

Estudo de desenvolvimento economicamente eficiente na automação de sistemas computacionais digitais.

Micha Jakob Meier¹ (IC)*; Francisco Ramos de Melo² (PQ);

UEG Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo
Br 152, N° 3105 Fazenda Barreiro do Meio-Campus Henrique Santillo-Anápolis
Caixa Postal 459, CEP: 75132-400

Resumo: As grandes novidades obtidas no ramo da automação trouxeram muitas possibilidades para a sociedade. Porém, geralmente, os recursos automatizados eram apenas para o uso industrial, apenas grandes empresas eram responsáveis por produzir e consumir os avanços obtidos pela automação. Devido a esse fato e somado ao alto custo, a população se via a margem dos avanços obtidos pela automação. Com o surgimento de novos estilos de vida, novos hábitos e novos valores, a automação começou a adentrar empresas de pequeno porte e casas residenciais, se tornando um item de grande valor e gerador de potencial desenvolvimento da sociedade. Junto com este avanço podemos observar um aumento de dispositivos eletrônicos nas residências, sejam computadores, notebooks, TVs, impressoras entre outros. De qualquer forma, o consumo de energia cresceu junto com o desenvolvimento tecnológico, por causa do aumento de dispositivos ligados as tomadas nas residências. Intervenções obrigaram os fornecedores a introduzir um conceito de stand-by para diminuir o consumo enquanto ninguém faz uso de um certo dispositivo. Mesmo assim stand-by não significa consumo zero. Este trabalho objetiva a análise da questão de consumo de energia elétrica não utilizada.

Palavras-chave: Stand-by. Eficiência econômica. Computação embarcada. Sistemas digitais. Redução de consumo de eletricidade.

Introdução

Desde os primórdios da humanidade, na interação com o ambiente, o homem desenvolveu ferramentas que auxiliaram e facilitaram sua atuação na interação com esse ambiente.

É possível verificar que, desde os primeiros instrumentos de pedra lascada até os modernos computadores eletrônicos, estas ferramentas foram elementos importantes na ampliação da capacidade humana. No curso desse caminho evolutivo surgiu a automação. A automação faz parte da disponibilidade de

¹ Estudante do curso de Sistemas de Informação, pela Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo em Anápolis - GO. micha.meier.siuieg@gmail.com

² Docente da Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo em Anápolis - GO

elementos e processos que possibilitam reunir e organizar um conjunto de tarefas de tal forma a atingir um aumento de produtividade nas tarefas com a minimização da ação humana.

Os processos de automação nos primeiros momentos buscaram estruturar a forma de execução de tarefas por humanos e, posteriormente, a transferência de atividades para a organização de engrenagens em máquinas que permitiam reproduzir uma ou mais tarefas. O advento da eletricidade e da eletrônica incorporou novos recursos ao processo, culminando em sistemas de automatização micro controlados cada vez mais sofisticados.

No campo da eletrônica, o advento da eletrônica digital imprimiu um grande potencial no desenvolvimento de processos de automação. A estruturação lógica dos componentes lógicos possibilitou a construção desde simples circuitos até sofisticados computadores eletrônicos (GARCIA, 2008).

Circuitos digitais podem ser definidos como circuitos eletrônicos que empregam a utilização de sinais elétricos em apenas dois níveis de corrente (ou tensão) para definir a representação de valores binários. Estes circuitos são fundamentados na lógica binária, na qual toda informação pode ser representada na forma de dois dígitos. Isto auxilia a representação de dispositivos com situação funcional de dois estados.

A lógica de combinação e encadeamento dos estados possibilita o desenvolvimento de circuitos que atendem as mais variadas situações (GARCIA, 2008).

Os sistemas com circuitos digitais apresentam diversas vantagens sobre sistemas eletrônicos analógicos ou mecânico tais como: maior exatidão e integração, programabilidade, facilidade de projetar e armazenar informações.

Neste passo, vale salientar que, a automação consiste em um conjunto de métodos que envolvem a inserção de equipamentos físicos e programas destinados ao controle desses equipamentos. O programa de controle tanto pode ser físico como pode ser lógico.

A aplicação dessas tecnologias apresenta algumas vantagens competitivas essenciais no sentido da eficiência econômica de recursos.

A necessidade de atender demandas cada vez maiores em espaços de tempo cada vez mais reduzidos, fez com que a automação industrial ganhasse força dentro das linhas de produção. A substituição da mão-de-obra humana por robôs torna a

produção mais rápida e eficiente, havendo assim menos desperdício de insumos além de ser possível programar o fluxo de produção de acordo com a demanda do momento.

No contexto da sustentabilidade, a eficiência econômica está relacionada à maneira mais equilibrada de usar os insumos necessários à produção e distribuição de serviços e produtos (CHIAVENATO, 2014).

