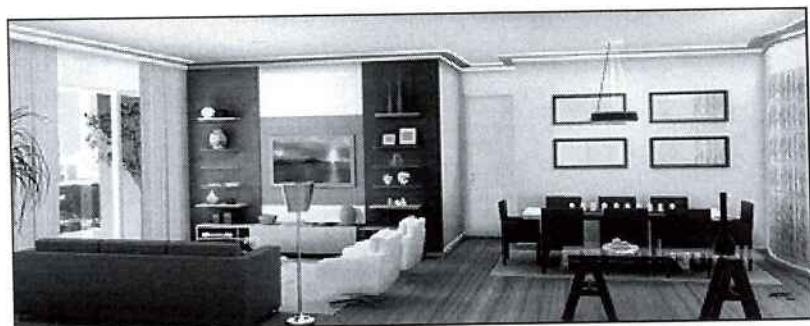


Figura 1 - Perspectiva ilustrada do living da casa automatizada

(...) Você poderá ter controle total de todos os equipamentos eletroeletrônicos do apartamento mesmo à distância, e monitorar de qualquer lugar do mundo (via internet) através de câmeras tudo o que acontece em seu apartamento ou controlar o acesso e o horário que cada pessoa pode entrar.

Essas são algumas das tranqüilidades que você, como morador do Practical Life Nebraska, poderá desfrutar. Assim como assistir aos seus filmes prediletos no conforto de sua sala ou, se preferir, no seu quarto a partir de um único aparelho de DVD, que envia imagens para qualquer ponto do apartamento. Isso funciona também para o som ou para a TV a cabo, e para compartilhar impressoras, scanners etc.

E toda essa integração de sistemas permite ainda que você atenda o interfone de qualquer lugar onde haja um aparelho telefônico instalado. Facilitar sua vida ao máximo, minimizando seus custos.”

2.3.2 Exclusive Houses Tamboré (Tamboré, Santana do Parnaíba – SP)

No texto abaixo, também extraído de [6], há uma descrição mais sucinta da automação. Porém, a figura ilustrativa que o acompanha exemplifica bem os recursos automatizados disponíveis nessa casa:

“Em Exclusive Houses Tamboré, a tecnologia é utilizada para sua melhor finalidade: tornar a vida mais humana. Por isso, aqui ela foi projetada para ser simples de usar, integrada às suas necessidades do dia-a-dia, com o objetivo

único de proporcionar mais tempo para coisas realmente importantes: você e sua família.”



Figura 2 - Ilustração da automação na residência

3. Aspectos Conceituais

3.1 A tecnologia LON

3.1.1 Origem e Objetivo

A tecnologia LON, isto é, *Local Operating Network*, foi desenvolvida em 1988 pela empresa Echelon Corporation, com o objetivo de apresentar uma solução distribuída de redes de controle para automatizar os aparelhos ligados a uma rede e a própria rede em si. Cada dispositivo de controle é chamado de nó. Eles podem possuir toda a lógica de controle para os dispositivos a eles acoplados, sem depender de comandos centrais. Esse processamento é realizado por um microprocessador chamado Neuron Chip.

A comunicação pode acontecer em tese por qualquer protocolo. Porém, foi realizada uma normatização que resultou no LonMark. Suas normas especificam um protocolo denominado LonTalk, e variáveis de rede pré-definidas, chamadas de SNVT's[10].

3.1.2 Os nós

Os Nós são dispositivos definidos em três camadas. A camada superior é responsável pela aplicação. É ela que manda sinais para atuadores e recebe de sensores, convertendo essa informação em algo padronizado que pode ser processado pela camada inferior. Essa, responsável pela lógica de negócio, corresponde basicamente a um microprocessador, o Neuron Chip, e de uma memória.

A camada inferior é responsável pela comunicação com a rede. O seu componente básico é o *transceiver*, responsável por converter os dados da camada superior em sinais próprios do meio físico escolhido, e vice-versa. A simples troca desse componente permite a utilização de diferentes meios.

A figura 3 mostra a representação de um nó LonWorks [7]:

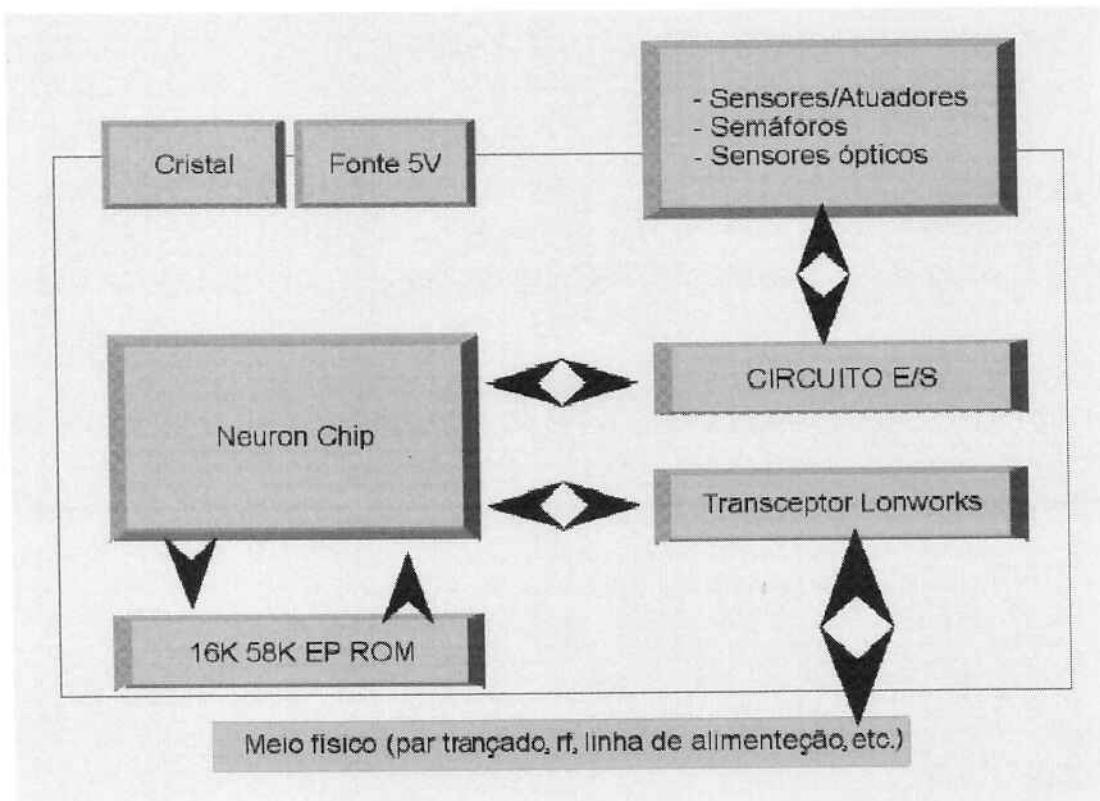


Figura 3 - Diagrama Esquemático de um nó LonWorks

3.1.3 As SNVT's

As SNVT's (*Standard Network Variable Types*), definidos no padrão LonMark, são as variáveis de rede que os nós da rede LON fazem uso para se intercomunicarem. Apesar de podermos definir SNVT's, várias delas já foram definidas, como a SNVT para variáveis de temperatura (SNVT_temp), ou ainda a SNVT para variáveis binárias (SNVT_state) etc.

3.1.4 O Protocolo LONTalk

A comunicação entre os nós dentro da rede LON, segue o protocolo LONTalk (já implementado dentro do Neuron Chip) estabelecido pelo padrão LonMark. O padrão LonMark estabelece diretrizes que tornam intercambiáveis nós de diferentes marcas que seguem essa normatização.

Exemplo de um pacote LONTalk:



Figura 4 - Pacote do protocolo LonTalk

Como observamos o pacote LonTalk tem um tamanho mínimo de 12 bytes. O protocolo LONTalk permite a criação de redes com mais de 32.000 nós, cada um controlando um ponto individual - no caso de automação predial, por exemplo, uma lâmpada, um alarme de incêndio ou uma abertura do ar condicionado.

3.1.4 O Neuron Chip

O Neuron Chip é o microcontrolador nativo dos nós LON. Ele é responsável pelo processamento da lógica programada. Cada nó Lon tem o seu, fazendo-o um nó completo, com entradas, saídas e processamento. O Neuron Chip é programado numa linguagem "C-like" chamada Neuron C, porém, muitos softwares permitem a edição da lógica em alto nível, pela ligação de blocos lógicos, e gerando automaticamente o código em Neuron C.

