

MARCELO MANOEL DA SILVA

PORTEIRO ELETRÔNICO DEDICADO XPE24 LIGHT

Florianópolis, 2013

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*
ESPECIALIZAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS
ELETRÔNICOS**

MARCELO MANOEL DA SILVA

**PORTEIRO ELETRÔNICO DEDICADO XPE24
LIGHT**

Trabalho de conclusão de curso submetido à banca examinadora do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* Especialização em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do certificado de Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos.

Professor Orientador: Joel Lacerda, Dr.Eng.

Florianópolis, 2013

CDD 621.3892
S586p

Silva, Marcelo Manoel da
Porteiro eletrônico dedicado XPE 24 light [MP] / Marcelo Manoel da Silva;
orientação de Joel Lacerda– Florianópolis, 2013.

1 v.: il.

Monografia de Pós-Graduação (Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Porteiro eletrônico.
2. Sistemas de segurança.
3. Interfonia condominial.
4. Sistemas de comunicação.
5. Sistemas eletrônicos. I. Lacerda, Joel. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues Pacheco CRB 14/1117

Porteiro Eletrônico Dedicado XPE24 Light

MARCELO MANOEL DA SILVA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do certificado de Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* Especialização em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 16 de dezembro de 2013.

Banca Examinadora:

Joel Lacerda, Dr.Eng.

Jony Laureano da Silveira, Dr.Ing.

Luiz Alberto Azevedo, Dr.

À Maria Eduarda, minha filha...
Sem teu brilho não teria encontrado a minha própria luz.
À Maria Mauricia, minha mãe...
Que honra seu nome todos os dias da sua vida com luta
e amor pela vida e pela sua família.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por nunca ter se esquecido da minha existência, por mais esta oportunidade de crescimento e desenvolvimento nos meus estudos.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e acreditaram nos meus esforços.

À minha esposa, Rutiléa Feliciano da Silva, que me apoiou em todos os momentos na realização deste trabalho e durante todo o curso, pela paciência, compreensão, dedicação e empenho em me ajudar em todos os momentos.

À minha cunhada, Vanessa Costa, por ter me ajudado a concretizar este trabalho, pela paciência e pelo tempo disponibilizado todas as vezes que precisei tirar dúvidas.

Aos colegas de trabalho, especialmente aos amigos, Leandro Pazeto e Elton de Souza, pelo auxílio no desenvolvimento deste trabalho, pelo esclarecimento de dúvidas e discussões dos melhores caminhos a serem seguidos até sua conclusão.

A todos os professores que ministraram aulas para a quinta turma da Pós Graduação em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, pelos conhecimentos transmitidos. Especialmente ao professor Joel Lacerda pela orientação e incentivo para a conclusão do trabalho, assim como o Instituto Federal de Educação pela oportunidade.

À Intelbras S.A., pela oferta da estrutura de desenvolvimento e avaliação do protótipo, bem como pelas áreas de: *Marketing* de produto, Engenharia de *software*, Engenharia de *hardware*, Engenharia mecânica, Engenharia industrial, *Layout* de placas, Compras, Logísticas e Coordenação de projetos.

A todos que contribuíram meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

A construção de pequenos condomínios está em ascensão no mercado imobiliário. Edificações estas que mesmo com infraestrutura simples, ainda devem oferecer aos moradores segurança e conforto a um baixo custo.

Usualmente em prédios antigos e mesmo em alguns mais novos, placas de interfonia de baixo custo são sistemas de comunicação simples, que permitem aos visitantes do prédio estabelecer comunicação com um determinado apartamento através de uma placa de interfonia instalada na entrada do condomínio. Entretanto, nesta aplicação, um segundo morador pode retirar seu ramal do gancho e escutar a conversa, ou seja, não há sigilo. Neste caso, há um único enlace para comunicação, e apenas um ramal pode ocupá-lo para cada chamada para liberar a entrada de pessoas no condomínio.

O porteiro eletrônico dedicado XPE24 Light, é a solução adequada para estes tipos de edificações. O desenvolvimento deste trabalho descreve um projeto inovador de baixo custo, para a central de portaria CP24 Light, com gerenciamento microcontrolado.

