

## SISTEMA PARA REDUZIR O CONSUMO EM STAND-BY - ECOENERGY

### SYSTEM FOR REDUCE CONSUMPTION STAND-BY - ECOENERGY

Jorge Henrique Sales<sup>1</sup>; Diana Silveira e Pereira<sup>2</sup>

1 - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Brasil, jhsnpt@gmail.com

2- Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Brasil, dianasilveira28@gmail.com

#### **Resumo.**

*Este artigo trata-se da elaboração de uma central para economia de energia, automação e controle residencial, basicamente eliminando o consumo de energia no modo stand by. Esse sistema a ser detalhado possui leds nos equipamentos eletrônicos, foi elaborado em base da tecnologia Zigbee, especificamente, para aplicações de economia de energia com baixo custo de aquisição e fácil instalação, tornando-o acessível a usuários de diversas classes face a crescente necessidade do mercado.*

**Palavras chave:** stand by; ecoenergy; eficiência energética.

#### **Abstract.**

*This article is about the elaboration of a central office for economy of energy, automation and residential control, basically eliminating the consumption of energy in the way stand-by. This system to be detailed possess leds in the electronic equipment, was elaborated in base of the Zigbee technology, specifically, for applications of economy of energy with low cost of acquisition and easy installation, becoming it accessible the users of diverse classrooms face the increasing necessity of the market.*

**Keywords:** stand by; ecoenergy; energy efficiency.

#### **1. Introdução**

A função *stand by* é utilizado para designar o modo de espera da energia elétrica e teve como um dos objetivos proporcionar o conforto ao usuário. Contudo, este conforto tem um preço, uma vez que existe um consumo de energia que pode representar aproximadamente 15% da conta de energia elétrica residencial. Mesmo com este elevado desperdício, é notável que os consumidores desconheçam a causa do alto consumo de energia elétrica no famoso stand by e mesmo assim, essas pessoas continuam usufruindo desta tecnologia, por propor conforto e certa facilidade no uso desses aparelhos.

O *stand by* dos equipamentos eletro-eletrônicos é caracterizado por uma luzinha (LED) acesa nos mesmos. Essa luzinha indica que o equipamento está desligado, porém seu circuito interno está energizado, pronto para trabalhar. Este estado do equipamento é chamado modo de espera ou simplesmente *stand by* que é necessário para que o controle remoto do equipamento funcione. (SILVA FILHO, 2001).

No modo *stand by*, os equipamentos continuam consumindo energia, mas é muito menos do que quando estão ligados. Mesmo assim esse gasto pode chegar a 30 *watts*-hora, dependendo do equipamento. Esse consumo em *stand by* apesar de pequeno é contínuo, o que no acumulado do mês pode representar um gasto de 15% na conta de energia elétrica.

Com o objetivo combater este grande desperdício de energia elétrica residencial, mas sem diminuir o conforto e praticidade para o usuário, foi elaborado um novo equipamento o qual visa eliminar o gasto de energia dos equipamentos eletro-eletrônicos em *stand by*. Neste sentido, o aparelho intitulado *ecoenergy* foi elaborado com a finalidade de desenvolver de uma solução em automação residencial totalmente *wireless*, confiável e eficiente, com dispositivos eletrônicos e a convergência das tecnologias: internet, *ZigBee* e *SMS* de forma a trabalhar com baixo consumo e capacidade de integrar todos os ambientes da casa, com o controle de iluminação e de energia em eletrodomésticos e eletrônicos. A descrição do sistema será abordada nas seções a seguir.

## 2. Referencial Teórico

Com a evolução natural das tecnologias das redes sem fio, estas passaram a atender não só as aplicações corporativas mais sofisticadas como também aquelas envolvendo pequenos volumes de dados que exigem baixas taxas de transmissão como, por exemplo, o controle de equipamentos eletroeletrônicos. Basicamente, essas tecnologias têm o propósito de permitir o controle remoto de equipamentos domésticos (TV's, videocassetes, geladeiras, etc) e periféricos (teclados, mouse, impressoras, etc), eliminando os cabos e tornando mais prática a operação desses equipamentos pelos usuários. Uma das tecnologias mais recentes dentro desse grupo de redes para aplicações pessoais e que permite o gerenciamento e controle desses dispositivos é o padrão *ZigBee*. (PINHEIRO 2004).

Utilizar a arquitetura *Zigbee* significa um grande diferencial neste projeto, já que, diferente de outras aplicações comercializadas hoje no Brasil (onde é preciso às vezes refazer a instalação elétrica e se trata de uma comunicação física, ou seja, feita através de cabo), a aplicação aqui proposta não terá fios, não precisará de reformas, barateando os custos de instalação e assim como diminuir o tempo de instalação.