3.2 A proposta do Projeto de Formatura

A proposta deste projeto, é automatizar uma residência utilizando a tecnologia LONWorks. No caso do projeto, construímos uma bancada para podermos demonstrar a automatização da residência, mas poderíamos utilizar a mesma rede LON criada e implantá-la em uma residência real, utilizando a rede elétrica. Para realizarmos o nosso objetivo, como observado acima, representamos a residência que seria automatizada, por meio de uma bancada onde implantamos várias funcionalidades de uma residência como ventilador, lâmpada, alarme, fechadura, cortina eletrônica etc. Estas funcionalidades são controladas por um painel de controle associado a bancada, como também, pela internet. Para implantar

estas funcionalidades, criamos uma rede LON que contém um circuito que define cada uma das funcionalidades propostas e carregamos este circuito nos módulos da rede LON. Ao montarmos a rede fisicamente, associamos a eles os dispositivos que representam as funcionalidades e configurarmos o webserver LON e assim, temos uma residência automatizada.

4. Especificação do Projeto de Formatura

4.1 Características funcionais

Para implementarmos as funcionalidades de uma residência, fizemos uma bancada, onde há um painel de controle que pode controlar as funcionalidades propostas no projeto. Considerando a bancada como sendo uma residência temos as funcionalidades abaixo:

- Controle da iluminação no sentido de apagar e acender as lâmpadas;
- A residência pode ser trancada e destrancada através do sistema LON;
- Controle via LON do ventilador, ligando-o ou desligando-o;
- Controle sobre o ar condicionado, no sentido de abrir ou fechar sua tubulação de ar frio;
- Cortina que pode ficar em pelo menos três posições, 100% fechada, 50% fechada e 0% fechada, ou seja, totalmente aberta;
- O alarme pode ser ativado ou desativado e em caso de invasão, ou detecção de presença deve ser acionado automaticamente;
- Display na residência disponibiliza ao usuário informações sobre a temperatura da casa e o estado das funcionalidades da rede;
- Interface com a internet, por onde é possível monitorar e controlar o estado de toda a rede. Além disso, o acesso à rede LON, é possível somente às pessoas que residem na casa, ou seja, possuem um login e uma senha pessoal.

4.2 Detalhamento da estrutura do projeto

O projeto está estruturado em duas partes, ou seja, a parte superior da bancada onde implantamos fisicamente as funcionalidades, o painel de controle e o módulo OP; e a parte inferior que é a rede LON efetivamente, onde colocamos os módulos LON e suas conexões. Além disso, as funcionalidades e o painel de controle têm ligação com a rede LON para que se possa demonstrar o funcionamento desta.

As funcionalidades por sua vez, foram modeladas de forma simples, porém de modo a demonstrar que é possível a implantação destas na prática em maior escala. O painel de controle foi modelado através de 13 interruptores e há o módulo OP, o qual funciona como um display que permite a visualização de todas as

funcionalidades da rede. Atuadores estão representados por dois LED's, uma lâmpada, um *cooler* e dois motores de passo. Há ainda o circuito controlador dos motores e do *cooler*.

O módulo 302 concentra o código de processamento, o qual tem dois módulos 422 como auxiliares. Além disso, há um módulo 511 que faz a interface do sistema com a internet e ainda, o módulo 100 que serve como termômetro.

Logicamente, as funcionalidades podem ser definidas segundo a descrição abaixo.

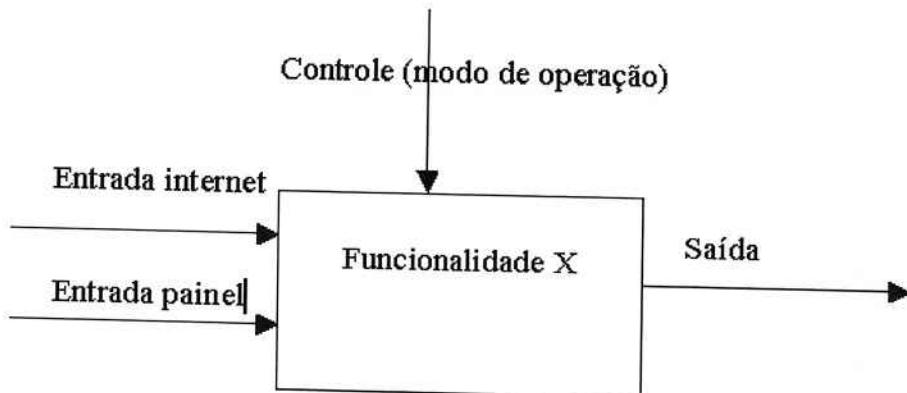


Figura 5 - Princípio das funcionalidades do projeto

4.3 Detalhamento de seu hardware

Para implementarmos o projeto, utilizamos os módulos LON da empresa TAC que estavam disponíveis no laboratório. Abaixo há uma breve descrição destes módulos. Estes módulos TAC foram elaborados de modo a mudar um pouco o conceito LON de sistema distribuído, utilizando um dos módulos como "central".

4.3.1 Módulo TAC Xenta 511

Este módulo é um webserver. Assim, permite que se faça interface do sistema LON com a internet. As páginas estão alocadas diretamente nele e podem ser facilmente remodeladas.

4.3.2 Módulo TAC Xenta 302

Este é um módulo "cabeça". Nele é concentrada a maior parte do código. O 302 ainda permite o controle do módulo OP e recebe diretamente as informações do módulo TAC Xenta 100.

Este módulo apresenta 4 entradas digitais, 4 entradas universais, 4 entradas de sensores, 4 saídas relê e 4 saídas analógicas.

4.3.3 Módulos TAC Xenta 422

Este módulo de entrada e saída funciona normalmente como auxiliar do 302 apresentando 4 entradas digitais e 4 saídas tipo relê. Pode ser considerado como uma "extensão" do 302.

4.3.4 Módulo TAC Xenta 100

Este módulo é composto por um termostato previamente calibrado para fornecer a temperatura da rede. Ou seja, ao conectá-lo em uma das entradas do TAC Xenta 302 o próprio módulo encontra a temperatura do ambiente.

4.3.5 Módulo OP

Este módulo é um display que permite a visualização do estado de todas as funcionalidades da rede LON. Ele permite também criar menus e alterar o estado das variáveis

4.4 Detalhamento de seu software

4.4.1 Menta

Software onde é criada e simulada a rede LON através da conexão de blocos funcionais. Permite o monitoramento online da rede LON em funcionamento.

4.4.2 Explorer

Software que permite a criação de um banco de dados da rede LON para que possa ser visualizada na internet.

4.4.3 Xbuilder

Software onde criamos as páginas de internet para visualizarmos a rede na internet.

5. Metodologia

Para a elaboração do projeto, decidiu-se montar uma funcionalidade simples, de modo a representar o projeto como um todo em pequena escala, com o fim de se entender todas as peculiaridades da tecnologia LON, como também, de ter um primeiro contato com os softwares necessários à criação da rede, para somente após isso, criarmos toda a rede. Assim, primeiramente elaborou-se um circuito simples no software Menta, neste último é possível criar a rede logicamente e simulá-la, e este foi simulado. Após a simulação, carregou-se o circuito criado no módulo 302 e foram feitos alguns testes. Após os testes, o circuito criado inicialmente estava pronto. A partir disto, seguiu-se o mesmo processo para todas as funcionalidades propostas no projeto e a rede foi montada.

Para a criação da interface com a internet, foram feitas as páginas no Xbuilder a partir das funcionalidades criadas, e nelas foram referenciadas as variáveis da rede física. Após a elaboração de todas as páginas necessárias, o arquivo foi carregado no *webserver* LON, que é o módulo TAC Xenta 511. Para a construção do painel, foram contabilizados as entradas pré-definidas no circuito lógico e os sensores que deveriam ser simulados. A partir daí, as funcionalidades foram simuladas na bancada através de uma lâmpada, dois LEDs, dois motores de passo e um *cooler*, e o projeto estava pronto.

6. Projeto e Implementação

6. 1 A criação do circuito lógico

O circuito foi construído e simulado logicamente com o uso do software Menta. Nele, através da agregação de blocos funcionais e lógicos “pré-definidos”, é possível construir a estrutura de processamento de uma rede LON baseada em módulos da empresa TAC[4]. O circuito é montado efetivamente através da configuração das entradas e saídas destes blocos, segundo as funcionalidades desejadas para o projeto, como também através das interligações lógicas que são feitas entre estes. Neste software, é possível simular ainda todo o circuito, com a finalidade de verificarmos possíveis erros e consertá-los. É também nessa parte que se faz a configuração do display (OP) para que este possa “enxergar” todos os módulos e funcionalidades da rede.

Após a elaboração e simulação do circuito, este é carregado no módulo LON 302 que será responsável por “controlar” a rede como um todo. Através desta ação, a rede já está pronta para ser operada no módulo 302, mas ainda não foram feitas as interligações físicas necessárias para que seja operada pelo usuário da residência de forma amigável.

6.2 A criação da estrutura lógica da rede física

Para a visualização da rede como um todo, é preciso utilizar um outro software da TAC, chamado Vista Explorer. Este é responsável por montar a rede, através da estruturação e armazenamento de toda a rede em um banco de dados. Para que a rede possa ser montada, é necessário entrar com a informação no Explorer de quais módulos serão utilizados, isto é, 302 e 511, e posteriormente, quais módulos estarão conectados ao módulo central, ou seja, dois módulos 422.