O porteiro eletrônico XPE24 Light, e a central de portaria CP24 Light foram desenvolvidos para oferecer ao mercado uma alternativa diferenciada, porém de baixo custo, para estes pequenos condomínios, sem abrir mão da qualidade e da segurança na comunicação entre os seus usuários.

Palavras-Chave: Porteiro Eletrônico, Segurança na comunicação, Central de Portaria.

ABSTRACT

The construction of small apartment complex is rising in real estate. Even with simple building infrastructure, should offer residents safety and comfort at a low cost.

Usually in older buildings and even some newer constructions, the low cost intercom panel is simplest communication system that allow visitors to communicate with a particular apartment through an intercom panel installed at the entrance of the condominium. However, in this application one second resident may withdraw an extension and listen to the conversation, in other words, there is no confidentiality. In this case, there is a single link for communication, and only one station can occupy it for each call to release the entry into the complex.

The Doorphone XPE24 Light is the appropriate solution for these types of buildings. The development of this paper describes an innovative low cost solution for PBX CP24 Light with microcontroller management.

The Doorphone XPE24 Light and PBX CP24 Light were designed to offer the market a differentiated alternative but low cost for these small condominiums, without sacrificing quality and safety in communication among its users.

Keywords: Doorphone, Security in Communication, PBX.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Processo front-end	35
FIGURA 2 - Gráfico marca/modelo X custo do produto	41
FIGURA 3 - Painel de interfonia X Porteiro eletrônico XPE24 Light	46
FIGURA 4 - Gráfico com resultado da pesquisa realizada.....	46
FIGURA 5 - Microfone dinâmico	53
FIGURA 6 - Microfone capacitivo.....	53
FIGURA 7 - Domínio do tempo versus domínio da frequência ..	56
FIGURA 8 - Sinal desbalanceado	61
FIGURA 9 - Sinais balanceados	61
FIGURA 10 - Placas do XPE24 Light.....	63
FIGURA 11- Microcontrolador.....	67
FIGURA 12 – Porta ISP	68
FIGURA 13 - Etapa TX.....	69
FIGURA 14 - Híbrida	70
FIGURA 15 - Etapa RX	71
FIGURA 16 - Gerador DTMF	72
FIGURA 17 - Isolador.....	73
FIGURA 18 - Contato seco	73
FIGURA 19 - Comando da fechadura eletromagnética.....	74

FIGURA 20 - Circuitos de alimentação.....	75
FIGURA 21 - Circuito do sensor de porta aberta.....	75
FIGURA 22 - Circuito do sensor da botoeira	76
FIGURA 23 - Conector da placa base/teclado	76
FIGURA 24 - Conector de sistemas	77
FIGURA 25 - Circuito de controle dos Led's.....	77
FIGURA 26 - Circuito de detecção de tecla.....	78
FIGURA 27- Sinal de HOLD (início de comunicação) da CP24 Light.....	82
FIGURA 28 - Interface do porteiro XPE24 Light.....	83
FIGURA 29 - Exemplo de instalação da placa de interfonia em um prédio.....	84
FIGURA 30 - Componentes do porteiro eletrônico.....	86
FIGURA 31 - Desenho da placa base	87
FIGURA 32 - Placa base montada na linha.....	88
FIGURA 33 - Desenho da placa teclado lado superior	89
FIGURA 34 - Desenho da placa teclado lado inferior	89
FIGURA 35 - Placa teclado lado superior.....	90
FIGURA 36 - Placa teclado lado inferior.....	91
FIGURA 37 - Chamada entrante no porteiro	92
FIGURA 38 - Chamada originada do porteiro	93
FIGURA 39 - Abertura da fechadura por senha	94
FIGURA 40 - Abertura do fecho através do ramal	94

FIGURA 41 - Comunicação central - porteiro	95
FIGURA 42 - Ciclo de variação da temperatura	99
FIGURA 43 - Alteração no circuito de áudio.....	103
FIGURA 44 - Alteração no circuito de áudio na placa	103
FIGURA 45 - Etapa da híbrida alterada.....	104
FIGURA 46 - Circuito da placa base alterado.....	105
FIGURA 47 - Placa base alterada.....	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Geração de conceito para os produtos XPE24 Light e CP24 Light.....	37
TABELA 2 - Características elétrico-mecânicas do porteiro XPE24 Light.....	66

