

Utilização de computador de baixo custo para integração de tecnologias em automação residencial

Carlos Eduardo G. Araújo
Programa de pós-graduação em
engenharia elétrica e computação
Univ. Federal do Rio Grande do Norte
Av. Sen. Salgado Filho, 3000
Natal-RN – 59078-900 - Brasil
Email: cegaraujo@yahoo.com.br

Aldayr Dantas de Araújo
Programa de pós-graduação em
engenharia elétrica e computação
Univ. Federal do Rio Grande do Norte
Av. Sen. Salgado Filho, 3000
Natal-RN – 59078-900 - Brasil
Email: aldayr@dca.ufrn.br

Samaherni Morais Dias
Programa de pós-graduação em
engenharia elétrica e computação
Univ. Federal do Rio Grande do Norte
Av. Sen. Salgado Filho, 3000
Natal-RN – 59078-900 - Brasil
Email: sama@dca.ufrn.br

Resumo—Automação residencial é uma tendência inevitável para as habitações, uma vez que prover uma residência de dispositivos que propiciem conforto ao ambiente de forma automática não é mais uma solução futurista. Além disso, o rápido desenvolvimento de novas tecnologias embarcadas disponibiliza diferentes alternativas de baixo custo para automatizar residências. Também, em um futuro próximo, as residências deverão estar estruturalmente preparadas e cada vez mais conectadas aos seus provedores de serviços para ter acesso de forma automática a produtos e serviços que, em breve, estarão disponíveis. Nesse trabalho é proposta a utilização de um computador do tipo placa única (*single board computer*) para desempenhar as funções de controle primário em um sistema simples de automação residencial para controle de iluminação, que utiliza duas tecnologias diferentes de automação residencial que utilizam comunicação sem fio. É proposta a criação de uma sintaxe de comandos única para controlar da mesma forma as duas tecnologias de automação residencial, o que pode acontecer, geralmente, em casos de *retrofit*. Como contribuição, o trabalho pretende apresentar uma solução de baixo custo, de código aberto e que poderá ser utilizada de forma integrada com qualquer solução de automação residencial.

I. INTRODUÇÃO

A tecnologia existe para auxiliar as pessoas a resolver problemas, para acelerar a execução de tarefas ou para executar alguma atividade de forma mais cômoda. Desde a ferramenta mais rudimentar até o mais moderno dos computadores operam de modo a cumprir pelo menos uma dessas funções.

A utilização de tecnologia está diretamente relacionada com os avanços da sociedade. A revolução industrial, a produção em larga escala, a padronização da produção, a qualidade dos bens produzidos e a velocidade com que os mesmos são produzidos são exemplos de benefícios trazidos pela utilização da tecnologia. Além disso, os avanços da tecnologia proporcionaram uma maior velocidade na disseminação das informações que, utilizando a evolução dos recursos computacionais, permitem tomadas de decisão bastante rápidas com ou sem a intervenção humana.

Este tipo de progresso já faz parte da rotina dos ambientes industriais e científicos, mas não se proliferou com a mesma velocidade no interior das residências onde ainda se atribui a utilização mais intensiva de tecnologia a um luxo ou uma extravagância que apenas os ricos podem dispor. Trata-se de um avanço lento [1], que enfrenta barreiras culturais de uma

indústria bastante conservadora mas que está prestes a mudar bruscamente.

Novas orientações tecnológicas como o *smartgrid*, que consiste em uma integração inteligente de todos os elementos que fazem parte da rede elétrica de uma região, irão demandar uma instalação residencial com um grau maior de integração com os fornecedores de utilidades (energia elétrica, água, gás, internet, etc). Assim, ao se adequar para uma integração de informações com os fornecedores, as residências deverão estar estruturalmente preparadas para oferecer aos seus habitantes informações sobre os status de todos os equipamentos e informações sobre todos os eventos relevantes que venham a ocorrer na habitação.

Além disso, o barateamento dos recursos computacionais e com a disseminação da internet, tornou real e acessível a possibilidade de monitorar e controlar os ambientes, de mantê-los sob conforto térmico e de luminosidade.

