

UNIVERSIDADE SÃO FRANCISCO
Curso de Engenharia Elétrica

JOÃO CARLOS CECATO

CASA INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO

Itatiba
2010

JOÃO CARLOS CECATO – 002200600288

CASA INTELIGENTE DE BAIXO CUSTO

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade São Francisco, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Prof.^a M.^a Debora Meyhofer Ferreira.

Itatiba
2010

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por conceber o dom da vida e saúde para sempre seguir em frente e jamais desistir perante aos empecilhos que surgiram no decorrer desse trabalho e também durante todo o curso.

A todos que de alguma forma me motivaram ou ajudaram diretamente no trabalho, principalmente a Daiane do Nascimento, Ectore Cecato, Tiago Pereira Barbosa, Tiago Moraes Barbosa, Edson de Jesus Lopes e Lauri Filipe de Faria, que estiveram presentes e ajudaram durante praticamente todo o percurso deste trabalho, e a minha orientadora Debora Meyhofer Ferreira por ter sempre me motivado na elaboração deste projeto.

Aos meus pais, sem os quais eu não estaria aqui, pela educação que me deram e pela paciência e compreensão que tiveram no decorrer no trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

Cecato, João Carlos. **Casa Inteligente de baixo custo.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

Com o avanço da tecnologia constante e as redes de comunicação, uma infinidade de novas aplicações é desenvolvida para os mais diversos fins. Entre essas aplicações, o controle remoto residencial é de grande procura pelos engenheiros.

Existe um grande interesse da população mundial sobre a economia de energia e um ambiente sustentável que também é um dos assuntos que motivou a realizar este trabalho. Relacionado a isto, cada vez mais engenheiros do mundo inteiro tem trazido inovações nesse ramo. Tais como o monitoramento de casas inteligentes à distância, que podem fazer diversos trabalhos sem o auxílio do homem presente, por exemplo: ligar e desligar lâmpadas, monitorar temperatura ambiente, segurança da casa, etc.

Este trabalho pretende implementar os protocolos necessários para que um sistema microprocessador possa disponibilizar através da Internet as informações colhidas, além desta forma serão disponibilizadas também as informações colhidas através de e-mail. Para isto será descrito o funcionamento dos protocolos usados para disponibilizar páginas de Internet e para envio de e-mails. Como os recursos disponíveis neste tipo de equipamento são escassos, a otimização, juntamente com a compatibilidade das funcionalidades implementadas, foi uma das principais metas.

Palavras-chave: Casa inteligente , microprocessador, internet.

ABSTRACT

Cecato, João Carlos. **Intelligent house with low cost.** Work of Conclusion Course. Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.

With the constant technology advance and the networking, a infinity of new applications are developed for many ends. Among these applications, the residential remote is a huge pursuit by the engineers.

There is a big interest of general population about the economy of energy and a sustainable environment that also is a subject that motivated me to realize this work. Related to this, more and more engineers all round the world have brought innovations on this arm. Such as the monitoring of intelligent houses a distance, that can do several works without the assistance of man, for example: turn on and turn off lamps, monitor the environment temperature, house`s security, etc.

This study intends to implement the required protocols for a microprocessor system that enable though the internet picked informations, beyond this form will enable the informations though the e-mail. For that, it'll be described the functioning of protocols used to enable internet's pages and for sending e-mails. As the available riches in this kind of equipment are scanty, the optimization, jointly with the compatibility of implemented functionality, was one of the principal aims.

Key-words: Smart home, microprocessor, internet.

LISTA DE ABREVIATURAS

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
USF	Universidade São Francisco
TCP/IP	Conjunto de protocolos de comunicação
RISC	Computador com um Conjunto Reduzido de Instruções
WEB SERVER	Servidor de pagina de internet
SMTP	Protocolo padrão para envio de e-mails através da Internet.
ICMP	Protocolo integrante do Protocolo IP
FIN	Segmento de finalização
I/O	Input/Output
LCD	Liquid Crystal Display
IP	Internet Protocol
RF	Radio Frequência

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ilustração 1: Fluxograma do projeto	9
ilustração 2: Programa que compila o HTML	11
ilustração 3: Página web da casa I/O	14
ilustração 4: Página web com a planta da casa	15
ilustração 5: Configuração do e-mail e a senha da casa (*em desenvolvimento).....	16
ilustração 6: Esquema eletrônico do teclado.....	17
ilustração 7: Layout da placa	17
ilustração 8: Protótipo e placa confeccionada.....	17
ilustração 9: Placa montada na caixa plástica.....	17
ilustração 10: Controle de saídas	18
ilustração 11: Controle de entradas.....	19
ilustração 12: Controle via rádio frequência.....	19
ilustração 13: Sistema telefônico	20
ilustração 14: Visão frontal do protótipo	22
ilustração 15: Visão dos circuitos.....	22

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1. Automação.....	3
1.1. Automação residencial (Domótica).....	4
1.2. Luminotécnica.....	5
1.3. Importância da iluminação.....	5
1.4. Lâmpadas.....	6
1.5. Segurança.....	7
2. Implementação do projeto.....	8
2.1. Mini web Server (protocolo HTTP).....	9
2.2. Sistema de Email (Protocolo SMTP).....	12
2.3. Implementação das páginas de controle (Mini web Server).....	14
2.4. Controle I/O (teclado).....	16
2.4.1. Controle I/O (entrada/saída).....	18
2.5. Controle RF.....	19
2.6. Sistema telefônico.....	20
2.7. Controle de potência.....	20
3. TESTES.....	21
4. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

INTRODUÇÃO

Atualmente, o grande conceito que a sociedade moderna e ecologicamente correta busca, são sistemas e processos que utilizam racionalmente os recursos naturais existentes.

Na década de 80, começou um movimento que já tinha o conceito da casa inteligente, cujo foco principal era buscar uma melhor gestão (economia) da energia elétrica.