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação(1)	54
Equação(2)	54
Equação(3)	56
Equação(4)	57
Equação(5)	58
Equação(6)	58
Equação(7)	58
Equação(8)	59
Equação(9)	59
Equação(10)	59
Equação(11)	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS.....	<i>Acrylonitrile butadiene styrene</i>
ASTM.....	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CAD.....	<i>Computer Aided Design</i>
CFTV.....	Circuito Fechado de Televisão
CPA.....	Controle por Programa Armazenado
DTMF.....	<i>Dual-Tone Multi-Frequency</i>
Hz.....	Hertz
LED.....	<i>Light Emitting Diode</i>
PABX.....	<i>Private Automatic Branch Exchange</i>
PCI.....	<i>Peripheral Component Interconnect</i>
PIC.....	<i>Peripheral Interface Controller</i>
PMI.....	<i>Project Management Institute</i>
PTC.....	<i>Positive Temperature Coefficient</i>
PTH.....	<i>Pin Through Hole</i>
PSTN.....	<i>Public Switched Telephone Network</i>
RF.....	<i>Radio Frequency</i>
RMS.....	<i>Root Mean Square</i>
SMD.....	<i>Surface Mounted Devices</i>
S/N.....	<i>Signal/Noise</i>
THD.....	<i>Total Harmonic Distortion</i>
UV.....	Ultravioleta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1.1 Definição do problema	30
1.2 Objetivos.....	30
1.2.1 Objetivo geral	30
1.2.2 Objetivos específicos	30
1.3 Justificativa	31
1.4 Estrutura do trabalho.....	32
2 DESENVOLVIMENTO	33
2.1 Processo de desenvolvimento	34
2.2 Pesquisa de opinião de mercado.....	43
2.2.1 Dados qualitativos	44
2.2.2 Dados quantitativos.....	45
2.3 Pesquisa de mercado realizada referente ao porteiro eletrônico e o painel de interfonia	45
2.4 Processo de tomada de decisão.....	48
3 REFERENCIAL TEÓRICO	51
3.1 Conceitos de elementos de transdutores	51
3.1.1 Transdutores ativos e passivos.....	51
3.1.2 Tipos de transdução.....	52
3.2 Amplificadores	54
3.2.2 Classe de operação	54
3.2.1 Rendimento	54
3.2.3 Parâmetros técnicos.....	55
3.2.4 Relação Sinal/Ruído.....	58

3.3 Sinais desbalanceados/balanceados	59
4 METODOLOGIA	63
4.1 Definição do escopo.....	63
4.2 Porteiro eletrônico XPE24 Light.....	65
4.2.1 Aspectos construtivos	66
4.2.2.1 Placa base.....	67
4.2.2.2 Placa teclado.....	77
4.3 Central de portaria CP24 Light	79
4.4 Placa de interfonia	83
4.4.1 Princípio de funcionamento	84
4.5 Apresentação dos resultados	85
4.5.1 Construção do protótipo.....	85
4.5.2 Módulo base.....	86
4.5.2 Módulo teclado.....	88
4.6 Testes funcionais e validação do protótipo.....	91
4.6.1 Teste funcional.....	91
4.7 Testes de confiabilidade	96
4.7.1 Teste de queda com embalagem	96
4.7.2 Teste de transporte	96
4.7.3 Teste de poeira	97
4.7.4 Teste de abrasão	98
4.7.5 Teste de jato d'água.....	98
4.7.6 Teste de câmara climática	99
4.7.7 Teste de intemperismo acelerado.....	100
4.7.8 Teste de campo	101
4.8 Ajustes do protótipo	102

4.8.1 Módulo base.....	102
5 CONCLUSÃO	106
5.1 Resultados.....	107
5.2 Recomendações de continuidade.....	108
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da violência urbana, o mercado de segurança tem se desenvolvido nos últimos tempos, e juntamente com o crescimento tecnológico, vemos neste setor ferramentas com tecnologia de ponta chegando ao mercado, tais como sensores, equipamento para monitoramento e até armas de autodefesa.

Esta mesma preocupação ocorre, hoje em dia, entre a população no que se refere à escolha de um imóvel. A segurança é, sem dúvida, um dos requisitos mais importantes e decisivos neste processo.