6. 3 A elaboração da interface com a internet

Para que se possa monitorar e controlar a rede via internet, deve-se carregar o arquivo produzido pelo Vista Explorer, em um software chamado Xbuilder. Neste software, são construídas as páginas que referenciam as variáveis de rede do circuito lógico, após a construção das páginas, estas são carregadas no

webserver LON e é neste programa que se determina quais funcionalidades serão controladas pelo usuário da rede LON via internet.

No projeto, resolvemos implementar dois modos de operação, o modo painel de controle e o modo internet. O modo internet determina em qual modo de operação está o sistema. Quando mudamos o modo de operação, de painel de controle para internet, a rede adquirirá o status dos valores do modo internet, mesmo que estes estejam em um status diferente do status do modo painel de controle. Assim, o modo internet tem prioridade sobre o modo painel de controle.

Nesta interface, há uma tabela que faz alusão a todas as funcionalidades, a qual permite o monitoramento e a alteração do status destas. E esta interface, é acessada através de um login e senha padrão inicialmente, e após o primeiro acesso, o login e a senha podem ser modificados

Para que esta interface seja possível, fez-se uso do módulo LON 511 que é um webserver e é identificado pela rede global através de um IP. Este IP é um IP interno, portanto para que se possa acessar a rede de qualquer lugar, precisa-se adquirir um IP exclusivo para este módulo.

6.4 O programa e a rede física

O programa implementado através do software Menta tem a estrutura semelhante ao bloco abaixo:

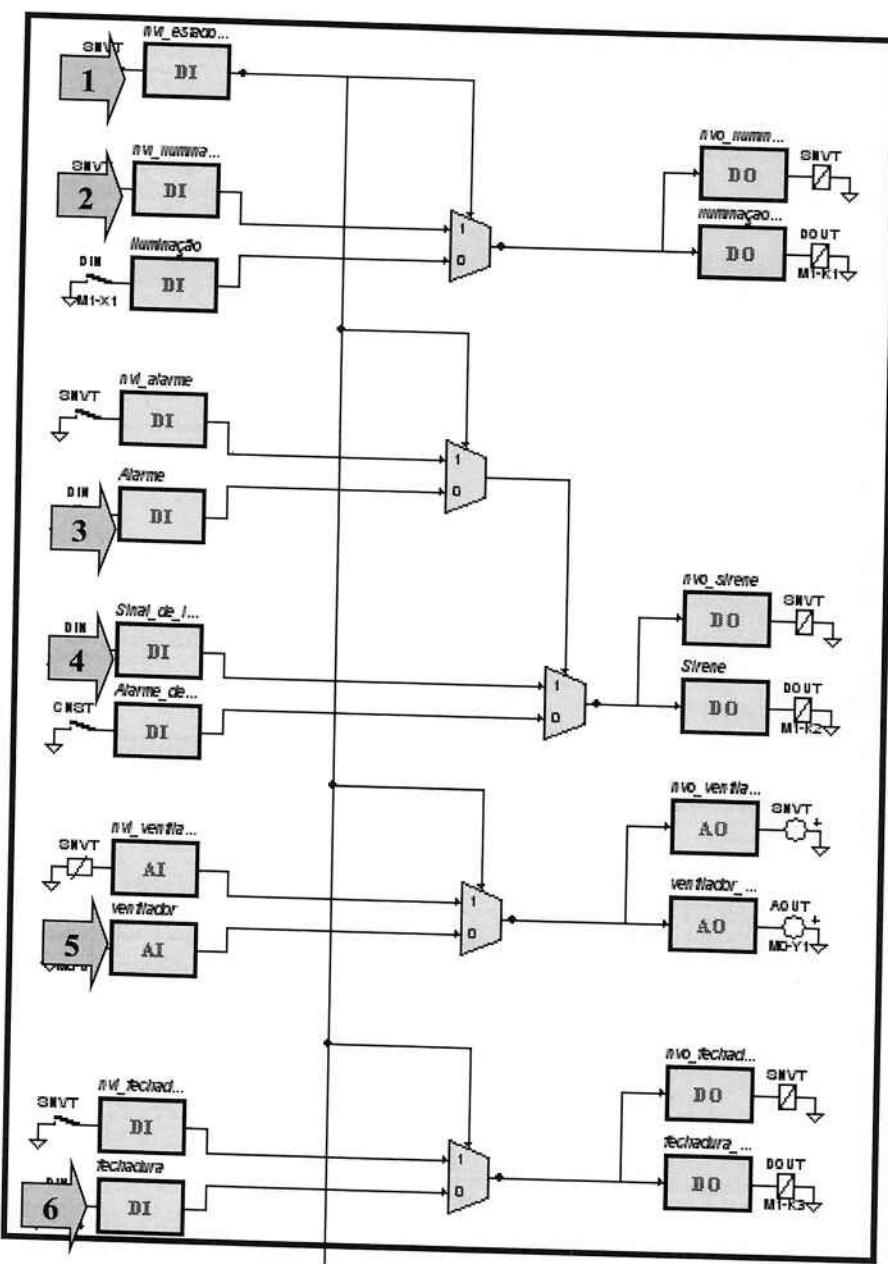


Figura 6 - Programação do módulo 302 - parte 1

Neste é um exemplo real do que foi implementado em nosso projeto. Neste vemos que há um sinal digital que faz a seleção do modo de operação do sistema (manual ou internet). Este sinal vem da internet e recebe o nome de nvi_estadooper (seta 1). Este sinal é uma SNVT state e está associada ao bit 0 da

mesma. Este sinal é responsável pela seleção de todos os sinais de saída do sistema e para isso faz uso de um multiplexador digital ou analógico, dependendo do sinal de saída.

A iluminação é representada por um sinal digital de entrada associada à porta X1 do módulo M1, pois sua saída é do tipo relê e sua SNVT de entrada proveniente da internet é do tipo state referenciada ao bit 0 e recebe o nome de nvi_iluminação (seta 2). A saída está associada à porta K1 do módulo M1. Sua SNVT de saída recebe o nome de nvo_iluminação_saida e também é do tipo state.

Para o caso do alarme existe um sinal de entrada digital associado à porta X2 do módulo M1 (seta 3), este sinal serve para ativar e desativar o alarme. O mesmo pode-se dizer de sua SNVT proveniente da internet que é do tipo state referenciado ao bit 0 e recebe o nome nvi_alarme. Existe outro sinal digital que implementa a funcionalidade do alarme, este sinal está associado à porta X3 do módulo M1 e simula um sensor de presença (seta 4). Desta forma quando o alarme estiver ativo e o sistema receber 1 proveniente deste sinal, o sinal de saída sirene associado à porta K2 do módulo M1 irá para 1, simulando um alarme de campainha. No mesmo instante sua SNVT de saída que recebe o nome de nvo_sirene é também setada.

O ventilador recebe como entrada um sinal analógico associado à porta U1 do módulo M0, ele também poderá receber uma SNVT proveniente da internet com o nome de nvi_ventilador, um destes dois sinais é transferido dependendo do estado de operação para uma porta de saída referenciada pelo endereço Y1 do módulo M0.

A fechadura é semelhante ao caso da iluminação, pois recebe um sinal digital de entrada pela porta X4 do módulo M1 (seta 6), ou uma SNVT da internet com o nome de nvi_fechadura do tipo state referenciando o bit 0, e o envia para uma saída digital associada ao endereço K3 do módulo M1 e também atualiza sua SNVT de saída de nome nvo_fechadura_saida.