Por definição, automação / domótica é uma tecnologia recente que permite a gestão de todos os recursos habitacionais. O termo “Domótica” resulta da junção da palavra latina “Domus” (casa) com “Robótica” (controle automatizado de algo). É um processo, no qual coloca-se um sistema eletrônico, dotado de um conceito pré-programado e, sobre o qual não há mais necessidade de um pensamento consciente durante o seu funcionamento.

A automação residencial traz em um primeiro momento, um sentimento de status, porém, ao longo de sua utilização, consegue-se obter uma otimização de diversos recursos, de forma muito eficiente (por exemplo: luz, gás, ar condicionado, água), além do conforto que este tipo de sistema produz.

Outro ponto importante da automação residencial é a facilidade e independência que uma casa automatizada permite a um usuário, portador de necessidade especial. Para este tipo de usuário, a automação passa a ser uma facilidade ou um instrumento, que irá permitir uma total independência em relação a sua casa. Ele, através de um controle remoto pode controlar a iluminação, a água do jardim, o ar condicionado ou qualquer outro sistema automatizado.

Atualmente, a quantidade de equipamentos disponíveis para a realização de um projeto de automação residencial é muito grande, mas ainda possui um custo muito alto. Por isso, a intenção deste projeto é desenvolver um equipamento eletrônico, para automação de baixo custo, assim, podendo atender de maneira eficiente, a expectativa de conforto, economia e custo do proprietário.

Neste ponto é importante mostrar a diferença entre, Automação Residencial x Automatização. É comum, as casas terem algum processo automatizado. Podemos citar como exemplo, um portão eletrônico, um sistema para irrigar jardim, entre outros.

A Automação será responsável por integrar todos os sistemas automatizados e que funcionam separadamente, em um processo único, com uma

inteligência única, onde através de um controle remoto, você poderá abrir o portão, disparar o sistema de irrigação do jardim ou controlar a intensidade de luz da sala de televisão. A Automação residencial é o processo que possibilita esta integração.

1. Automação

Falando um pouco do seu histórico, tudo começou, com o nascimento da automação industrial que contribuiu com o passar dos anos, no desenvolvimento da automação predial e residencial. Por isso, em virtude das diferentes aplicações entre eles, em uma residência não é necessário dispositivos que controlam processos mais complexos, mas sim, equipamentos multifuncionais que são capazes de gerar diversas funções.

Na área da automação industrial, observa-se a implantação de computadores e sistemas industriais, de forma em ter o mínimo acesso do ser humano. Pode-se perceber um aumento na área da automação, por exemplo, o acesso automatizado de funcionários de uma empresa, quando entrarem pela portaria, é identificado por meio de um computador.

‘A palavra automation foi inventada pelo marketing da indústria de equipamentos na década de 1960. O neologismo, sem dúvida sonoro, buscava enfatizar a participação do computador no controle automático industrial. O que significa automação? Hoje se entende por automação, qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano e que vise soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias e dos serviços (por exemplo: automação industrial, automação bancária). A automação implica na implantação de sistemas interligados e assistidos por redes de comunicação, compreendendo sistemas supervisores e interfaces, homem-máquina que possam auxiliar os operadores, no exercício de supervisão e análise dos problemas que porventura venham a ocorrer. A automação na indústria decorre de necessidades, tais como: maiores níveis de qualidade de conformação e de flexibilidade, menores custos de trabalho, menores perdas materiais e menores custos de capital; maior controle das informações relativas ao processo, maior qualidade das informações e melhor planejamento e controle da produção’. (COUTO DE MORAES. CICERO, DE LAURO CASTRUCCI. PLINIO, Editora LTC, 2001).

1.1. Automação residencial (Domótica)

Quando surge uma nova tecnologia ao mercado, traz consigo um novo vocabulário e, quando o assunto é residência inteligente, não é diferente: casa automática, casa inteligente, automação residencial, domótica, entre outros, são termos que fazem parte do universo de definições da Automação Residencial.

Porém, isso tudo se resume em uma só palavra: conforto. Se um sistema automático, instalado em um ambiente não oferecer conforto ao usuário, em um pequeno espaço de tempo, o sistema irá ser desligado e deixado de lado, pois, quando se investe em algum sistema, o investidor espera algum retorno.

Então, outro fator muito importante que pode dar o retorno esperado, é a economia. O equipamento inteligente pode poupar consumo de energia elétrica, poupar tempo em tarefas que o usuário não precisará fazer, pois elas se tornarão automáticas.

“Automação Residencial promove a integração e racionalização dos diversos sistemas existentes, tais como à comunicação, transmissão de dados, iluminação, climatização, segurança, áudio e vídeo, irrigação de jardim, aspiração central, gerando como benefícios: economia, conforto e segurança. Possibilita ainda, uma flexibilidade muito grande com relação à múltipla função de uma simples tomada, que pode ser para telefone e num momento seguinte funcionar como ponto de rede, sem a necessidade de passar novos cabos”. (AURESIDE, artigo 7/11/2010).

Através da automação residencial, toda a iluminação de uma casa pode ser controlada além do interruptor convencional de parede, sistemas inteligentes podem acentuar os detalhes arquitetônicos de uma sala ou criar ambientes especiais para a utilização do home-theater ou para a leitura de um livro, por exemplo. Economia de eletricidade é outra vantagem, pois a intensidade de luz é regulada conforme a necessidade e as lâmpadas não precisam operar com seus brilhos máximos como acontece normalmente.

Os componentes de uma casa automatizada devem unificar, os controles e processos tornando tudo mais simples. A automação residencial tem como função, ajudar nas tarefas diárias

que tomam tempo ou evitar preocupações como, deixar as luzes acesas quando não tem ninguém as utilizando.

1.2. Luminotécnica

A iluminação é de fato muito importante para todos nós. Imagine os dias sem sol, sem luz, seriam tristes e vazios, sem cor e sem vida; isso mostra como a iluminação faz parte do nosso dia a dia e, o quanto a luz é capaz de influenciar ações e atitudes das pessoas e dos ambientes.