São atrativos possíveis que vão além da questão da comodidade, podendo ajudar pessoas idosas [2] ou com algum tipo de deficiência a executar as tarefas domésticas com mais facilidade também contribuem para uma maior utilização de tecnologia nas residências a questão da sustentabilidade. Ao utilizar de forma mais racional os recursos energéticos, evitando desperdícios, o consumidor dá sua contribuição para a preservação do meio-ambiente.

II. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A literatura apresenta diversas definições de automação residencial. Resumidamente, a automação residencial pode ser tratada apenas como um elemento de conforto [3], o que é uma visão simplificada que não considera as componentes de gestão eficiente dos recursos energéticos, a componente sustentável associada ao aumento de vida útil dos elementos e da melhoria na acessibilidade.

Em outra abordagem [4], é utilizada uma definição mais abrangente que trata a automação residencial como sendo a introdução de tecnologia na residência com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos seus ocupantes através da provisão de diversos serviços como telemedicina, entretenimento multimídia e conservação de energia.

De forma mais abrangente, outros autores [5] consideram automação residencial uma atividade que faz uso de técnicas integradas de cabeamento, de comunicação e de controle para

criar um sistema de gestão das preocupações diárias com o objetivo de promover um ambiente agradável, confortável e seguro para a família que nele habita.

Qualquer que seja a definição utilizada, trata-se de um campo multidisciplinar que inclui telecomunicações, automação, informática, eletrônica, engenharia civil e a arquitetura [6].

A. A casa inteligente

A tecnologia disponível permite que se avance cada vez mais rapidamente no controle integrado da residência, permitindo uma maior autonomia do próprio sistema de automação nas tomadas de decisão.

Uma casa inteligente é um ambiente de convivência que contém tecnologia que permite que equipamentos e sistemas sejam controlados automaticamente [7]. Estes equipamentos e sistemas compartilham uma interface comum que proporciona serviços como entretenimento, comunicação remota e controle da residência inteligente para os usuários.

Uma casa é considerada inteligente se é possível fazer um ajuste fino da configuração em tempo real dos dispositivos domóticos de modo a melhorar o conforto de um determinado ambiente [8]. Para obter este tipo de comportamento são utilizados sensores que se comunicam diretamente com o gateway e alimentam um sistema de automação residencial pode ser instalado e utilizado na sua forma mais simples, quando um dispositivo de controle centralizado (computador, controle remoto, smartphone, tablet, etc.) é capaz de ligar ou desligar diversos equipamentos de forma individual ou conjunta. Entretanto, a tecnologia disponível permite que se avance mais no controle integrado da residência, permitindo uma maior autonomia do próprio sistema de automação nas tomadas de decisão.

Uma casa inteligente é um ambiente de convivência que contém tecnologia que permite que equipamentos e sistemas sejam controlados automaticamente. Estes equipamentos e sistemas compartilham uma interface comum que proporciona serviços como entretenimento, comunicação remota e controle da residência inteligente para os usuários [7].

Uma casa é considerada inteligente se é possível fazer um ajuste fino da configuração em tempo real dos dispositivos domóticos de modo a melhorar o conforto de um determinado ambiente [8]. Para obter este tipo de comportamento são utilizados sensores que se comunicam diretamente com o gateway e alimentam o sistema de informação com dados de intensidade de luz, temperatura, detecção de movimentos dentro e fora da casa entre outros. o sistema de informação com dados de intensidade de luz, temperatura, detecção de movimentos dentro e fora da casa entre outros.

III. OBJETIVOS

Como objetivo geral, o trabalho propõe a criação de uma sintaxe única para acionar diferentes tecnologias de automação residencial que, em princípio, possuem *strings* de acionamento diferentes, específicas de cada fabricante, ou seja, não apresentam um padrão. Essa diferença, impede, muitas vezes, que nos casos de expansão do sistema de automação residencial não seja escolhida uma tecnologia mais moderna ou economicamente mais viável.

Para suprir essa necessidade, é proposto o desenvolvimento de um código em equipamento que funcione como controle

primário de automação residencial.

Nesse caso um dispositivo do tipo computador de placa única (*single board computer*), de baixo custo, que permita acionar elementos independentemente da tecnologia de automação residencial utilizada.

Para tanto, foi utilizado o kit de desenvolvimento ARM Mini2440 [9] baseado no microprocessador samsung S3C2440, que atende aos propósitos específicos do trabalho que consistem de:

- Definição de uma sintaxe para automação residencial cujos comandos sejam independentes da tecnologia utilizada;
- Criação de uma tela para operar os dispositivos através da nova sintaxe;
- Programa de conversão da sintaxe única para a sintaxe de comandos reconhecida pelos equipamentos de automação instalados.