A maioria dos produtos destinados para este mercado é dedicado para imóveis de grande porte, onde o rateio do investimento é minimizado devido ao grande número de moradores. Para os imóveis de pequeno porte, tal investimento mesmo que rateado torna-se, muitas vezes, inviável devido o alto investimento envolvido.

Visando aproveitar esta janela de mercado, este trabalho consiste em desenvolver um porteiro eletrônico de baixo custo, destinado exclusivamente para ser utilizado na central de portaria CP24 Light¹, para condomínios de até 24 apartamentos. O porteiro foi desenvolvido com tecnologia nacional, baseando-se em porteiros eletrônicos de maior complexidade já oferecidos por empresas brasileiras, porém com menos facilidades do que este oferece.

No mais, este produto tem como intuito combater o mercado dominado por placas de Interfonia. Estas são caracterizadas por não permitir a conversação entre condôminos,

¹ A central de portaria CP24 Light é destinada para edifícios com capacidade para até vinte e quatro ramais, uso exclusivo com o porteiro eletrônico XPE24 Light. Verificar suas características e funcionalidades no item 4.3.

além de que a conversa entre condômino e visitante não é sigilosa. O porteiro eletrônico XPE24 Light bem como a central CP24 Light manterão o sigilo na conversação, garantindo assim a privacidade e a segurança dos moradores.

1.1 Definição do problema

O estudo abordado neste trabalho levanta o seguinte questionamento: é possível implementar um sistema de porteiros eletrônicos de baixo custo para o mercado de pequenos condomínios, sendo que os existentes no mercado não possuem qualidade e segurança na comunicação?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um porteiro eletrônico dedicado, de baixo custo, destinado exclusivamente para utilização na central de portaria CP24 Light para condomínios de pequeno porte, a um custo competitivo frente às placas de interfonia disponíveis no mercado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver e testar *hardware* proprietário;
- Validar o protocolo de comunicação proprietário para comunicação com a central de portaria CP24 Light (uso exclusivo com o porteiro eletrônico XPE 24 Light);

- Fornecer solução mais competitiva que o painel de interfonia, com custo menor por ramal instalado;
- Realizar testes de campo, a fim de verificar a robustez e confiabilidade do produto em uso contínuo.

1.3 Justificativa

Os sistemas de comunicação condominial atuais restringem inúmeros proprietários e construtores que estão investindo na construção de pequenos condomínios, devido o alto investimento na aquisição de seus produtos.

Os moradores destes pequenos condomínios, por sua vez, buscam a segurança com uma relação custo-benefício razoável, pois neste tipo de empreendimento não há efetivo na função de porteiro, sendo que o custo do condomínio engloba basicamente a iluminação de áreas comuns e o sistema de segurança e CFTV (ou Circuito Fechado de Televisão, utilizado para monitoramento das áreas comuns dos edifícios através de câmeras).

Para ter maior competitividade nos condomínios de menor porte, este projeto consiste em oferecer ao mercado um porteiro eletrônico dedicado para uma central de comunicação condominial com capacidade para poucos ramais e com facilidades básicas, a um preço competitivo. Até então este nicho de pequenos condomínios utilizam placas de interfonia, por sua simplicidade de instalação e operação, sempre atrelada a baixo custo e baixa versatilidade.

Com o intuito de explorar o mercado dominado por placas de interfonia, será oferecido ao consumidor um produto diferenciado, com a inteligência embarcada de uma central de portaria, a um preço competitivo similar às placas de interfonia.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho é composto por cinco capítulos, organizado conforme descrito a seguir. No primeiro capítulo, é apresentado a introdução, o tema do trabalho, a definição do problema e os objetivos almejados.

O segundo capítulo, descreve de onde surgiu a necessidade do desenvolvimento deste produto. Em seguida apresentam-se as etapas do desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo apresenta os conceitos dos principais componentes utilizados neste projeto.

Já no quarto capítulo, é descrito o escopo do projeto e suas características e componentes como um todo. Na sequência é demonstrada a central de portaria e a placa de interfonia, bem como suas características e funcionalidade. Finalizado com os testes, os resultados e os ajustes que foram realizados no protótipo.