Esse despertar de sensações é influenciado pela visão; 80% dos sentimentos humanos partem deste sentido, onde a luz está totalmente inserida. Dessa maneira, um bom projeto luminotécnico pode fazer toda a diferença, principalmente se o que deseja iluminar é uma residência.

Primeiramente, é muito importante marcar os pontos de iluminação. Nessa fase, há um fator importantíssimo que é entender a intensidade de luz que será utilizada, no local específico. Todos os pontos de luz têm que ter uma função, para ser feita posteriormente às cenas de iluminação.

A luz tem um Índice de Reprodução de Cor (IRC) que, principalmente em residências, deve ser utilizado em uma porcentagem acima de 80%. O que significa que dentro da casa é a luz quente (mais amarelada) que dá um tom de aconchego em determinados ambientes como, no home-theater, no quarto, na sala de TV, na sala de jantar, etc. Já em ambientes de trabalho, como cozinha, área de serviço, garagem, a luz branca é que dá o ritmo, pois, não permite à pessoa sentir sonolência, pelo contrário, confere mais energia ao ser humano. Nesse caso o IRC fica abaixo de 80%.

Definidos os pontos de iluminação, deve-se pensar nos tipos de lâmpadas que serão utilizadas para iluminar cada ambiente. Existe no mercado cerca de 5000 tipos diferentes de lâmpadas, sendo as mais utilizadas, as fluorescentes, as compactas fluorescentes, as dicróicas e as halógenas.

1.3. Importância da iluminação

O futuro tende a ser construído pelo homem, com base nos resultados obtidos das pesquisas, e também das descobertas tecnológicas. Nos últimos 100 anos, a iluminação elétrica é uma das tecnologias que nos promoveu inúmeros benefícios, como: proteção à vista, influências benéficas

sobre o sistema nervoso vegetativo, benefícios também nas áreas de trabalhos, ou seja, melhor rendimento das pessoas, elevando o ânimo, a segurança, e o conforto visual.

Os grandes estabelecimentos comerciais e industriais vêm através destes resultados, apresentando formas para mudar os ambientes de trabalho, para assim, proporcionar melhor rendimento e vantagens como, economia através dessa iluminação eficiente.

Há ainda, uma falta de consciência das pessoas, sobre as inúmeras formas de se economizar energia na área da iluminação, mas, é nesse campo que existe grande oportunidade para se obter uma alta eficiência energética.

A indústria da iluminação é a que mais tem investido na eficiência e economia de energia. Tanto é que nos últimos 40 anos, essa indústria conseguiu aumentar a eficiência das lâmpadas de modo significativo:

- Lâmpadas de descarga a vapor de mercúrio a alta pressão em 65%;
- Lâmpadas fluorescentes em 80%;
- Lâmpadas de descarga em vapor de sódio e baixa pressão em 115%.

“Junto com essas evoluções, foi desenvolvido, na última década, um número considerável de novos produtos que geram economia de energia, dentre os quais, as lâmpadas fluorescentes compactas e eletrônicas. Possibilitando assim a redução no consumo de energia, sem diminuir os enormes benefícios de uma boa iluminação”. (CAVALIN; CEVELIN, 2005, p.52).

1.4. Lâmpadas

Incandescentes: iluminação geral, em locais em que se deseja a luz dirigida, portátil e com flexibilidade de escolha, de diversos ângulos de abertura de fecho luminoso. As lâmpadas incandescentes comuns podem ser usadas, em luminárias com lâmpadas do tipo refletoras. Em residências são utilizadas na iluminação geral de ambientes ou, quando se deseja efeitos especiais.

Halógenas: “Têm como vantagens em relação às incandescentes comuns: vida mais longa, ausência de enegrecimento do tubo, alta eficiência luminosa, excelente reprodução de cores e dimensões reduzidas. Como desvantagens: despreendem intenso calor e são pressurizadas, podendo estilhaçar-se inesperadamente, o que faz necessária a sua utilização em luminárias que tenham proteção. Atualmente o modelo de lâmpadas quartzo-halógenas muito utilizada são as dicróicas.” (CREDER, 2002, p.177).

Fluorescentes: são lâmpadas que, por seu ótimo desempenho, são as mais indicadas para iluminação de interiores, como: escritórios, lojas, indústrias, tendo espectros luminosos indicados

para cada aplicação. É uma lâmpada que não permite o destaque perfeito das cores; utilizando-se, porém, a lâmpada branca fria ou morna, permite uma razoável visualização do espectro de cores. Em residências podem ser usadas em: cozinhas, banheiros, garagens, etc. Dentre as lâmpadas fluorescentes, a que tem grande aplicação em escritórios, mercados, lojas por sua alta eficiência, é a do tipo HO (high output), que é indicada por razões de economia, pois a sua eficiência luminosa é muito elevada. (CREDER, 2002, p.177).

1.5. Segurança

Como sempre, a segurança é fundamental para nós e para a nossa família. Portanto, somos nós que nos aprisionamos em nossas casas e, com o auxílio do sistema da casa inteligente, podemos prover muitas cenas de alerta. No caso de uma invasão, acendem-se todas as luzes internas e externas, proporcionando também sinais de alerta pisca-pisca, assim, assustando os invasores. E há ainda, uma integração no sistema telefônico conectado direto à polícia (ao qual se deve consultar previamente o órgão responsável), e também a função de criação de cenários adequados, no caso de uma viagem mais prolongada, ao qual, a casa acende e apaga as luzes, em horário previamente determinado.

A casa também pode ser vigiada de qualquer lugar do mundo, no qual é necessária, a disponibilidade de internet e/ou sistema telefônico para que possa fazer a monitoração do sistema, via Mini Web Server e sistema telefônico, assim podendo atentar para qualquer ocorrido com a sua residência.