Eficiência pressupõe que, na produção de qualquer bem, se utilize o mínimo de recursos, aos mais baixos custos. Sendo assim, refere-se à relação entre os resultados obtidos e os recursos empregados.

A automação tem sido um elemento favorável à eficiência em ambientes de grande porte com disponibilidade de grandes investimentos a curto, longo e médio prazo. Ambientes economicamente menores (residências, pequenos comércios e pequenas propriedades rurais) também podem ser favorecidos pelos processos de automação.

A integração multidisciplinar de várias áreas tais como eletricidade, eletrônica e computação, possibilitou o desenvolvimento de sistemas automatizados para as mais variadas finalidades em diversos campos de atuação: no nível residencial, comercial, industrial e agrário, entre outros (ROSÁRIO, 2014). Entretanto o investimento nestas áreas é dependente de reflexos ou adaptações de tecnologias já desenvolvidas nos ambientes de grande porte de investimento.

Projetos e desenvolvimentos de automação destinados aos ambientes com menor poder de investimento mostram que o benefício proporcionado pode resultar em maior conforto e economicidade. O projeto do Carneiro Hidráulico proposto por (ROJAS, 2002) pela sua praticidade e popularidade alcançada, ilustra como a tecnologia pode contribuir com a viabilidade no desenvolvimento da automação com eficiência econômica no acesso aos ambientes de menor poder de investimento.

A eficiência energética consiste na ideia de otimização de um determinado projeto, por meio de estudos fundamentados no levantamento pormenorizado de todo o sistema, com a finalidade de apontar algumas medidas de racionalização da energia, dos recursos e de segurança para as pessoas, consequentemente, reduzindo a demanda de energia e impactos ambientais (GARCIA, 2008).

Material e Métodos

O presente estudo objetiva além da redução dos custos de consumo da energia elétrica, também demonstrar os benefícios da automação e suas tecnologias como forma de auxílio a sociedade e preservação do meio ambiente, ressaltando a importância de sua democratização advinda com a acessibilidade nos preços.

Sendo assim, o presente estudo será composto das seguintes etapas. No primeiro momento, será dedicado a exposição da problemática que envolve o tema. Será tratada a automação, levantando fatos históricos e atuais, de forma breve. Na mesma oportunidade será discutido, de forma sumária, o consumo de energia elétrica atual e o desperdício ocasionado pelo sistema stand-by, presente na maioria dos eletrodomésticos.

Vencida a etapa de apresentação do tema, serão expostos os dados iniciais sobre o protótipo do sistema de desligamento automatizado, consistentes em pesquisa de catalogação de tecnologias disponíveis (sensores, atuadores, circuitos, micro controladores e acessórios) para automação de projetos economicamente eficientes.

Uma vez elucidado sobre o sistema, serão definidos os requisitos do sistema, o projeto, implementação e testes. Com a disponibilidade dos recursos e o protótipo já desenvolvido, tem início o estudo de caso do uso do protótipo em uma residência de pequeno a médio porte.

Esta etapa, para fins de estudo comparativo, inicia com a aplicação do relatório inicial, que consistirá nos levantamentos de dados: da residência, do perfil dos moradores, do consumo energético mensal, dos eletrodomésticos que possuem modo stand-by e outros dados que se fizerem necessários para a averiguação dos resultados finais.

A próxima fase, trata da implementação do sistema. O protótipo do sistema será instalado em uma residência. É válido lembrar que, será elaborado um folheto explicativo para os moradores, que além de terem toda a explanação verbal, contarão com este suporte físico para consulta.

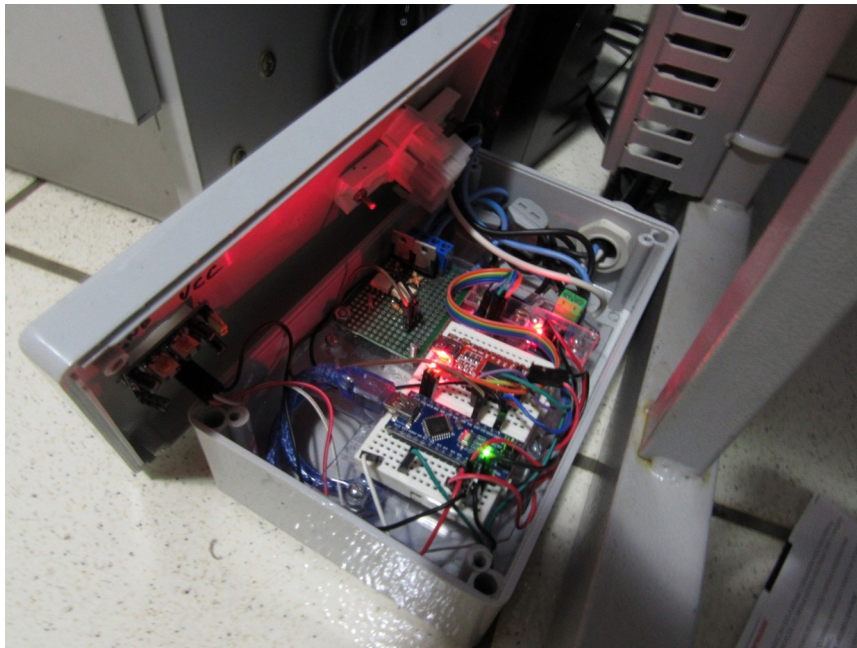
Será elaborado um relatório prévio e terá início as análises do uso de energia em modo stand-by. Será analisado se o propósito do protótipo conseguiu atingir seus objetivos e quais os benefícios alcançados.