O quinto capítulo do trabalho, apresenta os benefícios alcançados, com a solução proposta e as possíveis melhorias no modelo implementado.

2 DESENVOLVIMENTO

A proposta inicial deste projeto surgiu de uma necessidade de negócios da empresa Intelbras S.A., baseada numa demanda do mercado de um sistema para comunicação em pequenos condomínios.

Define-se como projeto “esforço temporário empreendido para criar um produto, serviços ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e um término definido” (UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS, 2008).

De acordo com o PMI (*Project Management Institute*), a partir de um projeto podemos ter como resultado um documento, um produto final ou intermediário de outro ou ainda uma capacidade de realizar um serviço de suporte à produção e distribuição, por exemplo.

Para este mesmo guia do PMI “O gerenciamento de projetos pode ser descrito como a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de atender os seus requisitos” (UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS, 2008).

Além disso, segundo o livro Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (2008), o gerenciamento de um projeto deve estar suportado pela identificação dos requisitos, pela adequação às necessidades das partes interessadas e pelo balanceamento das restrições que, em sua maioria, estão relacionadas ao escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e risco.

O gerenciamento de um projeto também depende do gerenciamento da integração do projeto ao qual inclui os processos e as atividades para identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os vários processos e atividades dos grupos de processos e gerenciamento (UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS, 2008).

Os processos de gerenciamento podem ser definidos por:

- Desenvolver o termo de abertura do projeto – é o desenvolvimento de documento que formalmente autoriza um projeto e a documentação dos requisitos iniciais, satisfazendo as necessidades e expectativa das partes interessadas;
- Desenvolver o plano de gerenciamento do projeto – é o processo das ações necessárias para definir, preparar, integrar e coordenar todos os planos auxiliares;
- Orientar e gerenciar a execução do projeto – é o processo de realização do trabalho definido no plano de gerenciamento do projeto para atingir os objetivos;
- Monitorar e controlar o trabalho do projeto – é o processo de acompanhamento, revisão e regulação para atender os objetivos e desempenho definidos;
- Realizar o controle integrado de mudanças – é o processo de revisão de todas as solicitações de mudanças, aprovação de mudanças e gerenciamento de mudanças nas entregas, ativos de processos organizacionais, documentos de projeto e plano de gerenciamento do projeto;
- Encerrar o projeto ou fase – é o processo de finalização de todas as atividades de todos os grupos de processos de gerenciamento do projeto para terminar formalmente a fase (UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS, 2008).

2.1 Processo de desenvolvimento

O processo *front-end* geralmente é composto pela interligação das atividades, ordenadas precisamente como mostra na Figura 1.

De acordo, com Ulrich e Eppinger (2004, p.16, tradução nossa) “raramente todo o processo funciona de uma forma sequencial, completando cada atividade antes de começar a próxima.” Na prática, as atividades do front-end podem estar sobrepostas e uma iteração é muitas vezes necessária. As setas tracejadas na Figura 1 refletem a natureza incerta dos progressos no desenvolvimento de produtos. Em quase todas as fases novas informações podem se tornar disponíveis ou resultados obtidos podem fazer com que o time volte atrás para repetir uma atividade anterior antes de seguir em frente. Essa repetição de completar atividades é conhecida como “desenvolvimento de interação”.



FIGURA 1 - Processo front-end.

Fonte: ULRICH; EPPINGER, 2004.

O processo de desenvolvimento do conceito inclui as seguintes atividades:

- Identificar as necessidades do consumidor: O objetivo dessa atividade é entender as necessidades dos consumidores e comunicar a equipe para um melhor desenvolvimento. A saída dessa etapa é uma lista construída cuidadosamente com as necessidades do consumidor.

A necessidade do consumidor pelo produto descrito neste documento foi verificada através de pesquisa de mercado mencionada posteriormente no subitem 2.2, onde se notou que na região Sul do Brasil o volume de centrais/placas de interfonia de até 24 ramais é 3X o volume de centrais de até 48 ramais. Já para a região Centro-Oeste o volume de centrais/placas de

interfonia de até 24 ramais corresponde a 41,66% do volume total de centrais vendidas.