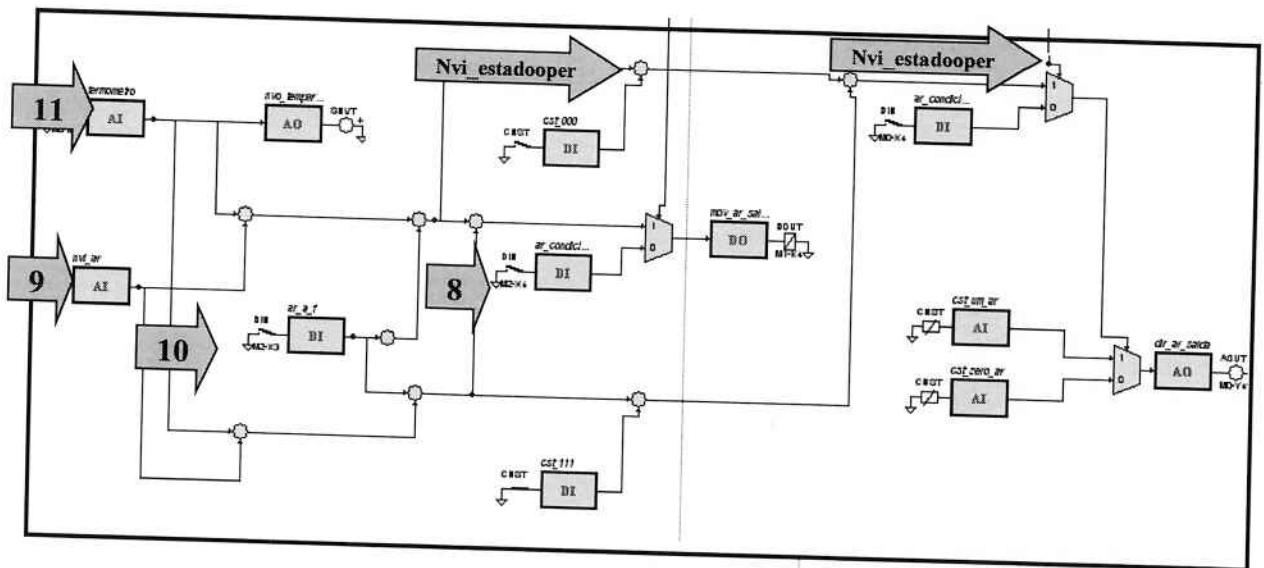


Figura 7 - Programação do módulo 302 - parte 2

A figura acima é a continuação da programação contida no módulo 302. Nele está demonstrada a programação para o ar condicionado, que funciona de formas diferentes para os dois modos de operação. Quando o sistema está no estado de operação interno a residência o operador do sistema seleciona os sinais de entrada que é a direção que o motor de passos vai girar e se o motor de passos vai girar, estes sinais estão associados ao endereço X4 do módulo M0 (seta 7) e X4 do módulo M2, respectivamente (seta 8), sendo que ambos são sinais digital. Desta forma o operador escolhe em qual posição ele quer que a válvula fique de acordo com suas necessidades. O sinal de saída é um sinal digital para o caso do movimento do motor de passo e está associado à porta K1 do módulo M1, e um sinal analógico para o caso da direção de rotação do motor que está associado à porta Y1 do módulo M0.

Quando o sistema está no modo de operação da internet o sistema irá receber uma SNVT que recebe o nome de *nvi_ar* (seta 9). Esta SNVT é do tipo temp e ela compara o valor recebido com a temperatura do ambiente, caso a temperatura ambiente esteja mais alta que a recebida as saídas para o motor de passo do ar condicionado que expressão a direção e o movimento indicam um sentido de rotação de abertura e o movimento fica em 1, significando que o motor está girando. Isto até quando o sinal que indica se a válvula está aberta ou fechada (seta 10) indicar que a válvula está aberta. Este sinal está associado a porta K3 do módulo M2. O mesmo raciocínio deve ser feito para o caso contrário.

A temperatura é definida através da utilização do módulo TAC 100, no qual conectamos a porta R1 do módulo M0 (seta 11). Por se tratar de um módulo TAC seus termostatos já estão previamente calibrados. É associado o valor da temperatura a uma SNVT que recebe o nome de nvo_temperatura_saída. Sua programação aparece na figura abaixo:

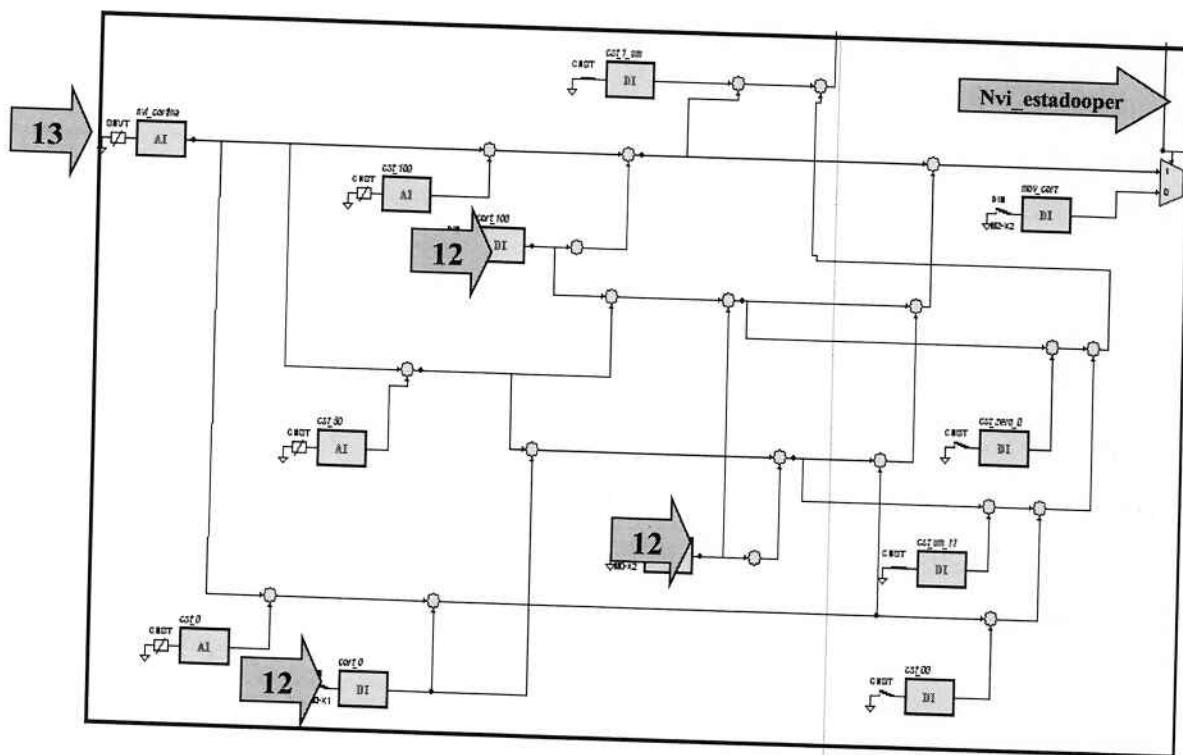


Figura 8 - Programação do módulo 302 - Parte 3

O funcionamento correto da cortina se deve ao uso de três sensores de presença. O primeiro de 0% é o sensor que indica se a cortina está aberta, o segundo de 50% é o sensor que indica que a cortina está semi-aberta, ou seja, 50% aberta, e 100% é o sensor que indica se a cortina está fechada. Estes sensores estão associados as portas X1, X2 e X3 do módulo M0, respectivamente (seta 12). Ao chegar uma SNVT proveniente da internet com o nome nvi_cortina (seta 13) o sistema irá verificar se o valor lido é 0%, 50% ou 100%, para cada caso o sistema age de forma diferente.

Caso o valor lido seja 0%, ou seja, a cortina deve se abrir, o sistema verifica os sensores e caso apenas o sensor de 0% esteja em 1 o sistema não ordena o movimento do motor, esta saída está associada a porta Y3 do módulo M0, caso um

ou os outros dois sensores estejam em 1, o sistema ordena o movimento do motor e indica a direção de abertura da cortina, esta saída está associada a porta Y2 do módulo M0. Da mesma forma os outros casos se mostram triviais.

6.5 A bancada

Na bancada foram implementadas as várias funcionalidades da residência e será controlada por um painel de controle, que neste projeto foi implementado através de 13 interruptores que estão conectados internamente à rede LON. Abaixo está a descrição das funcionalidades.

A iluminação será representada por uma lâmpada, que indica seu status, isto é, ligada ou desligada, e será controlada internamente através de um interruptor do painel de controle.

O ventilador será representado por um *cooler* que é acionado por outro interruptor

A fechadura será representada por um LED, que indica seu status, isto é, aberta ou fechada. Esta também será controlada através de um interruptor do painel de controle.

O acionamento do alarme será representado por um LED, e será simulado através de dois interruptores. Um será responsável por ativar o alarme e o outro por simular uma invasão, isto é, acender o LED, se o alarme estiver acionado.

O ar condicionado foi pensado como sendo uma tubulação com ar frio em seu interior, e com uma válvula na abertura do tubo que provoca uma variação controlada na temperatura ambiente à medida que se movimenta. Assim, ele será simulado através de um motor de passos. Este dependerá de dois sinais para caracterizarem seu movimento um deles, indica a direção de movimento do motor e o outro dá a ordem de movimento para o motor. Um terceiro sinal indicará se o motor, ou a válvula do ar condicionado está aberta ou fechada, representando dois sensores.

A cortina será representada também por um motor de passo e da mesma forma que o ar condicionado dois sinais irão caracterizar seu movimento e, abertura ou fechamento. Existirão três sinais que simularão sensores de presença para

sabermos em qual posição a cortina se encontra, aberta, semi-aberta ou fechada. A posição semi-aberta representa cortina fechada 50%.

A temperatura é dada pelo módulo TAC Xenta 100, isto é, através de um termistor que colhe a temperatura do ambiente e a envia ao módulo, e de uma escala interna do módulo, este reconhece a temperatura do ambiente e a envia continuamente ao módulo TAC Xenta 302.

O display será representado pelo módulo OP da TAC. Assim, através deste módulo, pode-se visualizar o status de todas as funcionalidades da rede.

6.6 Atuadores para a Cortina e Ar condicionado

Nesse projeto, o controle do ar condicionado, realizado pelos componentes da rede *LonWorks*, controla um atuador, que será simulado por um motor de passo. O mesmo procedimento é realizado para a cortina. O motor de passo citado, assim como seu controlador, está representado nesta seção.