O termo *ZigBee* designa um conjunto de especificações para a comunicação sem-fio (*wireless*) entre dispositivos eletrônicos, com ênfase na baixa potência de operação, na baixa taxa de transmissão de dados e no baixo custo de implantação (PINHEIRO, 2004). Pinheiro (2004) argumenta que este tipo de equipamento não foi desenvolvido no Brasil utilizando tecnologia *wireless*, pelos seguintes motivos:

- As arquiteturas de rede *wireless* disponíveis até hoje, como *wi-fi* e *Bluetooth* são tecnologias caras, voltadas para transmissão de dados em alta velocidade;
- Essas arquiteturas possuem limites de distância para transmissão e por isso mesmo precisam de repetidores, tornando o sistema caro;
- Consome muita energia;
- Falta confiabilidade.

Com os estudos feitos pela equipe, viu se que a tecnologia *Zigbee* é a mais indicada para esse tipo de aplicação, mesmo que no Brasil não existe nenhuma empresa fabricante desses equipamentos, os equipamentos que existem hoje são todos importados.

O *ZigBee* começou no ano de 2002 com o crescente número de soluções oferecidas no mercado das redes sem fios. A

especificação *ZigBee* define as camadas de rede e aplicação e o serviço de segurança entre elas. A definição das camadas física e de acesso ao meio é da responsabilidade da norma IEEE 802.15.4. Ao nível físico destacam-se duas características importantes:

a) Operação em três frequências distintas:

- 2,4 GHz e débito de 250 KB/s (uso global, modulação O-QPSK)
- 915 MHz e débito de 40 KB/s (América e Austrália, modulação BPSK)
- 868 MHz com débito de 20 KB/s (Europa, modulação BPSK)

Complementando a norma IEEE 802.15.4, no que respeita às restantes camadas do modelo OSI o ZigBee tem como principais características o fato de ser um protocolo para aplicações de baixo consumo e de baixo custo. Estas duas características tornam-no ideal para sistemas de monitorização e sensorização, como é o caso dos sistemas de automação doméstica, segurança, controlo de iluminação e de acessos, etc. (MALAFAYA *et al*, 2008).

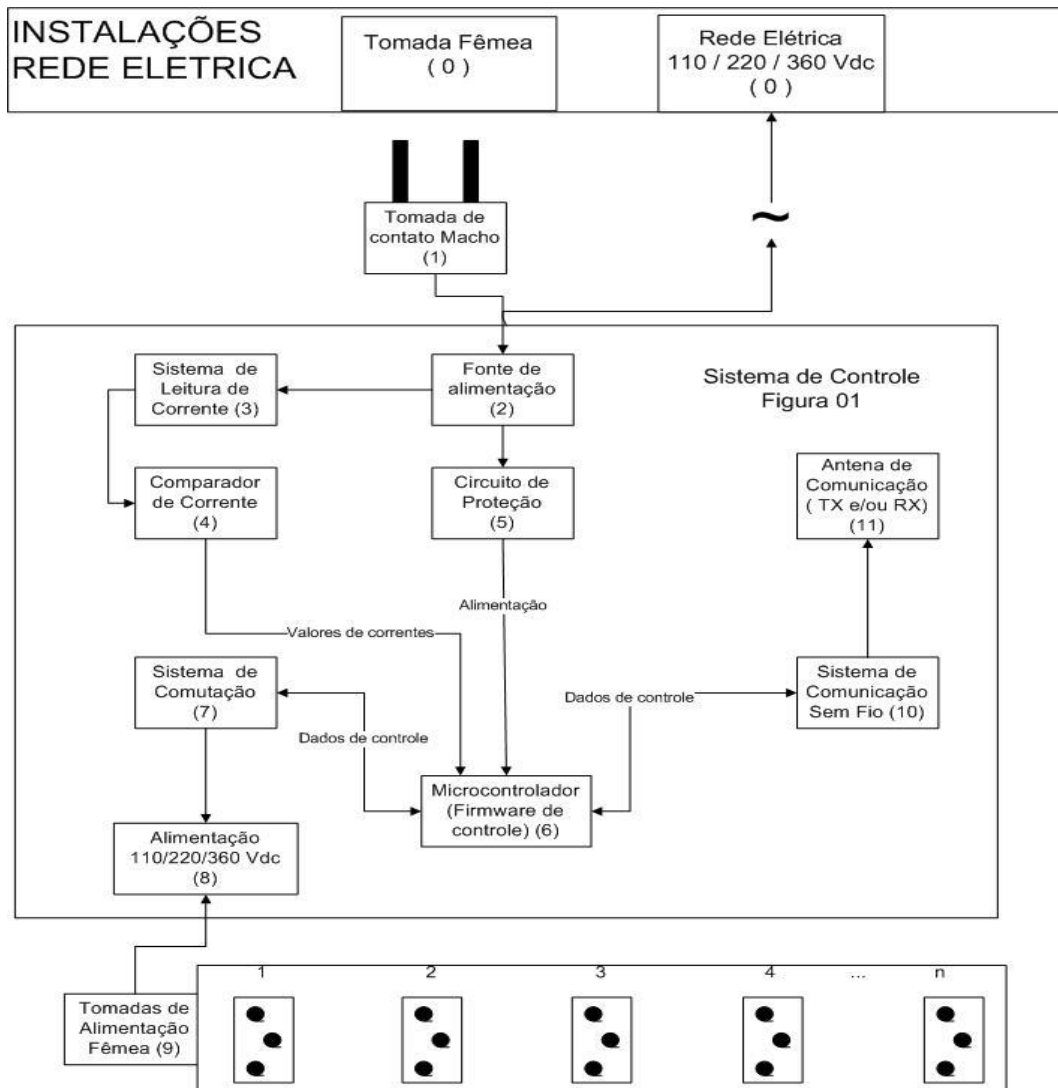
Pinheiro (2004) diz que os dispositivos baseados na tecnologia *ZigBee* operam na faixa *ISM* que não requer licença para funcionamento, incluindo as faixas de 2,4GHz (Global), 915Mhz (América) e 868Mhz (Europa) e com taxas de transferência de dados de 250kbps em 2,4GHz, 40kbps em 915Mhz e 20kbps em 868Mhz. O mesmo autor complementa dizendo que o padrão ZigBee (IEEE 802.15.4) foi projetado objetivando apresentar as seguintes características:

- Consumo de potência baixo e implementação simples, com interfaces de baixo custo;
- Dois estados principais de funcionamento: "active" para transmissão e recepção e "sleep", quando não está transmitindo;
- Simplicidade de configuração e redundância de dispositivos (operação segura);
- Densidade elevada dos nós por a rede. As camadas PHY e MAC permitem que as redes funcionem com grande número de dispositivos ativos. Este atributo é crítico para aplicações com sensores e redes de controle;
- Protocolo simples que permite a transferência confiável de dados com níveis apropriados de segurança.

### 3. Descrição do Protótipo

O equipamento desenvolvido foi intitulado *Ecoenergy*. Para facilitar a compreensão do sistema, ilustrou-se a figura 1 a qual mostra do o diagrama em blocos do esquema de funcionamento do sistema, bem como as partes que constituem o circuito eletrônico.

Figura 1 - Diagrama do Sistema



A lógica do funcionamento deste produto é basicamente a seguinte: A tomada macho (1) é conectada na rede elétrica, que por sua vez é conectada a fonte de alimentação (2) que transforma Corrente Alternada para Corrente Contínua, alimentando assim todo o circuito eletrônico. Um equipamento eletro-eletrônico, como por exemplo, uma TV, é ligada em uma das tomadas fêmeas (9) do equipamento. No momento em que a TV entra no modo *stand by*, o microcontrolador (6) percebe a diminuição da corrente através do circuito comparador de corrente (3 e 4) e aciona o circuito comutador (7) o qual corta toda energia do sistema, simulando assim que a tomada do televisor seja retirada da tomada de energia elétrica.

O circuito comutador (7) possui 2 estados: aberto e fechado. No primeiro caso, o circuito ficará aberto evitando que exista o consumo de energia, e ficará fechado para alimentar o equipamento eletro-eletrônico. Para acionar o fechamento do circuito comutador, será utilizado um controle remoto o qual enviará o sinal de comando visto que será recebido pelo sistema de comunicação sem fio (10 e 11).

O *firmware* foi desenvolvido para ser a inteligência embarcada do sistema. Quando recebe o sinal do controle remoto, processa e aciona o circuito comutador para o estado de fechado. Do mesmo modo, o *firmware* fica monitorando a

corrente que está sendo consumida pelo eletro-eletrônico. Assim, quando percebe que a corrente diminuiu ele aciona o circuito comutador para o estado de aberto.

### 3.1 Software do Controle Remoto Central

O Software a ser desenvolvido vai estar embarcado no controle remoto central, com uma interface amigável de forma que o seu manuseio seja o mais simples possível, é através dele que o usuário comandará efetivamente todos os periféricos, assim como poderá programar toda a rede de periféricos.