- **Estabelecimento do alvo específico:** A descrição do que o produto tem que fazer, é detalhado precisamente nas especificações. É a tradução do que o consumidor quer em termos técnicos. Os alvos específicos são estabelecidos anteriormente no processo e representam o desenvolvimento da equipe. Depois, essas especificações serão redefinidas para estarem de acordo com as restrições impostas pela equipe sobre a escolha do desenvolvimento do produto.

O porteiro XPE24 Light, juntamente da central CP24 Light foram baseados nas seguintes premissas:

- Conversação sigilosa entre morador e visitante, e entre moradores;
- Comunicação entre apartamentos;
- Abertura de fechadura por senha individual;
- Entrada de botoeira para abertura de fechadura;
- Abertura de fecho/fechadura eletromagnética e interface para portão de garagem.

- **Geração de Conceito:** De acordo, com Ulrich; Eppinger (2004, p.16, tradução nossa) “o objetivo da geração de conceito é explorar o espaço dos conceitos do produto que possam atender às necessidades do consumidor. A geração de conceito inclui uma mistura de pesquisa externa, soluções criativas para problemas e explorações sistemáticas de várias soluções fragmentadas que a equipe apresenta”. O resultado dessa atividade é normalmente uma lista de conceitos, tipicamente representados por um esboço e um breve texto descritivo.

Conforme Baxter (2003), “com o problema bem definido, pode-se começar a gerar o projeto conceitual. Isso exige intuição, imaginação e raciocínio lógico. A maior dificuldade no

projeto conceitual é liberar a mente para se chegar a conceitos originais”.

Segue abaixo a geração de conceito realizado para ambos os produtos XPE24 Light e CP24 Light:

TABELA 1 - Geração de conceito para os produtos XPE24 Light e CP24 Light

PROBLEMAS RELACIONADOS AO PAINEL DE INTERFONIA	SOLUÇÕES DO PRODUTO XPE24 LIGHT + CP24 LIGHT
Falta de sigilo nas conversações	Utilização de matriz de comutação (na central).
Impossibilidade de realizar chamadas entre apartamentos	Através de um telefone convencional, é possível atribuir um número de ramal para cada apartamento, permitindo a conversação entre apartamentos.
Falta de opções de módulos internos (interfones) ligados ao painel de interfonia	Por definição, a central permite a instalação de qualquer telefone convencional com fio, permitindo ao usuário escolher a marca/modelo que mais lhe agrada.
Custo elevado das centrais de portaria	Desenvolver um sistema reduzido, com menos funções e menos ramais.
Incompatibilidade da central de portaria com o cabeamento instalado para o painel de interfonia	O cabeamento utilizado na central CP24 Light é totalmente compatível com o cabeamento dos painéis de interfonia.
Limitação de 1 acionamento de fecho/fechadura/portão de garagem	O XPE24 Light permite acionamento de 1 fechadura 12V além de acionamento de contato seco.
Módulo externo com design desatualizado e com dimensões físicas exageradas	O XPE24 Light possui design moderno, e possui o mesmo dimensional de um porteiro eletrônico residencial (pequeno e prático).
Necessidade de investimento em outros dispositivos de controle de acesso para abertura da porta/portão	O XPE24 Light possui teclado numérico de 13 teclas, que permite ao usuário a abertura de fechadura através de senha pessoal.

- **Conceito de seleção:** Segundo Ulrich e Eppinger (2004, p.16, tradução nossa) é a atividade na quais vários conceitos de produtos são analisados e sequencialmente eliminados para identificar os conceitos mais promissores. Esse processo

geralmente requer várias iterações e talvez se inicie com uma adicional geração de conceito e refinamento.

Conforme Baxter (2003), os modernos métodos de seleção do conceito foram baseados no trabalho pioneiro de Stuart Pugh, da Universidade de Strathclyde, Escócia. Pugh desenvolveu o processo da convergência controlada, pelo qual um conjunto de conceitos gerados vai convergindo sistematicamente, em um único conceito selecionado. Segundo essa técnica, a seleção de conceito não é uma simples escolha do melhor conceito gerado. Ela envolve o uso da criatividade, combinando diferentes conceitos, mesclando os aspectos positivos de vários conceitos, podendo até gerar novos conceitos durante o processo de seleção.