IV. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Para a implementação de sistemas de automação residencial, podem ser utilizadas tecnologias que estabelecem a comunicação entre os dispositivos de forma cabeada ou sem fio. Sistemas de automação que utilizam uma estrutura de cabeamento são, em geral, instalados durante o período de construção ou de reformas pois há a necessidade de passagem de cabos por dutos que demandam quebras de paredes e forros que causam transtornos para os habitantes. Também é possível utilizar sistemas cabeados que utilizam os fios da instalação elétrica existente para transmitir informações. A utilização de cabeamento para automação residencial é a tecnologia preferida pelos que associam o cabeamento com robustez e confiabilidade e também para aqueles que não se sentem confortáveis em um ambiente com constante propagação de sinais de rádio, mesmo com alguns estudos comprovando que estes sinais são inofensivos [6]. Para esse trabalho optou-se pela utilização de duas tecnologias distintas que utilizam a comunicação sem fio entre os seus elementos. As principais características da tecnologia 1 são:

- Opera na frequência de 433,92 MHz;
- Criptografia de 128 bits;
- Velocidades de comunicação de até 57,6 kbps;
- Expansível até 31 elementos escravos (slaves) através de comunicação RS485;
- Utiliza elementos transmissores e receptores.

No caso da tecnologia 2 as principais características são:

- Opera em 921,4 MHz (ISM-Industrial, scientific and medical);
- Modulação por chaveamento de frequência (FSK);
- Velocidades de 9,6 a 40 kbps;
- Expansível até 232 nós em uma única rede (mesh);
- Nós controladores e nós escravos;
- Alcance médio de 30 metros entre nós.

Em ambos os casos, tanto os elementos da tecnologia 1 quanto os elementos da tecnologia 2 são acionados remotamente através de uma interface que recebe os comandos de acionamento enviados pelo ARM Mini2440 através das suas respectivas portas seriais e converte esses sinais para uma mensagem no formato e na frequência de operação específica de cada tecnologia.

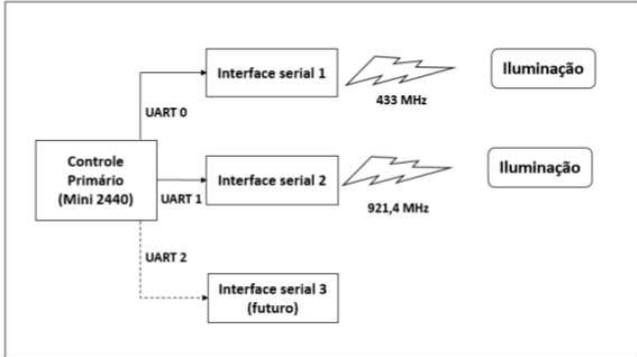


Figura 1. Visão esquemática da solução

V. CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

Para desenvolvimento da tela de acionamento foram utilizados principalmente dois *softwares*. O primeiro é o ambiente de desenvolvimento *Qt*, que apesar de ser um produto com uma licença comercial, também possui uma versão *Open Source*, é bastante robusto, flexível e permite um rápido desenvolvimento de elementos visuais, gerando código na linguagem C++ [10]. O outro *software* é o *SQLite*, um sistema gerenciador de banco de dados livre, de domínio público e multiplataforma. Consiste em uma biblioteca que implementa um banco de dados SQL que pode ser acessado de forma simples pela aplicação aqui proposta [11].

A. Definição da sintaxe de comandos

Cada tecnologia de automação utiliza uma sintaxe própria para envio de comandos. Ligar, desligar ou dimerizar um circuito de iluminação são completamente diferentes de uma tecnologia para outra. Considerando isso, definiu-se uma sintaxe única utilizada no envio de um comando na forma de uma string. Essa string sempre será convertida para o formato específico da tecnologia utilizada. A sintaxe ficou definida da seguinte forma: *MDXXOPYVLZZ*, onde: MD, OP e VL são elementos fixos da sintaxe que representam o número do módulo, a operação desejada e o valor desejado para a operação. Os parâmetros variáveis da sintaxe são: X – Identificador do módulo a ser acionado; Y – Identificador da operação desejada (L – liga, D – Desliga, V – Dimerizar); Z – String de valor da dimerização desejada (00-99).