#### 3.1.1 Controle remoto central

O controle remoto terá por finalidade gerenciar e programar todos os periféricos, e será constituído por uma base para recarga, tela, entrada serial e módulo *Zigbee*. O diferencial desse controle remoto é o fato dele ser uma central móvel, ou seja, diferentemente das centrais que vemos no mercado onde elas ficam fixas em um ponto da casa, essa poderá se mover, facilitando o seu manuseio. Para tanto, terá uma bateria recarregável.

O controle terá a tela e comando, facilitando assim para o operador programar as funções, que terão formas de ícones na tela, cada um com sua função. Por exemplo: Suponha um ícone chamado iluminação, quando clicar ali o operador já terá todas as telas de configuração da iluminação.

Em resumo é o controle remoto central que controla toda a rede de periféricos. Esse controle será desenvolvido de forma que de acordo com outros periféricos venham surgindo, o software poderá ser atualizado ganhando novas funções.

#### 3.1.2 Periféricos

Os dispositivos periféricos, instalados em série com a rede elétrica em formas de sockets ou espelhos, serão desenvolvido cada um com uma função específica, de forma a elevar a eficiência e utilidade do produto. Levou-se em conta projetar e executar cada periférico baseado em um baixo custo na fabricação, para atender as necessidades do mercado. Abaixo serão descritos os periféricos propostos.

- Controlador Liga/Desliga e Dimerizador *wireless*: tem como finalidade o controle da intensidade de luz à distância, bem como ligar e desligar a mesma.

- Controlador Liga/Desliga: tem como finalidade ligar e desligar equipamentos a distância, evitando assim que equipamentos fiquem no modo de espera (stand-by) desperdiçando energia elétrica.

- Timer: tem por finalidade programar equipamentos para começarem a funcionar em determinado horário, e também estipular o tempo que os mesmos ficarão ligados, um exemplo seria programar a cafeteira para começar a fazer o café antes mesmo que a pessoa acorde.

Apesar da descrição resumida acima, existem muito mais exemplos e aplicações acerca do potencial do sistema elaborado, havendo inúmeras aplicações para os mesmos. Todos esses periféricos terão como tecnologia principal o módulos wireless que utiliza tecnologia de comunicação *ZigBee*, e esses módulos terão um funcionamento *two-way*, ou seja, tanto recebem informação do controle central, como enviam informação para o mesmo. Para exemplificar isso, ilustra-se a seguinte situação: O usuário manda um comando de desligar uma luz que fica no jardim, por exemplo. O dispositivo ao desligar a luz manda uma mensagem

de volta avisando que a luz foi apagada. Assim, o usuário tem certeza de que se apagou a luz.

### 3.2 Segurança

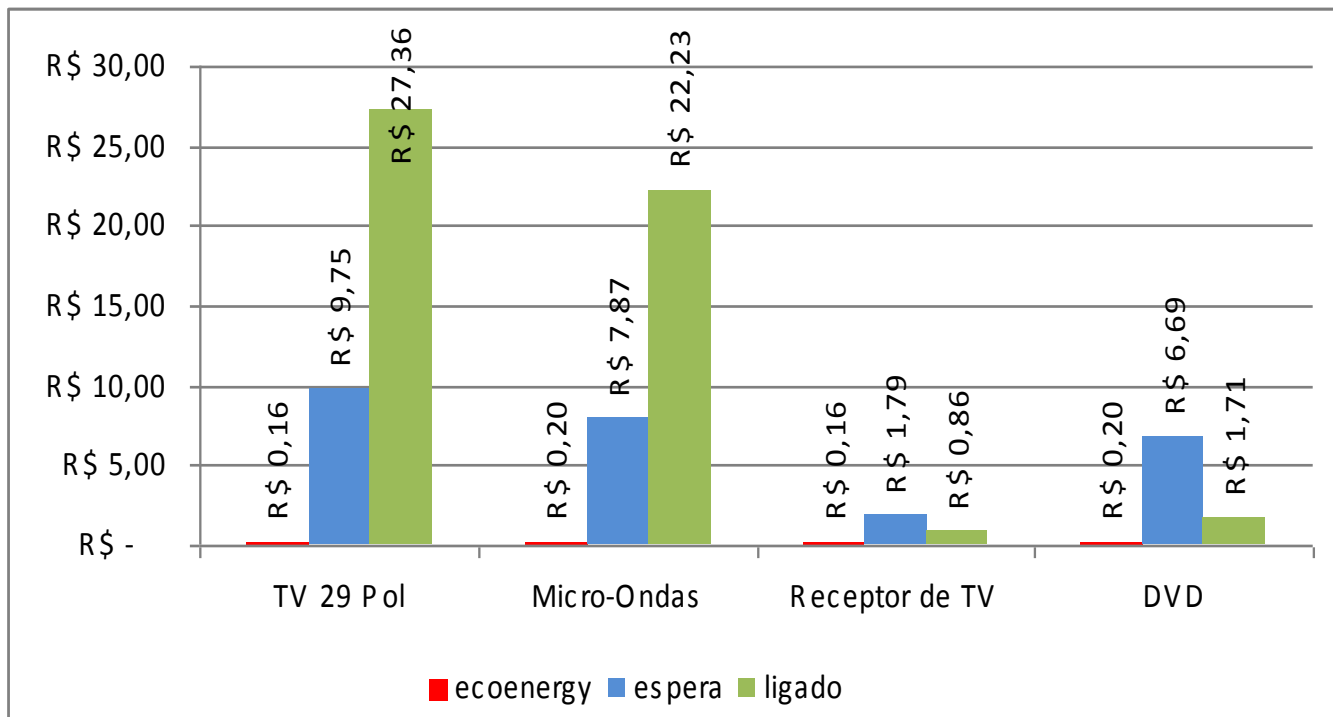
O padrão *ZigBee* adotou a proposta de um novo algoritmo de segurança, baseado na simplificação do algoritmo de roteamento AODV (*Ad-hoc On-demand Distance Vector*). Esta proposta foi adotada como parte da especificação IEEE 802.15.4.