No caso relacionado a este projeto, a referência de produto foi bem definida previamente. Como citado anteriormente nos itens estabelecimento do alvo específico e na geração de conceito, onde a meta deste projeto é a substituição das placas de interfonia por centrais de comutação combinadas com o módulo porteiro.

A placa de interfonia se trata de um painel com uma tecla para cada apartamento, instalado normalmente próximo à porta de entrada de um edifício. É composto por um alto-falante, um microfone de eletreto, para o visitante comunicar-se com os apartamentos, além de permitir a abertura de fechos/fechaduras.

- **Conceito de teste:** Um ou mais conceitos são testados para verificar se o que o consumidor queria foi alcançado, acessar o mercado potencial do produto e identificar qualquer problema que possa ser resolvido ao longo do processo. Se a resposta do consumidor não for positiva, o desenvolvimento do processo pode ser rescindido ou algumas recentes atividades podem ser repetidas caso necessário.

De acordo, com Back (2008, p.87) para validação do produto são definidos os itens a examinar e os critérios de validação. A validação é feita sobre os produtos do lote inicial comercializando junto aos usuários. Posteriormente é realizada a avaliação final da validação do produto, que consiste na análise

do relatório de validação. Da análise resultam a definição de ações corretivas para os problemas identificados, a definição dos prazos para a sua implementação e a implementação propriamente dita. Na sequência, inicia-se o planejamento para o alcance das metas de melhoria contínua, tais como redução do custo, melhoria das características e aumento do desempenho do produto.

Os testes relacionados a este tópico estão descritos no subitem 4.7 “**Testes de confiabilidade**”.

- **Definindo especificações finais:** O alvo específico estabelecido anteriormente é revisado depois de um conceito ser selecionado e testado. Nessa etapa, a equipe deve se comprometer com valores específicos da métrica, refletir as limitações inerentes do conceito do produto e limitações identificadas no modelo técnico.

Conforme Back (2008, p.204), o conjunto de atributos assim definidos, adicionados os modos e as grandezas para avaliação de conformidade estabelecidas, e com prioridades de atendimento, definindo as especificações de projeto do produto. Essas especificações de projeto são o ponto de partida para a concepção do produto e o meio de verificar se o projeto atende ou não às necessidades do usuário.

Levando em consideração as informações descritas nos conceitos de geração e seleção, conclui-se que o projeto terá as seguintes limitações:

- O porteiro eletrônico dedicado XPE24 Light é exclusivo para a central de portaria CP24 Light;
- Instalação de até 2 porteiros XPE24 Light na central ;
- Abertura de até 2 fechos/fechaduras;
- Distância de funcionamento entre central e porteiro de até 100m;

- Limite de até 25 senhas de acesso;
- Incompatibilidade com a linha pública PSTN (*Public Switched Telephone Network*).

- **Planejamento do projeto:** Nessa atividade final de desenvolvimento de conceito, a equipe cria uma detalhada programação, monta uma estratégia para minimizar o tempo gasto e identifica os recursos necessários para completar o projeto. O principal resultado da atividade de *front-end* pode ser capturado em um *contract book* (*contrato*) que contenha a declaração de missão, as necessidades do cliente, os detalhes do conceito selecionado, as especificações do produto, a análise econômica do produto, o desenvolvimento da programação, a equipe do projeto e o orçamento. O *contract book* serve como um documento de acordo entre a equipe e a gestão da empresa.

Segundo Back (2008, p.117), o planejamento de projetos de desenvolvimento de produtos já começa, em essência, no planejamento estratégico e do portfólio de produtos da organização. Segue com planejamento de escopo, tempo, custos, qualidade, comunicações, entre outros elementos importantes para o gerenciamento adequado do projeto.

- **Análise econômica:** A equipe, com o suporte de um analista financeiro, constrói um modelo econômico para o novo produto. Esse modelo é usado para justificar todo o desenvolvimento do programa e resolver específicos imprevistos ao longo do processo, por exemplo, os custos de desenvolvimento e os custos de fabricação. Uma análise econômica é apresentada como uma atividade em curso na fase de desenvolvimento de conceito. Uma análise econômica prévia será sempre construída antes de o projeto começar e atualizada conforme novos dados.