Com este tipo de sintaxe, é possível acionar os comandos básicos de qualquer dispositivo associado. Para esse trabalho será demonstrada apenas a utilização com elementos de iluminação, mas a mesma sintaxe pode ser utilizada para acionamento automatizado de elementos com as mesmas características como, por exemplo, cortinas.

O armazenamento dos comandos reais, que serão enviados pelo ARM Mini2440 para os elementos instalados na rede elétrica, é feito em uma tabela denominada "comandos" do banco de dados "automação" criado no próprio Mini2440. Essa tabela é acessada para que seja feita a conversão entre a sintaxe padrão informada (*MDXXOPYVLZZ*) e a sintaxe real aceita pelos dispositivos.

```
[root@FriendlyARM 00-real]# cd ..
[root@FriendlyARM /opt]# cd 01-examples/
[root@FriendlyARM 01-examples]# ls -la
drwxr-xr-x 1 root root 2048 Jul 19 08:52 .
drwxr-xr-x 1 root root 2048 Jul 19 08:53 ..
drwxr-xr-x 1 root root 2048 Jul 18 19:35 01-hello
drwxr-xr-x 1 root root 2048 Jul 19 10:43 02-databases
[root@FriendlyARM 01-examples]# cd 02-databases/
[root@FriendlyARM 02-databases]# ls -la
drwxr-xr-x 1 root root 2048 Jul 19 10:43 .
drwxr-xr-x 1 root root 2048 Jul 19 08:52 ..
-rw-r--r-- 1 root root 0 Jul 19 10:43 automacao.sqlite
e
[root@FriendlyARM 02-databases]#
```

Figura 2. Banco de dados criado no Mini2440

```
[root@FriendlyARM 02-databases]# sqlite3 automacao.sqlite
SQLite version 3.7.9 2011-11-01 00:52:41
Enter ".help" for instructions
Enter SQL statements terminated with a ";"
sqlite> SELECT * FROM comandos;
1|T1|L|@XPT0
2|T1|D|@XPT0
3|T1|V|@XPT0
4|T2|L|43 34 35
5|T2|D|43 34 67
6|T2|V|43 34 99
sqlite>
```

Figura 3. Conteúdo da tabela *comandos*

Na figura 2 observa-se que o banco de dados "automacao.sqlite3" está instalado no Mini2440. Já na figura 3 é exibido o conteúdo da tabela "comandos", onde é possível observar 6 (seis) registros onde os últimos campos de cada registro apresentam 2 (dois) grupos diferentes de sintaxe, cada um correspondendo a uma tecnologia específica.

B. Definição da tela para operar os dispositivos

A utilização do computador de placa única Mini2440 como controle primário de automação significa que este dispositivo irá controlar através do envio de comandos, todos os elementos de automação residencial. Assim, é necessária a construção de uma interface de usuário que seja amigável. Para este trabalho, foi criada uma tela que apresenta a possibilidade de controlar 6 (seis) circuitos de iluminação, sendo 3 (três) de cada tecnologia.

É necessário que para cada ação do operador, representada pela nova sintaxe haja uma conversão em um comando de acionamento que represente a ação desejada.

Assim, conforme o esquema da figura 4, dada uma ação do operador, será criada uma *string* com a sintaxe padronizada que será convertida para a mensagem específica da tabela de comandos. Essa ação do operador é disparada através da interação com a tela de operação da figura 5.