Resultados e Discussão

Durante a construção, desenvolvimento e análise do equipamento de automação, foi verificado, que é possível, construir um sistema relativamente pequeno (19 cm x 11 cm x 7 cm), com recursos de baixo custo.

Na construção foi usado um microcontrolador de prototipagem Arduino, em conjunto com vários sensores, um circuito eletrônico com um triac entre outros e um módulo Wifi-ESP8266, apresentado na Figura 1.

Figura 1: interior do equipamento construído durante a pesquisa



Fonte: Produção do próprio autor

Os dados coletados e calculados pelo processador do Arduino foram enviados para um servidor, para possibilitar a análise dos dados e verificar a melhor forma de empregar a inteligência necessária para a automação.

O objetivo do sistema é desligar todos equipamentos ligados nele, quando estes não estão em uso ou apenas no modo stand-by. O ligamento é feito por meio de um sensor de presença. Por isso, a escolha da localização do equipamento é crucial e deve permitir a fácil detecção de qualquer movimento no local da implantação do sistema.

Na pesquisa realizada por Fedrigo, Gonçalves e Lucas (2009, p. 40), se verificou, que o potencial de redução da energia stand-by de dispositivos eletrônicos e eletrodomésticos, se encontra entre 1% e 3% do total de consumo de energia

elétrica em uma casa. Na Tabela I, são apresentados alguns exemplos de consumo de equipamentos em stand by verificados no desenvolvimento deste trabalho.

Tabela I: Consumo stand-by dos dispositivos ligados no equipamento

Descrição	Consumo Stand-by/mês
Notebook Lenovo Y50-70	0,69 kWh
Notebook Samsung S20	0,42 kWh
Impressora HP Deskjet 3050	1,19 kWh
Tela BenQ 24" LCD	0,69 kWh
Tela AOC 23" LED	0,71 kWh
Raspberry Pi 2	0,53 kWh
Total	4,22 kWh

Fonte: Produção do próprio autor

Por meio dos dados coletados no local do estudo de caso, foi calculado um potencial de redução de 4,22 kWh mensalmente. Este valor representa 4,4% do consumo total, ou seja, acima das porcentagens relatadas por Fedrigo, Gonçalves e Lucas em 2009. No cálculo do potencial de redução de consumo foram considerados 8h de stand-by (ou o não uso) para cada item listado na tabela acima.

Neste cálculo ainda falta o consumo do próprio equipamento. Este consumo de funcionamento é de 0,71 kWh mensalmente, que diminui o potencial de redução do consumo de energia elétrica de 4.4% para 3.7%, ou seja 3,5 kWh/mês.

Mesmo considerando o consumo próprio, o que o sistema proposto consegue evitar em termos de consumo de eletricidade, se encontra acima do esperado.

O custo do equipamento se encontra em torno de R\$ 215,00 (duzentos e quinze reais), excluindo os valores gastos com fretes. A princípio esta estimativa de preço pode parecer elevada, mas deve-se considerar as funcionalidades e a inteligência empregada na solução, que mostram o potencial de microcontroladores como o Arduino em aplicações e campo.

Dois fatores relevantes mostram a importância do sistema desenvolvido que visa diminuir o consumo de eletricidade. O primeiro fator é visto por meio do aumento do consumo de energia elétrica no Brasil. Dados da Empresa de Pesquisa

Energética (EPE)³ mostram que, desde 1995 até 2016, o consumo de energia elétrica pelas residências no Brasil dobrou.

O segundo fator que deve ser considerado, é o custo da energia stand-by, equivalente a 2% do total do consumo. Usando os dados da EPE no ano 2016, o conjunto de todas residências no Brasil consumiram 132.302 GWh⁴, portanto 2% são equivalentes a 2.657,44 GWh. A tarifa média de R\$ 450,07 para uma gigawatt hora (impostos excluídos) foi calculada com os dados fornecidos pela Aneel⁵. Desta forma é possível calcular o custo anual da energia stand-by das residências no Brasil da seguinte forma:

$$2.657,44 \text{ GW h} * R\$ 450,07 / \text{GW h} = R\$ 1.196.034,02$$

Assim, é possível afirmar que em 2016 foram R\$ 1.196.034,02 (um milhão e cento e noventa e seis mil e trinta e quatro reais e dois centavos) desperdiçados com energia stand-by.