2. Implementação do projeto

Para o desenvolvimento deste projeto, foi necessário adquirir o conhecimento sobre várias áreas: os protocolos que seriam implementados, hardware, sistema RF e sistema telefônico. Para realizar o desenvolvimento, era preciso que cada um dos itens fossem testados após a sua implementação. Em função disso, resolveu-se separar a etapa de implementação lógica do projeto, da etapa de testes de hardware, assim os erros que fossem encontrados, seriam mais facilmente solucionados, pois, não seriam influenciados pelo desconhecimento de funcionamento do protótipo.

Após a primeira fase de aquisição de conhecimento dos protocolos que tinham que ser implementados, partiu-se para o estudo de funcionamento do hardware escolhido, pois, como o hardware seria o ambiente de teste, é fundamental que o conhecimento em cima da plataforma seja a melhor possível. Foi necessário também, além do conhecimento em cima do hardware, adquirir o conhecimento da ferramenta que realiza a compilação do projeto e, a transferência do código para o microcontrolador. Obtendo-se o conhecimento em todos os itens citados anteriormente, já era possível ter uma base para início da codificação do projeto.

Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizada uma plataforma de 32 bits, utilizando-se de um compilador. Este compilador era composto de: compilador, editor e transferência de dados para o microcontrolador. Com este software era possível verificar passo a passo o que foi implementado e, o que está sendo executado; o nome do software utilizado para o desenvolvimento era Mplab IDE, que tinha a capacidade de realizar uma depuração no código.

Para que seja melhor exemplificado, será utilizado a figura posterior para fácil compreensão.

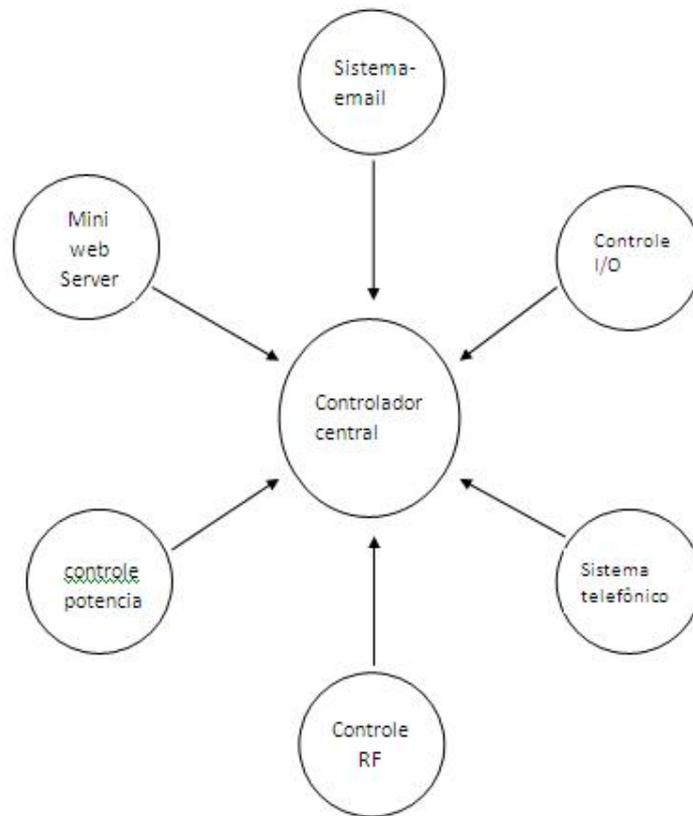


ilustração 1: Fluxograma do projeto (fonte própria)

2.1. Mini Web Server (protocolo HTTP)

Para o desenvolvimento do protocolo HTTP, foi necessário um estudo da especificação que padroniza a codificação, do tipo de protocolo que está sendo implementado, onde neste caso é a RFC 2616 (FIELDING ET al., 1999). A implementação respeitou alguns passos que tiveram que ser tomados, para que o protocolo funcionasse corretamente. O primeiro foi o desenvolvimento da base do servidor HTTP, e nesta implementação foram desenvolvidas as seguintes situações:

- Conexão do HTTP com o TCP, caso não obtenha sucesso, ele não consegue se conectar ao protocolo TCP e com isso, não realiza a sua função;

- Verifica o tipo de pedido que foi realizado (GET/HEAD/POST);
- Realiza o parse da URL (Uniform Resource Locator) informada;
- Verifica se o arquivo que está sendo solicitado existe (página da web);
- Verifica se o tipo de arquivo que está sendo solicitado é um arquivo válido;
- Envia o arquivo para o display e encerra a conexão TCP;

Estas operações citadas anteriormente são um funcionamento otimizado do protocolo HTTP.

Um servidor Web tem que estar disponível para receber mais de uma conexão, portanto, para que isso fosse disponível, foi necessário a implementação de uma rotina que pudesse ser executada sempre que uma requisição fosse enviada, assim, nesta função ela é responsável pelo gerenciamento da execução dos processos do servidor Web. Abaixo se pode visualizar o trecho que executa esse gerenciamento.

```
void HTTPServer(void)
{
    BYTE conn;
    for(conn = 0; conn < MAX_HTTP_CONNECTIONS; conn++)
    {
        if(httpStubs[conn].socket == INVALID_SOCKET)
```

Pode-se destacar que, apesar da aplicação suportar mais de uma conexão, ela tem um limite de conexões que ela gerencia, pois, em um ambiente microprocessado têm-se algumas limitações e estas têm que ser tratadas, senão, a aplicação tende a ficar com um baixo processamento, com isso, gera um desempenho não favorável para a finalidade que o protótipo está sendo implementado.

Devido à arquitetura ser limitada, como a memória que é disposta para a implementação, foi necessário fazer um tratamento para que somente alguns tipos de arquivos fossem válidos, portanto, neste caso, são aceitos arquivos HTML, CGI, Java Script, XML. Caso seja algum outro tipo de arquivo que não seja do tipo suportado pela aplicação, é necessário gerar um erro.