6.6.1 Motor de Passo

Para representar os atuadores dos dois dispositivos, serão usados motores de passos. O circuito de controle e o próprio motor são iguais ao que será descrito nessa seção.

O Motor de passo utilizado tem as seguintes características:

- Unipolar
- Alimentação de 12V
- Até 1000 rpm
- 15° (24 passos)
- 6 terminais

O motor é composto de dois segmentos conforme descrito na figura abaixo:

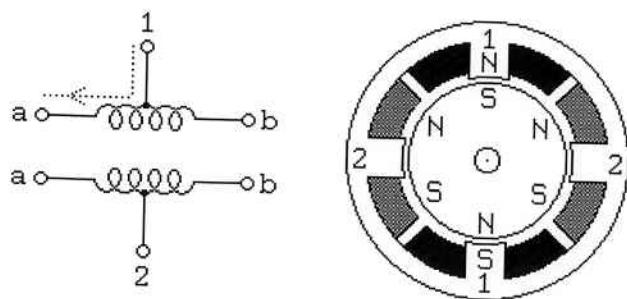


Figura 9 - Terminais do motor de passo

Os terminais centrais devem estar sempre energizados. Para realizar o passo, é necessário seguir uma seqüência de polarização para os demais segmentos, respeitando o fato de que dois segmentos da bobina não podem estar polarizados ao mesmo tempo. Existem várias formas de se conseguir esse movimento. O escolhido para o nosso projeto é o seguinte:

Clockwise Rotation →

Index	1a	1b	2a	2b
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1
5	1	0	0	1
6	1	1	0	0
7	0	1	1	0
8	0	0	1	1

Alternate Full Step Sequence
(Provides more torque)

Figura 10 - Tabela da verdade do motor de passo

Essa seqüência faz o motor girar no sentido horário. Para que o movimento seja no sentido anti-horário, basta inverter a seqüência dos passos.

Os fios estão conectados aos terminais do motor com a seguinte configuração:

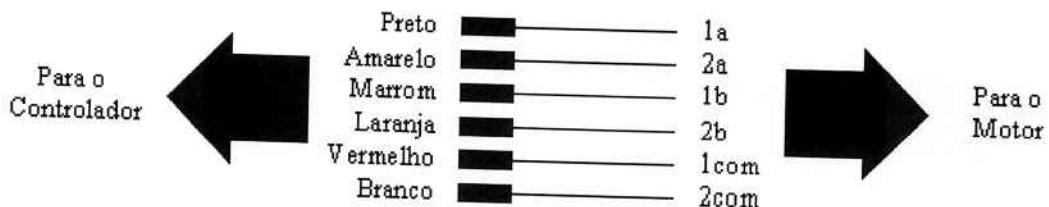


Figura 11 - Esquema dos pinos do motor

O controlador do motor de passo deve receber sinais que informem a direção de rotação e quando o motor deve rodar. No nosso projeto, foi designado um sinal de um bit TTL para cada uma dessas funções. O bit rotação em “1” indica que o motor deve rodar, “0” deve permanecer parado. Direção em “1” indica sentido horário. Em “0”, anti-horário.

O seguinte diagrama representa o esquema do motor de passo e seu controlador utilizados no projeto:

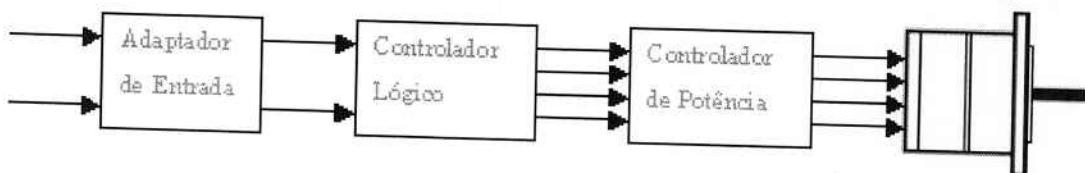


Figura 12 - Diagrama de blocos do circuito do motor de passo

O Adaptador de Entrada converte os sinais (2 bits) vindos do nó da rede LonWorks em dois sinais: um bit, que controla a direção da rotação; e um pulso de *clock* habilitável, que faz o motor rotacionar quando está habilitado.

O diagrama do adaptador está na figura abaixo:

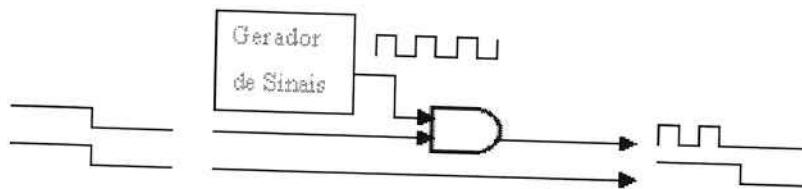


Figura 13 - Modelo para ativação do motor

Os demais componentes estão descritos nas subseções seguintes.

6.6.1.1 Controlador Lógico

A codificação dos dados de entrada é interessante do ponto de vista lógico, porém os sinais esperados para se controlar o motor de passo são diferentes. Uma simples entrada de dois bits foi capaz de definir as ações necessárias, mas elas precisam ser decodificadas para alguma seqüência de controle esperada pelo motor de passo. Para fazer essa conversão, é necessária a presença do Controlador Lógico.

Optamos por desenvolver um controlador ao invés de comprar um pronto, devido ao alto custo deste e a facilidade de construção daquele. O controlador desenvolvido é baseado em *flip-flops*, e permite a inversão na direção da seqüência.

O diagrama abaixo apresenta o controlador:

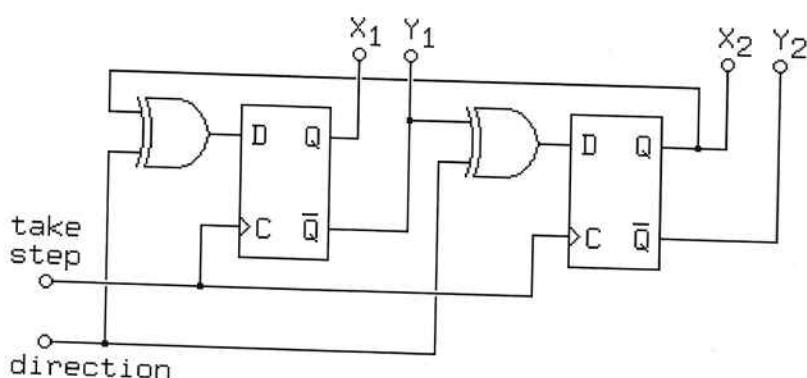


Figura 14 - Circuito esquemático do controlador lógico

6.6.1.2 Controlador de Potência

Mesmo com as entradas já decodificadas, elas ainda não podem ser levadas diretamente ao motor. Isso porque a alimentação do motor é maior que os 5V de saída do controlador lógico e, principalmente, porque esse controlador não é capaz de fornecer a corrente necessária para o motor entrar em funcionamento. O Controlador de Potência tem a função de suprir essa demanda. Trata-se apenas de um seguidor de sinais que amplifica a corrente e altera o valor da tensão de saída.

Diferentemente do que ocorreu com o controlador lógico, optamos por comprar esse controlador ao invés de desenvolvê-lo, devido à praticidade do produto e o baixo custo. Escolhemos o *driver* ULN 2003, que é baseado em um transistor *Darlington*. Usamos 4 dos 7 amplificadores desse circuito integrado.

O diagrama abaixo apresenta o controlador:

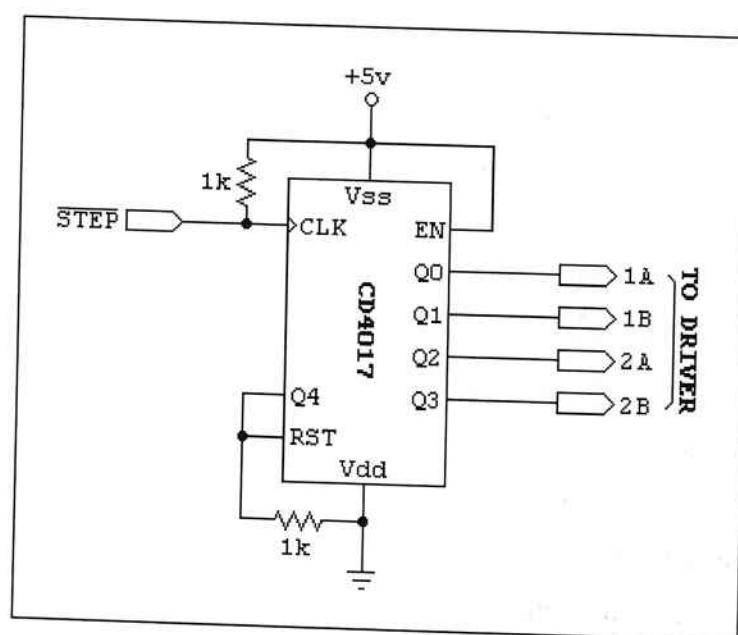


Figura 15 - Pinagem do CI

6.7 Os módulos LON

Módulo TAC Xenta 511

Este módulo é responsável por fazer a interface entre a internet e a rede LON e, possibilitar, tanto o monitoramento quanto o gerenciamento remoto da rede LON através via internet, uma vez que é uma webserver.