Considerações Finais

O estudo de caso e a implantação do sistema foram realizados na residência do autor, o que permitiu um fácil acesso aos equipamentos e análise dos dados.

Outro aspecto importante foi, que o estudo foi realizado em um ambiente real e não um laboratório. Desta forma os cálculos do potencial de redução de energia elétrica puderam ser comparados com dados do gasto mensal ou anual com os dados calculados e pesquisados.

Um dos pontos relevantes considerados na realização desta pesquisa foi a verificação do fato de um microcontrolador de baixo custo ser capaz receber informações de sensores, efetuar cálculos estatísticos sobre estas informações e responder dentro de um tempo que possibilita o uso do sistema.

Uma dificuldade que o controlador apresentou, foi o equilíbrio da distribuição da energia para os sensores e atuadores. Para atingir este objetivo foram feitos muitos testes com vários componentes e combinações diferentes até todo sistema

3 Fonte dos Dados: [http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Box%20Mercado%20de%20Energia/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20\(nacional\)%20%E2%80%93%201995-2016.xls](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Box%20Mercado%20de%20Energia/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20(nacional)%20%E2%80%93%201995-2016.xls)

4 Fonte dos Dados: [http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Box%20Mercado%20de%20Energia/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20\(nacional\)%20%E2%80%93%201995-2016.xls](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/Box%20Mercado%20de%20Energia/Consumo%20anual%20de%20energia%20el%C3%A9trica%20por%20classe%20(nacional)%20%E2%80%93%201995-2016.xls)

5 <http://www.aneel.gov.br/documents/654800/14927318/TarifasB1.xlsx/f91274f8-032f-95df-bbc5-bf5c4c6836ac>

funcionar da forma adequada e atingir o objetivo de automatizar a detecção de consumo stand-by, seu desligamento e religamento.

Na parte do processamento, o processador do Arduino se mostrou como totalmente satisfatório. O tempo de resposta está dentro dos limites de usabilidade e as linhas de código ocupam um pouco menos que a metade da memória disponível.

É importante ser mencionado que o Módulo Wifi ESP-8266 possibilitou o envio dos dados colhidos pelo sistema para um servidor externo. Assim foi desenvolvido uma solução IoT (internet das coisas) que pode ser usado em muitos outros projetos da mesma forma.

A mesma solução poderia ser usada em muitas outras aplicações IoT que emprega Arduino em conjunto com um Módulo ESP-8266 e outros periféricos.

Por fim é importante ressaltar que o sistema é viabilização do protótipo. No cálculo de viabilização são usados os dados da conta da CELG que já incluem os impostos. Uma kWh na bandeira verde (sem custo adicional da bandeira amarela ou bandeira vermelha) custa R\$ 0,65. A média anual na residência é de 94 kWh/mês. Conforme calculado na parte dos resultados e discussão, o potencial de redução calculado na residência do estudo de caso é de 3,5 kW o que equivale a um valor de R\$2,28/mês.

$$R\$215,00 / R\$2,28/mês = 94,3 meses = 7,86 anos$$

Neste caso 7 anos é um tempo grande, mas deve se considerar que o sistema é um protótipo e iniciativas que visam a redução do consumo de energia precisam urgentemente serem pensadas e principalmente implementadas, uma vez que a necessidade de a cada dia mais a sustentabilidade se torna latente a cada dia. Não há mais como se pensar na continuidade do desenvolvimento global sem levar em consideração a sustentabilidade e maneiras de redução do consumo de energia, uma vez que alguns recursos para a geração desta energia são finitos e de alto custo.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria agradecer a Deus, que me deu a força, coragem e persistência durante todo estudo e criação do sistema.

Gostaria também agradecer a minha esposa, que me encorajou a buscar os meus sonhos e meu orientador que me motivou a desenvolver o projeto como Iniciação científica.

Referências

CHIAVENATO, I. **Introdução À Teoria Geral da Administração**. 9a. ed. São Paulo: Editora Manole, 2014. GARCIA, P. A. **Eletrônica Digital: Teoria e laboratório**. 2a. ed. São Paulo: [s.n.], 2008.

FEDRIGO, N. S.; GONÇALVES, G.; LUCAS, P. F. **Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. 94 p.

ROJAS, R. N. Z. **Modelagem, otimização e avaliação de um carneiro hidráulico. Tese (Doutorado)** — Instituto de Agronomia da Universidade de São Paulo, 2002.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Editora Pearson, 2014.