Os tipos de arquivos aceitos pela aplicação citados anteriormente, necessitam da utilização de um programa a parte, que torne estes tipos de arquivos interpretáveis pelo microcontrolador. O programa utilizado se chama MPFS (Microchip File System), é fornecido pela Microchip e é

necessário a sua utilização, para tornar os arquivos citados anteriormente, interpretáveis pelo sistema de arquivo do microcontrolador.

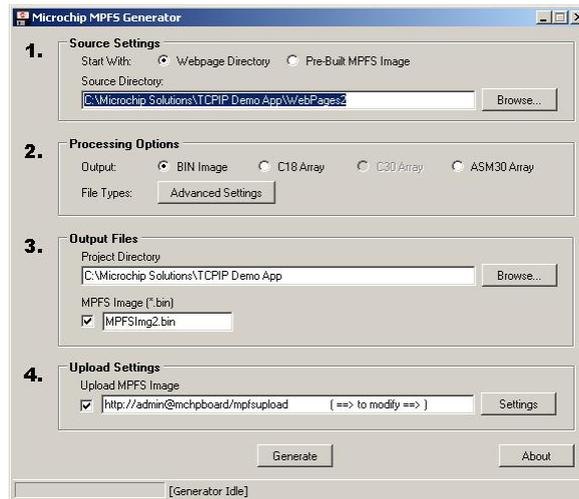


ilustração 2: Programa que compila o HTML ([4] microchip)

Na biblioteca implementada para o servidor HTTP, que foi adaptado do modelo do servidor HTTP que a Microchip desenvolveu, porém adaptado para este projeto, possui as chamadas das funções que são responsáveis pela execução continua do servidor, portanto, esta biblioteca teve que ser adicionada também na pilha TCP/IP, onde a chamada das funções gerenciam o servidor.

A implementação do servidor HTTP contemplou os princípios básicos que o protocolo oferece, com isso, a aplicação teve que ser bastante otimizada, se adequando ao ambiente microprocessado.

2.2. Sistema de Email (Protocolo SMTP)

Para o desenvolvimento do protocolo SMTP, foi necessário um estudo da especificação que padroniza a codificação do tipo de protocolo que está sendo implementado, onde neste caso é a RFC 2821 (KLENSIN, 2001).

Uma mensagem só pode ser enviada, se ela possuir o formato que o protocolo SMTP exige, portanto, o primeiro procedimento implementado na biblioteca criada para o protocolo, foi a definição da estrutura que uma mensagem deve possuir. A seguir pode-se visualizar um trecho com a definição da estrutura e dos ponteiros de cada campo do cabeçalho SMTP.

```
typedef struct _SMTP_POINTERS
{
    struct
    {
        unsigned char Server:1;
        unsigned char Username:1;
        unsigned char Password:1;
        unsigned char To:1;
        unsigned char CC:1;
        unsigned char BCC:1;
        unsigned char From:1;
        unsigned char Subject:1;
        unsigned char OtherHeaders:1;
    };
    unsigned char Body:1;
};
```

Após ter definido a estrutura da mensagem SMTP, foi necessário realizar a implementação lógica da estrutura que irá enviar as mensagens. Esta implementação segue uma seqüência de funções, onde, nessas funções também pode-se verificar se a execução de envio de uma mensagem não está ativa, e neste caso, a mensagem não pode ser enviada, pois, tem que aguardar o término da execução anterior.

Para realizar esta implementação, que verifica a situação encontrada pelo cliente SMTP, foi implementado uma função que é chamada no início do envio da mensagem, e se caso o cliente SMTP não esteja enviando nenhuma mensagem, é carregado as variáveis com todos os seus valores iniciais que indicam que o cliente SMTP está pronto para enviar uma mensagem.

Após habilitar o envio de um e-mail, outras funções implementadas são chamadas para que a mensagem possa ser enviada com sucesso, dentre essas funções teve-se a preocupação de realizar a separação de cada procedimento, assim, facilitando a localização de um erro. Esta estrutura de programação foi baseada em um modelo da Microchip, porém adaptado para este projeto. A implementação possui uma função que é responsável de executar as principais tarefas de conexão e envio do e-mail. Esta função realiza as operações de acordo com o estado do transporte da mensagem e conforme o estado do envio da mensagem. A Figura mostra como os estados possíveis do transporte da mensagem são tratados.

```

static IP_ADDR SMTPServer;
static TCP_SOCKET MySocket = INVALID_SOCKET;
static union
{
    BYTE *Pos;
    enum
    { .....
    } State;
} CRPeriod;
static enum _TransportState
{ .....

} TransportState = TRANSPORT_HOME;
static enum _SMTPState
{ .....

} SMTPState;
static enum _PutHeadersState
{ .....

} PutHeadersState;
static enum _RXParserState
{ .....

} RXParserState;
static union _SMTPFlags
{
    BYTE Val;
    struct
    { .....

    } bits;
}

```

```

} SMTPFlags = {0x00};
static WORD ResponseCode;

// funções internacionais
static BYTE *FindEmailAddress(BYTE *str, WORD *wLen);
static ROM BYTE *FindROMEmailAddress(ROM BYTE *str, WORD *wLen);

```

A implementação teve como princípio, realizar as principais funcionalidades do protocolo SMTP, tendo em vista que essa implementação é para um sistema microprocessado. As funções citadas acima e as outras que não foram demonstradas mas foram implementadas tiveram que ser otimizadas, para que se respeitasse os princípios básicos do protocolo SMTP.