Módulo TAC OP

Este módulo é um display que permite a visualização do estado de todos as funcionalidades da rede e alterar seus estados.

Módulo TAC Xenta 302

Este módulo é responsável por armazenar o circuito lógico, construído no Menta, e por consequência, “controlar” a rede como um todo. O módulo 302 possibilita ao programador, ligar no máximo dois outros módulos para fazer o controle de entrada e saída. O 302 ainda permite o controle do módulo OP.

Este módulo apresenta 4 entradas digitais, 4 entradas universais, 4 entradas de sensores, 4 saídas relê e 4 saídas analógicas.

Para o caso apresentado este módulo recebeu o nome de M0.

Módulos TAC Xenta 422

Neste projeto, são utilizados dois módulos 422. Estes módulos funcionam como uma extensão para o 302, servindo para fornecer suas entradas e saídas para que se possa modelar as funcionalidades da rede.

O módulo 422 apresenta 4 entradas digitais e 4 saídas tipo relê.

Para o caso apresentado um dos módulos recebeu o nome de M1 e o outro de M2.

Módulo TAC Xenta 100

Este módulo é composto por um termostato previamente calibrado para fornecer a temperatura da rede. Ou seja, ao conectá-lo em uma das entradas do TAC Xenta 302 o próprio módulo encontra a temperatura do ambiente.

Mapeamento das entradas e saídas dos módulos com seus respectivos sinais

Sentido	Nome	Porta	Módulo
Entrada	iluminação	X1	M1
Entrada	Alarme	X2	M1
Entrada	alarme de invasão	X3	M1
Entrada	ventilador	U1	M0
Entrada	direção_cort	X1	M2
Entrada	cort_0	X1	M0
Entrada	Cort_50	X2	M0
Entrada	Cort_100	X3	M0
Entrada	Mov_cort	X2	M2
Entrada	Dir_cort	X1	M2
Entrada	Ar_condicionado_mov	X4	M2
Entrada	Ar_condicionado_dir	X4	M0
Entrada	Ar_a_f	X3	M2
Saída	Iluminação_saída	K1	M1
Saída	Sirene	K2	M1
Saída	Ventilador_saída	Y1	M0
Saída	Fechadura_saída	K3	M1
Saída	Dir_cort_saída	Y2	M0
Saída	Mov_cort_saída	Y3	M0
Saída	Dir_ar_saída	Y4	M0
Saída	Mov_ar_saída	K40	M1

Definição dos tipos das SNVT's mapeados a seu nome

SNVT's	Tipo
nvi_estadooper	state
nvi_ilumicação	state
nvo_iluminação	state
nvi_alarne	state
nvi_ar	temp
nvo_sirene	state
nvi_ventilador	volt
nvo_ventilador	volt
nvi_fechadura	State
nvo_fechadura	State
nvo_temperatura	temp
nvi_cortina	tev_percent
nvo_alarne	state

6.8 Previsto X Realizado

Foi prevista a automação de uma residência, permitindo monitoramento externo, através da Internet, e monitoramento interno através de um painel de controle alocado internamente à residência. Neste projeto, automatizou-se uma residência, e permitiu-se o monitoramento externo via internet e o interno via painel de controle, mas não foi feita a automatização via SMS que no início do projeto se pensava fazer se fosse viável, considerando a disponibilidade de tempo ao final do projeto. No início do projeto, o grupo percebeu a dificuldade para o cumprimento deste requisito, assinalando-o como secundário para o projeto. Apesar disto, resolveu levar a frente; agora ao final deste, vê-se que apesar de poder apresentar a possibilidade de um rico aprendizado, esta funcionalidade foi “deixada de lado” por

vários fatores, como a não obtenção de resposta de uma operadora de celular que se entrou em contato, a dificuldade para a implementação da mesma etc.

Além disso, no início do projeto, foi proposto o uso da rede elétrica para transmissão, mas, conforme conversa com o nosso orientador, não apresentaria grandes alterações no projeto em si, sendo de fácil implementação e por consequência não seria de grande interesse para o projeto, não sendo necessária a sua implementação.

No início pensou-se em utilizar um banco de dados, com a arquitetura cliente-servidor para controlar a rede LON via internet, mas verificamos a extrema facilidade de implementação do módulo LON 511 que já é um webserver que permite a monitoração e controla da rede via internet e que “fala” LON.

6.9 Arquitetura da rede LON

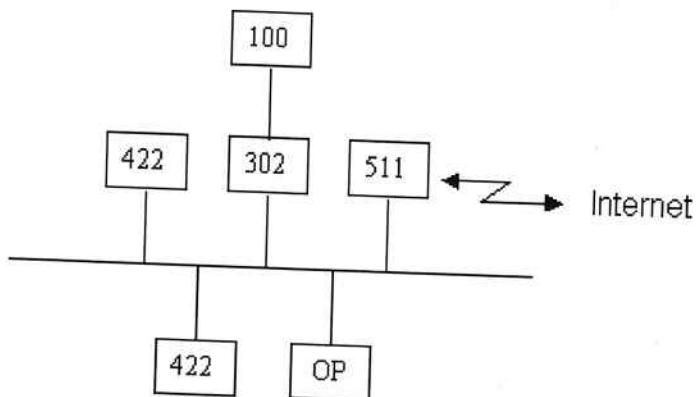


Figura 16 - Arquitetura da rede LON do nosso projeto

6.10 Desenho esquemático da bancada do projeto

Lado A – Painel de Controle

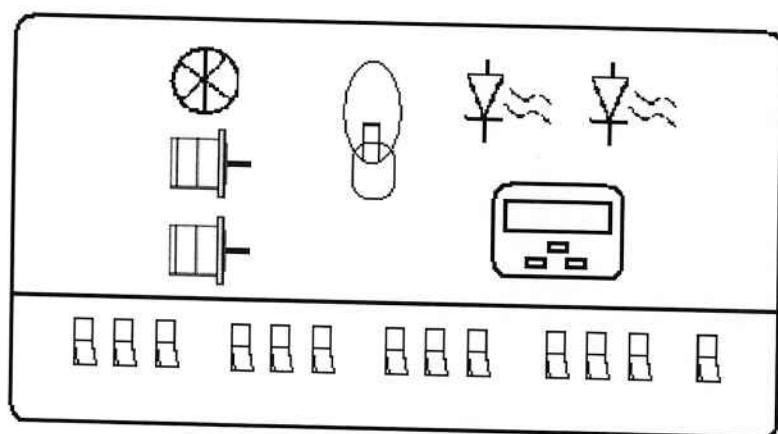


Figura 17 - Visão do Painel de controle - Lado A

Lado B – Rede Física

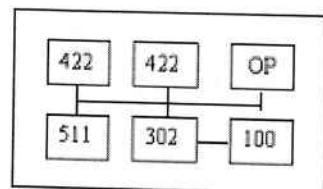


Figura 18 - Visão da Rede física - Lado B

7. Testes

Para exemplificar o funcionamento do projeto, submetemos nosso protótipo a alguns testes. Segue dois exemplos, testes para o alarme e para a cortina:

7.1 Alarme

Detalhamento das SNVT's usadas nessa funcionalidade:

- Nvi_alarme (6^a linha): Indica a ação de ativar o alarme via internet, quando está no estado 1.
- Alarme (5^a linha): Indica a ação de ativar o alarme via painel de controle, quando está no estado 1.
- Sinal_de_invasão (4^a linha): Simula uma invasão via painel de controle quando está no estado 1.
- Nvo_alarme (3^a linha): Indica via internet, que o alarme está efetivamente ativado via quando está no estado 1.
- Sirene (2^a linha): Indica que o alarme foi acionado devido a uma invasão.
- Nvi_estadodeoperação (1^a linha): Indica que a rede está sendo controlada via internet quando está no estado 1.

Descrição das transições ocorridas na simulação:

- 1: O modo de operação internet foi acionado.
- 2: Um sinal de invasão foi simulado via painel de controle, mas nada ocorreu pois o alarme não está ativo.
- 3: O alarme foi ativado via painel de controle, mas nvo_alarme não foi alterado, indicando que o alarme não foi ativado efetivamente, pois está no modo de operação internet.
- 4: O alarme é ativado via internet através da alteração de status da variável nvi_alarme e o sinal de internet nvo_alarme indica que o alarme foi efetivamente ativado.
- 5: Há um sinal de invasão e a sirene toca imediatamente, uma vez que o alarme foi ativado.

6: O alarme é desativado via internet e imediatamente o nvo_alarme muda de estado indicando que o alarme foi efetivamente desativado.

7: O modo de operação é alterado. Agora o painel de controle está controlando a rede.

8: O alarme é acionado via painel de controle e o sinal nvo_alarme muda de estado indicando que o alarme efetivamente foi acionado.