Figura 4. Relacionamento entre ação e comandos



Figura 5. Tela de operação

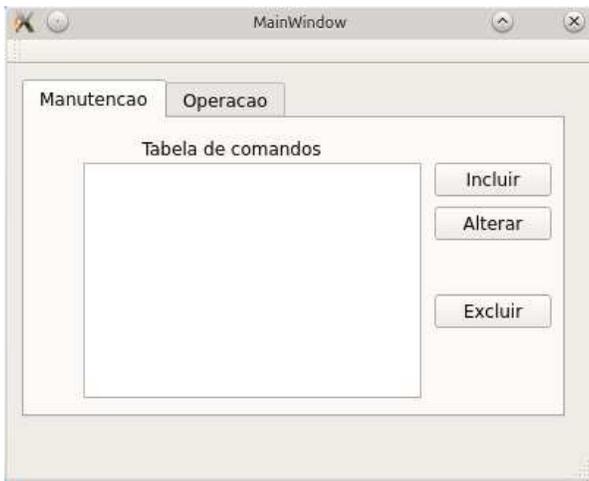


Figura 6. Tela de manutenção

Na tela de manutenção da figura 6 é o local onde o mantenedor do sistema trata os registros da tabela "comandos", isto é, qualquer alteração nas configurações dos circuitos é feita nessa tela de serviço que não deve estar disponível para o usuário final.

C. Considerações importantes

A criação da tabela de comandos foi feita através de linha de comando. Entretanto, a sua manutenção será feita através da interface do *Qt*. Para tanto é necessário incluir as respectivas

diretivas (*includes*) para que sejam feitas as chamadas de busca e manutenção de registros.

As telas apresentadas foram desenvolvidas em *Qt* com dimensões compatíveis com o Mini2440, mas estão disponíveis apenas no *desktop*. Para enviá-las para o Mini2440 ainda é necessário configurar o ambiente de desenvolvimento para as características específicas dos dispositivos. Entretanto, é uma tarefa que será concluída somente quando toda a solução estiver implementada no *desktop*.

VI. CONCLUSÃO

O trabalho atinge os seus objetivos propostos quando apresenta uma sintaxe única, uma tela de operação e manutenção e as regras para envio dos comandos para os dispositivos de automação residencial. Há também, com esse trabalho, uma oportunidade de apresentar soluções baratas, se comparadas com as soluções de mercado, que podem resolver problemas de pessoas com dificuldade de locomoção ou outras limitações. Além disso, com o Mini2440 e outros dispositivos mais modernos é possível expandir a solução para outras dimensões da automação residencial como, por exemplo, os controles de equipamentos de áudio e vídeo.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao programa de pós-graduação em engenharia elétrica e computação (PPgEEC) e em especial aos integrantes do laboratório de acionamento, controle e instrumentação (LACI), por todo suporte e apoio disponibilizado para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] S. Marttila, "Home automation - a challenge for electrical designers, contractors and electricians," Master's thesis, Helsinki University of Technology, June 2009.
- [2] M. Mohammadi, "Empowering seniors through domotics homes - integrating intelligent technology in senior citizens' homes by merging the perspectives of demand and supply," Ph.D. dissertation, Technische Universiteit Eindhoven, march 2010.
- [3] C. A. M. Bolzani, *Residências Inteligentes - Domótica, Redes Domésticas, Automação Residencial*, 1st ed., J. R. Marinho, Ed. Livraria da Física Editora - São Paulo, 2004.
- [4] K. Gill, S.-H. Yang, F. Yao, and X. Lu, "A zigbee-based home automation system," *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 55, no. 2, pp. 422–430, may 2009.
- [5] H. Gu, Y. Diao, W. Liu, and X. Zhang, "The design of smart home platform based on cloud computing," in *Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT), 2011 International Conference on*, vol. 8, aug. 2011, pp. 3919–3922.
- [6] E. Mainardi, "Design of a portable touchscreen interface for powerline domotic systems," in *CASE 2008. IEEE International Conference on Automation Science and Engineering*, aug. 2008, pp. 680–684.
- [7] Z. Wei, S. Qin, D. Jia, and Y. Yang, "Research and design of cloud architecture for smart home," in *Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2010 IEEE International Conference on*, july 2010, pp. 86–89.
- [8] D. Tejani, A. Al-Kuwari, and V. Potdar, "Energy conservation in a smart home," in *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies Conference (DEST), 2011, 31 2011-june 3 2011*, pp. 241–246.
- [9] FriendlyARM, *Friendly ARM Mini2440 - User Manual*, julho 2009, Último acesso em 09 de julho de 2012. [Online]. Available: http://www.friendlyarm.net/dl.php?file=mini2440_manual.pdf

- [10] J. Thelin, *Foundations of Qt Development*, ser. The Expert's Voice in Open Source, J. Gilmore, Ed. Apress, 2007.
- [11] J. A. Kreibich, *Using SQLite-Small. Fast. Reliable. Choose Any Three*. O'Reilly Media, 2010.