2.3. Implementação das páginas de controle (Mini web Server)

A implementação das páginas de controle envolve principalmente o controle da casa como um todo, porém sendo inicialmente montada em duas páginas (monitoração e planta) e configuração, porém ao final do projeto, as páginas planta e monitoração se unirão. Para o desenvolvimento das páginas foi necessário um estudo e conhecimento da linguagem padrão da Internet, HTML. Esta implementação é correspondente à camada visual em que o usuário poderá interagir com a casa.



ilustração 3: Página web da casa I/O (fonte própria)



ilustração 4: Página web com a planta da casa(fonte própria)

Para que as páginas possam apresentar os comandos da casa, foi criado um arquivo XML, que faz o papel intermediário entre o programa que possui a rotina para verificar na memória os dados armazenados no microcontrolador e exibir as informações no formato como visto acima (pagina de internet convencional).

```
<response>
```

```
  <e1>~stfe1~</e1>
```

```
  <s1>~stfs1~</s1>
```

```
  <s2>~stfs2~</s2>
```

```
  <s3>~stfs3~</s3>
```

```
  <s4>~stfs4~</s4>
```

```
  <s5>~stfs5~</s5>
```

```
</response>
```

Os campos que aparecem dentro das tags do XML, são correspondentes aos campos que a função em Java script carrega quando ela é executada. Esta função em Java script é fornecida pela Microchip e nela é somente informado como montar o XML e como deve ser a variável no arquivo XML que irá receber o valor.

Para a configuração dos e-mails, placa de rede, senha, e outros (desenvolvimentos) foi necessário a implementação de uma pagina de configurações da casa. Abaixo pode-se verificar como ficou esta página.



ilustração 5: Configuração do e-mail e a senha da casa (fonte própria)

Nesta página é possível fazer a configuração dos e-mails dos destinatários, controle de senha da casa e outros a serem implementados, assim, como é possível também realizar a configuração da placa de rede. A configuração da placa de rede que aparece é a configuração que o cliente vai determinar, portanto, para ter acesso ao protótipo é necessário somente digitar o ip configurado.

2.4. Controle I/O (teclado)

O desenvolvimento do hardware é uma das tarefas mais árdua, pois era preciso projetar os circuitos com o menor valor agregado possível, para que este projeto fosse viabilizado a um baixo custo. E para que isso fosse possível, precisou-se de muito tempo para o desenvolvimento dos circuitos.

O primeiro circuito desenvolvido foi o do teclado da casa que foi utilizado uma lógica de entrada de sinais, assim, facilitando posteriormente o desenvolvimento do controle I/O, e por se tratar de uma caixa plástica comprada previamente, teve-se que adaptar o circuito ao layout da caixa.

Esse circuito foi projetado para que houvesse uma segurança ao pressionar várias teclas simultâneas e, para que o código binário não fosse alterado, o circuito acima descrito pode ser visto nas figuras a seguir desde o seu projeto - protótipo - concepção final.

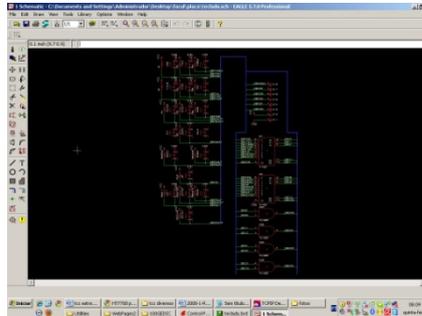


ilustração 6: Esquema eletrônico do teclado (fonte própria)

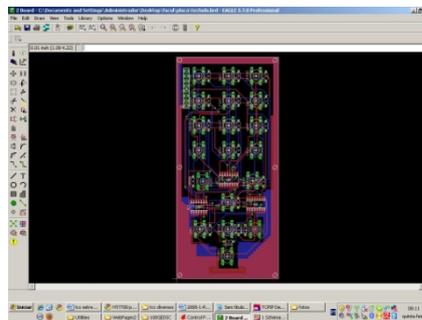


ilustração 7: Layout da placa (fonte própria)

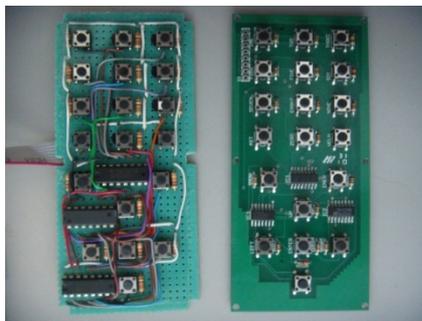


ilustração 8: Protótipo e placa confeccionada (fonte própria)



ilustração 9: Placa montada na caixa plástica (fonte própria)

2.4.1. Controle I/O (entrada /saída)

Através dos conhecimentos adquiridos ao projetar o sistema do teclado, facilitou o projeto das entradas de sinais, que são constituídas por 2 multiplexadores de 16 entradas e optacopladores para isolamento de suas devidas tensões. Os multiplexadores foram escolhidos para realizarem o maior número de funções (entradas), sem utilizar demasiadamente as portas do controlador central.

O sistema de saída é constituído por 4 registradores de deslocamento de 8 bits e 4 drives, para fornecer a corrente necessária para a saída. Este sistema a principio, se demonstrou instável assim, necessitando a inserção de alguns capacitores para realizar uma filtragem dos sinais dos mesmos e tornando-os assim mais robustos.

Estes componentes descritos acima foram submetidos a testes rigorosos para que fossem vistos a durabilidade e os problemas que poderiam apresentar. A seguir o diagrama eletrônico do controle I/O

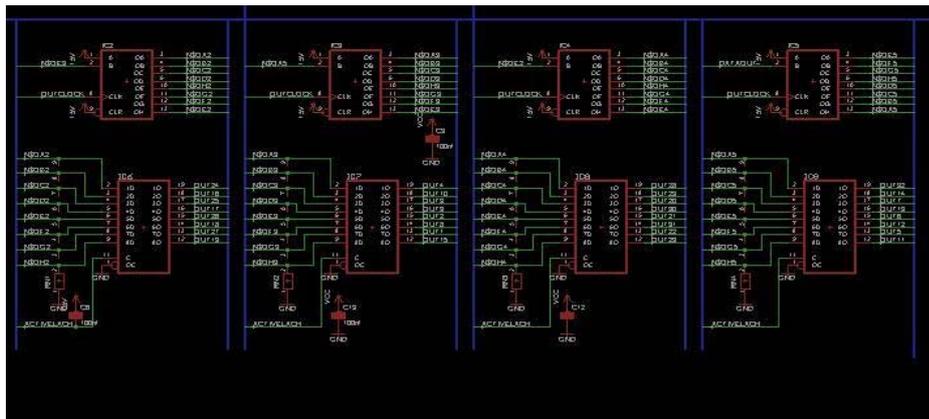


ilustração 10: Controle de saídas (fonte própria)