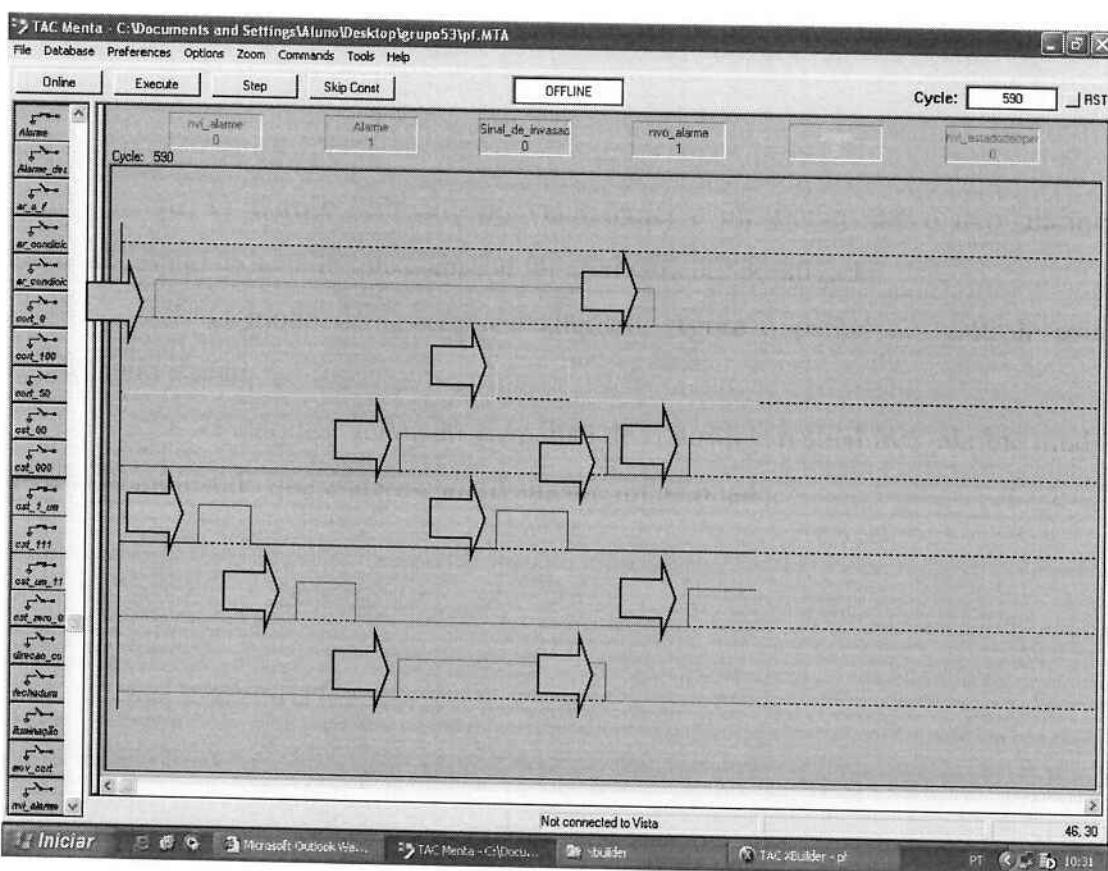


Figura 19 - Gráfico do teste feito com o alarme

7.2 Cortina

Partindo do princípio que a cortina está aberta, ou seja, apenas o sensor de 0% está em 1, chega uma ordem vinda da internet para a cortina ir para posição semi-aberta. Nesta posição os sensores de 0% e 50% estarão em 1.

No entanto para caracterizar o movimento da cortina precisamos de duas variáveis, uma para dar a ordem de movimento e a outra para dar o sentido de rotação do motor.

Enquanto a cortina se movimenta de aberta para semi-aberta, os valores dos sinais que caracterizam o movimento está definido em 1 para sentido de rotação (dir_cort_saída) e movimento(mov_cort_saída) (seta 1).

Quando o sensor de 50% está em 1 a cortina para de se mover (seta 2), pois vemos que mov_cort_saída vai para 0. Logo em seguida chega uma ordem pelo sinal nvi_cortina para a cortina se abrir, então o sinal mov_cort_saída vai para 1, pois o motor começa a rodar e o sinal dir_cort_saída vai para 0 (seta 3), diferente do caso anterior pois agora a cortina está se abrindo. Para este caso quando o sensor de posição de 0% está em 1 não significa que a cortina está totalmente aberta, pois ela pode estar entre a posição de aberta e semi aberta. Sendo assim só garantimos que a cortina se abriu totalmente quando o sensor da posição 0% vai para 0 (seta 4), quando isso ocorre o sinal mov_cort_saída vai para 0, ou seja, para de se movimentar.

Chega então uma ordem para a cortina se fechar totalmente (seta 5), neste momento o motor começa a girar (mov_cort_saída) e o sentido de rotação é para fechar a cortina (sinal dir_cort_saída em 1). Enquanto a cortina não se fecha totalmente, ela deve setar os sensores de 0% e 50%, e quando setar o sensor 100% a cortina deve parar de se movimentar que é o que ocorre.

Os sensores aqui mencionados (0%, 50% e 100%) por motivos operacionais devem ser caracterizados da seguinte forma: 50% e 100% assumem o valor 1 enquanto presença e o de 0% pulsa para 0 quando não presença.

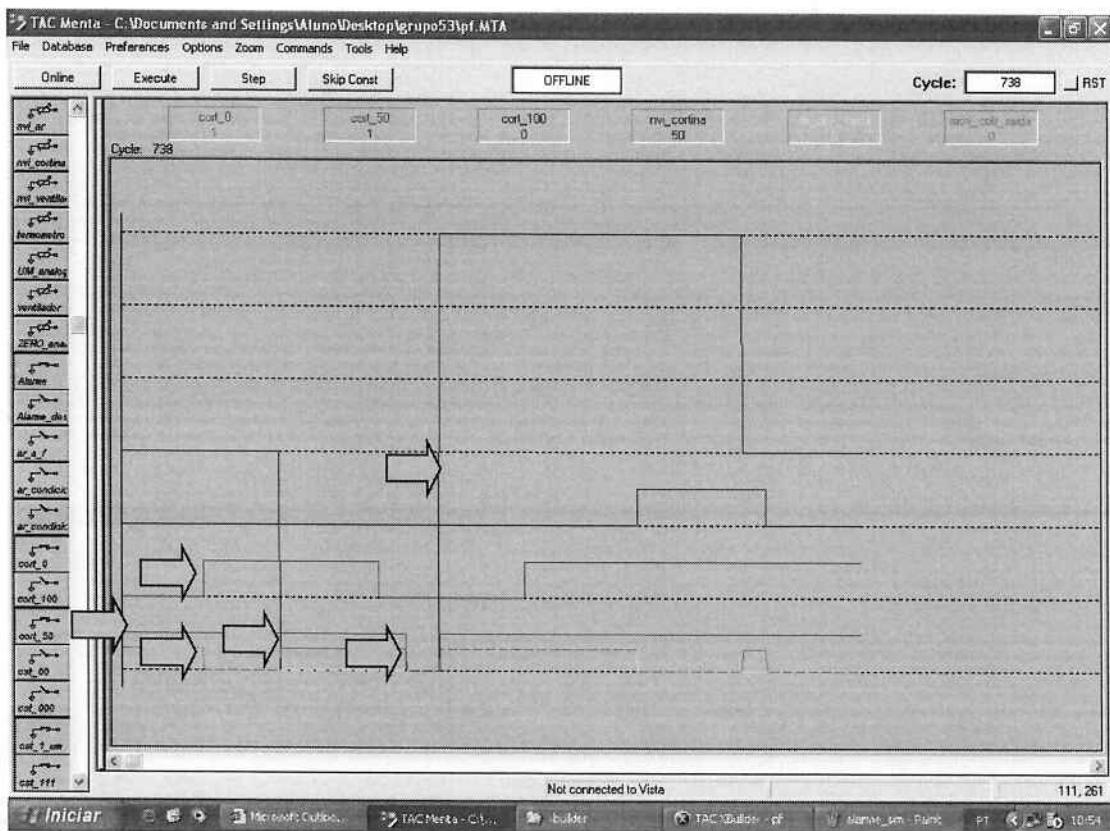


Figura 20 - Gráfico do teste realizado com a cortina

8. Considerações Finais

Neste projeto foi proposta a automação de uma residência, baseada na utilização da tecnologia LONWorks. Previa-se a automação de alguns módulos da residência, como também a utilização de alguns módulos já existentes e ainda, o monitoramento e controle da rede LON criada, através de um painel de controle alocado na residência, como também via internet e por fim via mensagens SMS. Como mencionado no decorrer do documento, a única funcionalidade que não foi implementada, foi o controle via mensagens SMS, principalmente por ser considerada pelo grupo como um todo, uma atividade secundária. Assim, esta atividade foi “posta de lado” em função de tarefas consideradas mais importantes.