A camada MAC utiliza o padrão AES (*Advanced Encryption Standard*) como seu algoritmo de criptografia, descrevendo uma variedade de rotinas de segurança. Estas rotinas têm como objetivo prover a confidencialidade, a integridade e a autenticidade dos frames da camada MAC. A camada MAC faz o processamento de segurança, mas são as camadas superiores que controlam o processo, ajustando as chaves de criptografia e determinando os níveis de segurança que deverão ser usados. Quando a camada MAC transmite (ou recebe) um *frame*, verifica o destino (a fonte do *frame*), recupera a chave associada com esse destino (fonte), e usa então esta chave para processar o *frame* de acordo com a rotina de segurança designada para a chave que está sendo usada. Cada chave é associada a uma única rotina de segurança e o cabeçalho do frame MAC possui um *bit* que especifica se a segurança para o frame está habilitada ou não. (PINHEIRO, 2004)

### 4. Resultados

A figura 2 mostra um gráfico comparativo de consumo de alguns aparelhos mais comuns em residências e seus custos com e sem o uso do *ecoenergy*. O número de pessoas por residências é importante para o cálculo final da conta de luz porque no caso de haver muitos moradores na mesma residência a porcentagem do modo de espera pode variar em função do consumo de energia do chuveiro elétrico. Os estudos foram feitos usando como base estes quatro dispositivos presentes na maioria dos lares brasileiros, indicados na figura 2.

Figura 2 - Dados comparativos do consumo de energia com e sem o *ecoenergy*



## 5. Considerações finais

A proposta do trabalho foi atingida, porque desenvolveu-se um produto capaz de combater o desperdício de energia elétrica residencial, mas sem diminuir o conforto e praticidade para o usuário. O *Ecoenergy* é uma solução em automação residencial totalmente *wireless*, confiável e eficiente, com dispositivos eletrônicos e a convergência de diversas tecnologias

A figura 2 comprovou que o equipamento mostrou ser capaz de reduzir o consumo no modo de espera em média de 30 *Watts-hora* para 0,5 *Watts-hora*. Vimos na figura 2 que, por exemplo, um DVD em modo de espera consome R\$6,69 ao mês e com o uso do *ecoenergy* passa a gastar R\$0,20. Deste modo, foi atingido o objetivo proposto por este trabalho, sendo assim, o *ecoenergy* faz parte de um futuro sustentável no contexto da automação, eficiência e economia de energia elétrica.

## 6. Agradecimento

Agradecemos ao suporte financeiro do CNPq e a GT Gestão e Tecnologia pela ajuda técnica.

## 7. Referências

HALLIDAY & RESNICK and WALKER, *Fundamentos de Física*, volume 3, 1984.

MALAFAYA, H.; LUÍS, T. SOUZA, J. P. *Sensorização sem fios sobre Zigbee e IEEE802.15.4*. 2008

SILVA FILHO, A. M. O Consumo de Energia no Modo *Stand-by*. **Espaço Acadêmico**, ano I, n.5. Recife, 2001.

PINHEIRO, J. M. S. **As redes com Zigbee**. 2004.

Submetido em 06/07/2014

Aprovado em 02/08/2014