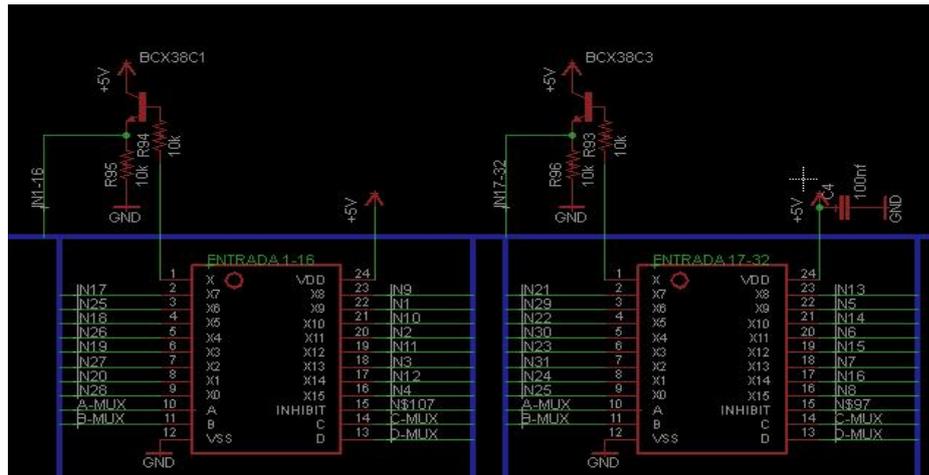


ilustração 11: Controle de entradas (fonte própria)

2.5. Controle RF

Para realizar esta etapa do projeto, teve-se que estudar sobre código learning, para que o sistema tivesse maior segurança. O circuito foi desenvolvido para que com o auxílio de um controle remoto, através de radio frequência, pudesse controlar a casa toda ou parcialmente.

O sistema “código learning” consiste em um código interno, inserido previamente pelo fabricante do chip, (funcionamento similar a digital do polegar) no qual foi implementado um controle de 6 funções. Para que a casa receba este código learning e subentenda que esta deve ser uma chave de entrada na mesma, é necessário que a casa “aprenda” qual chave está inserida no controle, assim, o usuário deve acionar a casa para que a mesma “aprenda” este código.

Este sistema utiliza um microcontrolador à parte, para que grave os códigos dos controles, assim, minimizando a utilização da memória do controlador principal

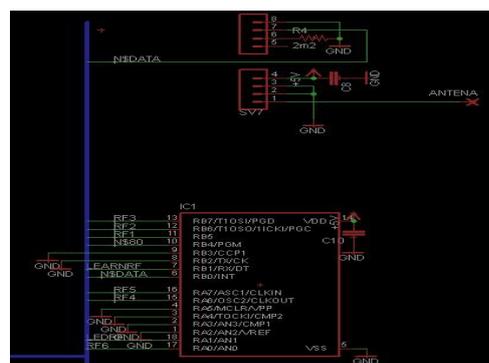


ilustração 12: Controle via rádio frequência (fonte própria)

2.6. Sistema telefônico

Esse sistema foi um dos mais demorado para se desenvolver, pois o sistema telefônico brasileiro trabalha em tom DTMF, que é uma modulação através de frequência e não por amplitude, assim, teve-se que estudar sobre o funcionamento de circuitos em DTMF para que fosse possível a concepção do mesmo.

Após a compreensão do sistema teve-se que projetar um circuito, que seria capaz de receber tom DTMF e transmitir o mesmo. Pois, o sistema terá a capacidade de receber ligação, controlar a casa através de comando pelo teclado do telefone e, ligar para telefones pré-programados, quando ocorrer qualquer eventualidade na casa.

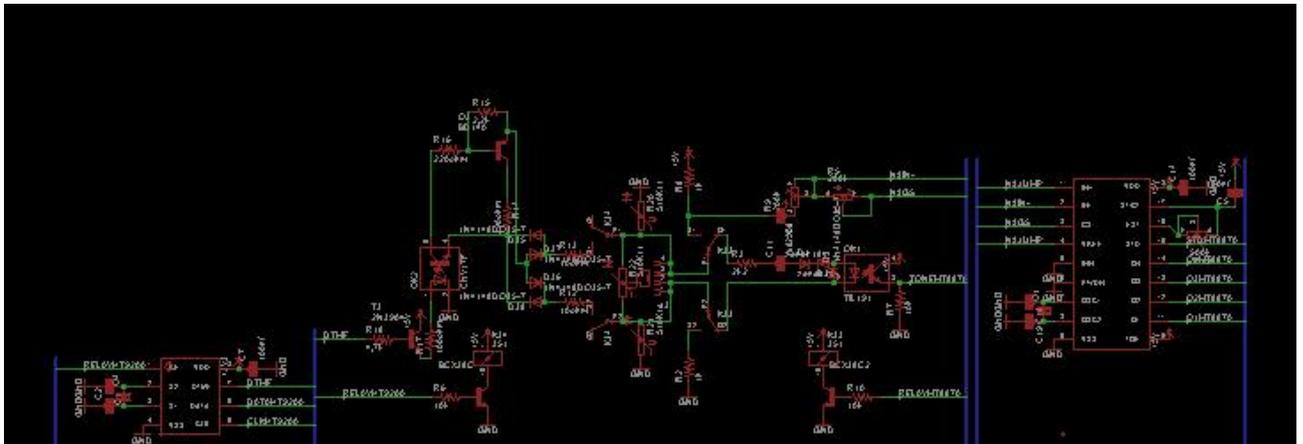


ilustração 13: Sistema telefônico (fonte própria)

O maior problema encontrado, para desenvolver este circuito foi que o tom DTMF do sistema telefônico trabalha numa tensão de operação de 48 volts e, o circuito transmissor e receptor de DTMF trabalha no sistema CMOS (5 volts), assim, houve a necessidade de um circuito acoplado para que o sistema funcionasse.