Para o projeto, não foram utilizados módulos LON puros, mas módulos LON TAC, isto é, módulos que “falam” LON, mas que possuem características diferenciadas na medida em que ao invés de serem totalmente distribuídos, são utilizados em uma arquitetura relativamente centralizada, como é o caso do módulo TAC Xenta 302. Isto ocorreu devido a se adequarem perfeitamente aos requisitos do projeto e por estarem disponíveis no laboratório da faculdade.

Ao longo do projeto pôde-se consolidar vários conceitos aprendidos ao longo do curso de graduação, como a manipulação de dispositivos elétricos, a consulta à manuais técnicos, a elaboração de componentes de hardware e software, como também a produção de documentação que permite o reuso do projeto de forma completa. Destacamos o fato de que a tecnologia LON era desconhecida do grupo e ainda relativamente nova no Brasil, ilustrando assim a sólida formação acadêmica ministrada aos alunos pela Escola, que nos deu bagagem suficiente para lidarmos com essa situação.

Desta forma, este projeto foi de grande valia para os alunos, na medida que solidificou conhecimentos e proporcionou uma clara visão da transição entre o “mundo acadêmico” e o mercado de trabalho, uma vez que se apresentou como de grande porte e aplicável ao mercado da automação residencial brasileira.

9. Lista de Referências:

1. AURESIDE. Site institucional da organização. Disponível em <http://www.aureside.org.br/>. Acesso em dezembro/2004.
2. CONCEITO TECNOLOGIA. Site institucional da empresa. Disponível em <http://conceitotecnologia.com.br>. Acesso em dezembro/2004.
3. ECHELON. Protocolo LONTalk. Disponível em <http://www.echelon.com>. Acesso em dezembro/2004
4. TAC. Site institucional da empresa. Disponível em <http://www.tac.com.br>. Acesso em novembro/2004.
5. CASA DO FUTURO. Site disponível em [http://www.casadofuturointeractiva.com.pt/](http://www.casadofuturointeractiva.com.pt). Acesso em Setembro/2004
6. MARBIE SYSTEM. Site institucional da empresa. Disponível em [http://www.marbie.com.br/](http://www.marbie.com.br). Acesso em dezembro/2004.
7. UNIVESIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ. Site oficial da universidade disponível em [http://www.efei.br/](http://www.efei.br). Acesso em dezembro/2004
8. FARIA, R.; FERNANDES, H.; MONIZ, C. **Automação Residencial**, disponível em http://omni.isr.ist.utl.pt/~pjcro/cadeiras/api0203/pdf_files/AutomaçãoResidencial.pdf. Acesso em dezembro/2004
9. Intellon. Site institucional da empresa. Disponível em [http://www.intellon.com/](http://www.intellon.com). Acesso em novembro/2004.
10. LONMARK. Site institucional da organização. Disponível em [http://www.lonmark.org/](http://www.lonmark.org). Acesso em outubro/2004.

Apêndices A - Vista Explorer



Figura 21 - Visão do Vista Explorer

Apêndices B - Vista XBuilder

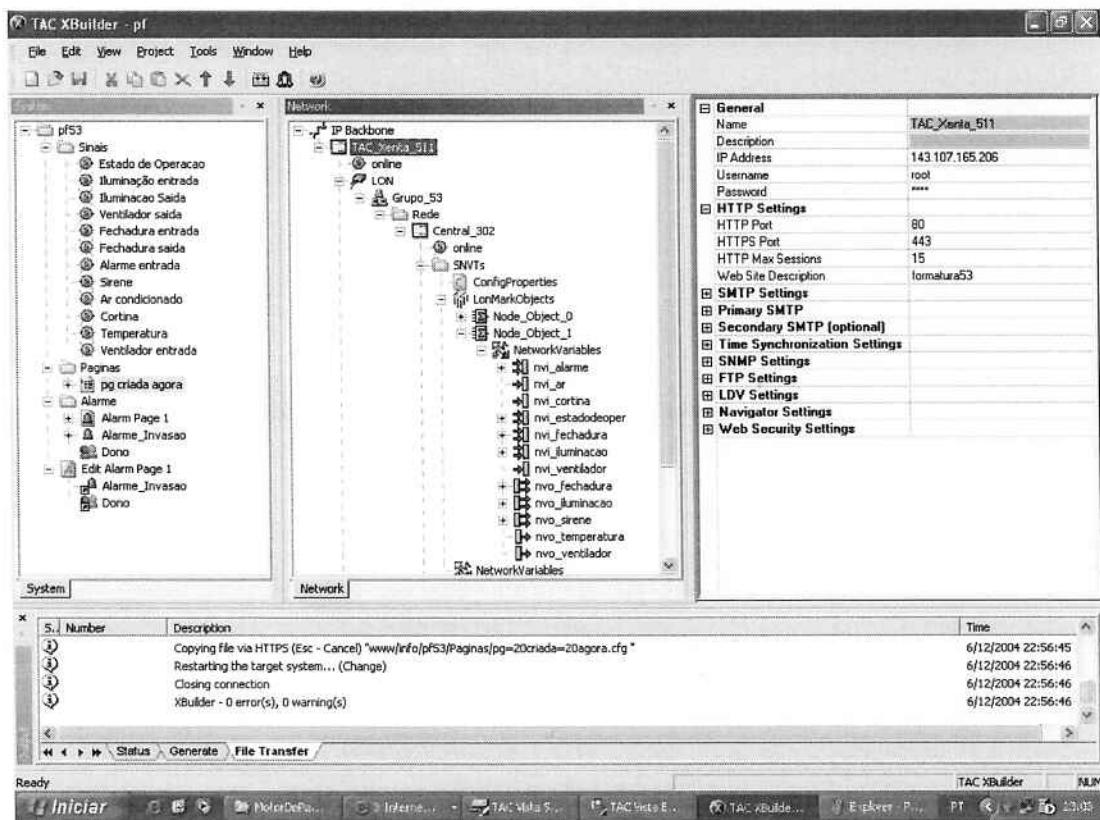


Figura 22 - Visão do XBuilder

Apêndices C – IHC

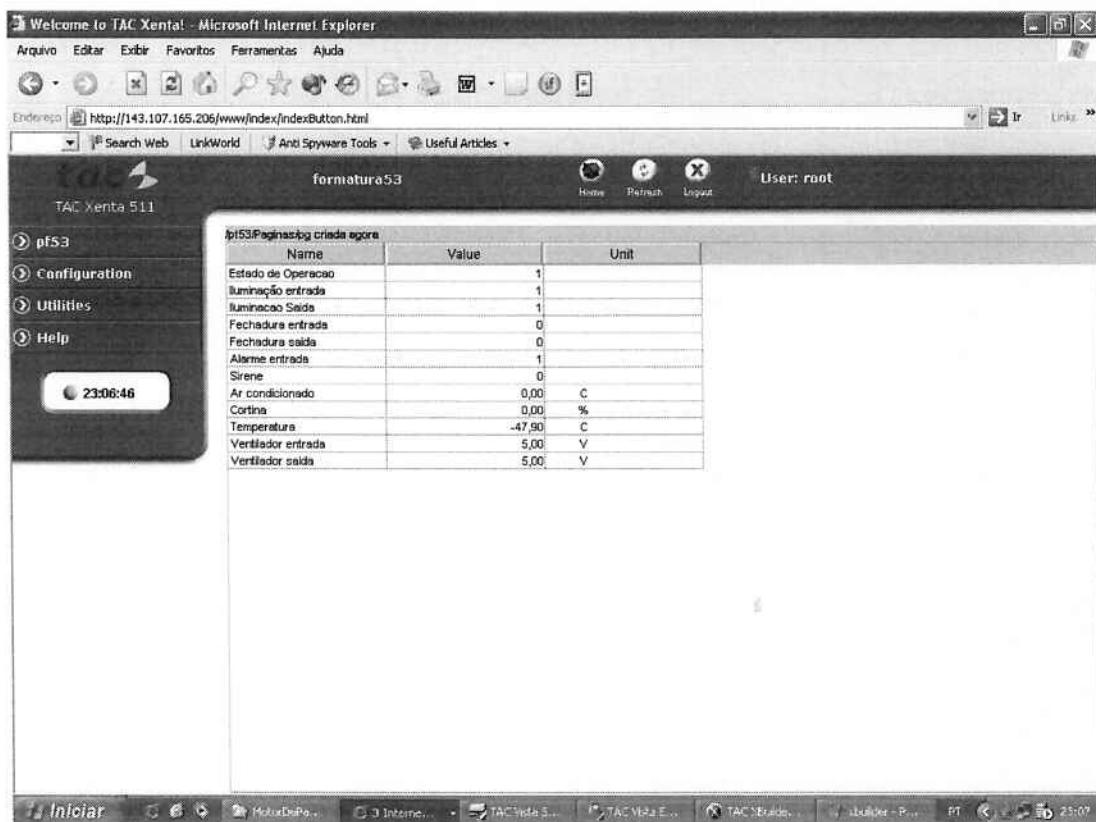


Figura 23 - IHC