2.7. Controle de potência

Esta parte do projeto ainda não foi desenvolvida, porém, os estudos já iniciaram para que possam ser feitos antes da comercialização do produto.

3. Testes

Os primeiros testes iniciaram, logo após a escolha do microcontrolador central; primeiramente, foi o desenvolvimento da fonte de alimentação, aprendizado sobre a linguagem de programação do controlador, elaboração das páginas de controle, projeto dos componentes do controle I/O, projeto do circuito de controle de RF e, projeto do sistema telefônico.

Fonte de alimentação foi a primeira a ser desenvolvida devido a sua essencialidade na elaboração do projeto restante. Esta fonte, a princípio, havia a necessidade de 3 tensões distintas: 3.3v responsável pelo controlador central, 5v responsável pelo os circuitos CMOS, 24v responsável pelas entradas e saídas.

Por se tratar do primeiro trabalho com um microcontrolador, teve-se que se dedicar ao estudo da linguagem de programação do processador (linguagem C). Como esta linguagem já tinha sido vista previamente nas matérias relacionadas à engenharia elétrica, mas nunca com tamanha complexidade, teve-se muita dificuldade no início do projeto.

Para dar continuidade no projeto, necessitou a criação de algumas páginas de controle para que os testes que seriam realizados posteriormente tivessem sucesso, assim, criou-se 2 páginas de controle para os testes do circuitos I/O, controle RF e sistema telefônico.

O circuito responsável pelas monitorações das entradas e atuação nas saídas foi o circuito de maior testes de repetibilidade para que fosse o mais próximo da realidade possível. Estes testes foram realizados no proto-board, e a fim de diminuir o tempo dos mesmos, foi imposto um tempo de ciclo inferior ao encontrado nas residências.

Os testes realizados com o controle de RF foram a respeito de sua compatibilidade eletromagnética, por se tratar de radio frequência, teve-se que calcular várias de suas trilhas na placa para que se obtivesse a máxima transferência de potência e, sua antena de recepção de sinal fosse a melhor possível.

O sistema telefônico foi o circuito que teve o maior número de tentativas, para que o circuito obtivesse o funcionamento correto. Estes testes tiveram como princípio a instabilidade do sistema, assim, necessitando uma maior atenção na concepção do mesmo.

Como os testes, este trabalho pôde viabilizar a concepção do circuito que realizasse o maior número de funções, com o menor valor agregado, para que pudesse viabilizar a casa inteligente de baixo custo. Segue abaixo as fotos do projeto semi acabado:



ilustração 14: Visão frontal do protótipo (fonte própria)



ilustração 15: Visão dos circuitos (fonte própria)

4. CONCLUSÃO

A automação residencial propõe uma quebra de paradigma nos costumes da sociedade atual, trazendo mais comodidade, conforto e segurança para as residências, de modo que os usuários que utilizarem essa automação possam controlar remotamente, através da internet ou sistema telefônico, luzes ou equipamentos de sua casa.

De acordo com o que foi proposto neste projeto, é possível que qualquer pessoa com uma senha, possa controlar sua residência, de qualquer lugar do mundo a baixo custo, desde que possua internet ou sistema telefônico a sua disposição.

Após a construção, a aplicação dos mais variados testes e aprimoramento de todo o projeto, pode-se concluir que é possível desenvolver tecnologias equivalentes aos grandes sistemas já existentes. O baixo custo final torna a implementação acessível à grande parte da população e, mantém as funcionalidades e recursos desejados.

Integrando o conhecimento adquirido nas disciplinas do curso de engenharia elétrica, mostrou-se que com esse conhecimento sejam implementados projetos completos que possam agregar grande conformidade e utilidade na vida do homem atual.

Por fim, pode-se observar uma grande gama de aplicações para beneficiar os usuários, o que motiva a continuidade dos estudos, de forma a avançar não apenas no desenvolvimento do modelo atual, mas também no estudo de outros tipos de sistemas que utilizam microcontroladores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BENTHAM, Jeremy. Miniature Web Server. [S.l.]: Embedded.com, 2001.
- [2] CAVALIN, C. e CERVELIN, S. Instalações Elétricas Prediais, 12ª Edição, São Paulo: Editora Érica Ltda, 2005.
- [3] CREDER. HELIO. Instalações Elétricas, 14ª Edição, Rio de Janeiro: Editora LTC,2002.
- [4] MICROCHIP Technology Inc. Family Data Sheet: 64/80/100-Pin High-Performance, 1-Mbit Flash Microcontrollers with Ethernet. [S.l.]: Microchip Technology Inc.,2008.Disponível em: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39762d.pdf>
- [5] ARNETT, Matthew Flint; DULANEY, Emmett; HARPER, Eric; HILL, David L. Desvendando o TCP/IP. Rio de Janeiro: Campus, 1996. 543 p.
- [6] DENARDIN, Gustavo Weber. Microcontroladores. [S.l.]: [s.n.], [s.d.]. Disponível em: <http://pessoal.pb.cefetpr.br/gustavo/apostila_micro.pdf>. Acesso em 28 março 2010
- [7] COMER, Douglas. Interligação em rede com TCP/IP: princípios, protocolos e arquitetura. Rio de Janeiro: Campus, 1998. v. ISBN 85-352-0270-6
- [8] FIELDING, R; et al. RFC 2616: Hypertext Transfer Protocol - HTTP/1.1. [S.l.]: The internet Society, 1999. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2616>>.
- [9] KLENSIN, J. (ed.). RFC 2821: Simple Mail Transfer Protocol. [S.l.]: The Internet Society,2001. Disponível em: <<http://tools.ietf.org/html/rfc2821>