De acordo, com Baxter (2003, p.184), a abordagem tradicional da análise de custos examina os custos de material, custos de força de trabalho e custos indiretos para cada componente. Essa abordagem tem caráter puramente monetário, não se preocupando com a função de cada componente. Como

resultado, o componente de maior custo torna-se alvo predileto das tentativas de redução dos custos, mesmo que tenha uma contribuição fundamental para a função ou qualidade do produto.

- **Análise dos produtos concorrentes:** Baxter (2003, p.215) ressalta que a análise dos produtos dos concorrentes é realizada de duas maneiras, no desdobramento da função da qualidade. Em primeiro lugar, os consumidores devem fazer uma avaliação dos produtos concorrentes, usando os requisitos do consumidor. Em segundo lugar, a equipe de projeto avalia os produtos concorrentes de acordo com os requisitos técnicos do projeto.

Um estudo dos produtos concorrentes pode ser positivo para um melhor posicionamento e pode trazer novas idéias para o produto, assim como sua produção e *design*.

Assim, Baxter (2003, p.116), complementa que a análise dos concorrentes serve para monitorar as empresas concorrentes e seus produtos. Procura determinar como elas conseguiram alcançar o sucesso e onde fracassaram. Essa análise ajuda a antecipar como os seus negócios serão ameaçados no futuro e a desenvolver uma estratégia mais efetiva de competição.

No gráfico abaixo, segue o posicionamento do XPE24 Light e da central CP24 Light em comparação ao preço de mercado dos produtos concorrentes.

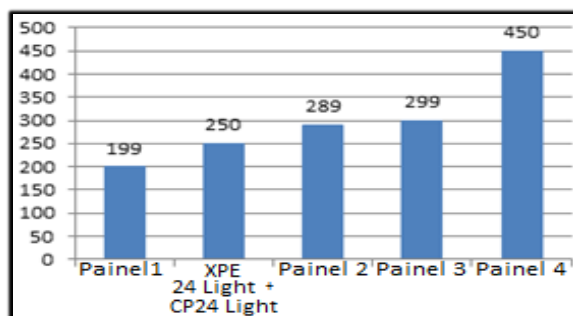


FIGURA 2 - Gráfico marca/modelo X custo do produto.

- **Modelagem e prototipação:** Toda etapa da fase do desenvolvimento de conceito envolve várias formas de modelagem e prototipação.

Baxter (2003, p.243) ressalta que o protótipo significa, literalmente, “o primeiro de um tipo”. No início da era industrial, o protótipo era o produto feito pelo mestre, que depois deveria ser produzido em massa. No projeto de produtos, a palavra protótipo refere-se a dois tipos de representação dos produtos. Primeiro no sentido mais preciso da palavra, refere-se à representação física do produto que será eventualmente produzido industrialmente. Em segundo lugar, usa-se o termo protótipo no sentido mais lato, para qualquer tipo de representação física construída com objetivo de realizar testes físicos.

Dentre as formas de modelagem destacam-se: uma prévia modelagem de prova de conceito, que ajuda no desenvolvimento da equipe; a demonstrar viabilidade; modelagem de formulário, que pode ser apresentado aos consumidores para avaliarem a ergonomia e estilo; modelagens de planilha; modelagens experimentais, que podem ser usada para parâmetros de design, a fim de uma melhor apresentação.

Para Baxter (2003, p.243) cabe destacar o termo modelo, no sentido técnico, geralmente é uma representação física ou matemática de um objeto. No projeto do produto, modelo refere-se a uma representação do produto ou parte do produto. Em geral, o termo modelo é usado para representar modelos computacionais (como desenho de apresentação de um produto, feito no CAD (*Computer Aided Design*) ou programas gráficos) ou representações físicas da aparência visual dos produtos.

Assim, como será visto posteriormente neste estudo, o subitem 2.4 informará o “**Processo de tomada de decisão**”, referente o porteiro XPE24 Light, onde utilizará de um molde de injeção plástica já desenvolvido previamente. Portanto, foi desnecessária a realização de modelagem e prototipação de um novo modelo.

2.2 Pesquisa de opinião de mercado

Conforme já mencionado anteriormente, segue a pesquisa de mercado realizada pelo marketing de produtos da empresa. Foram analisados pontos como:

- Objetivo da pesquisa: identificar a necessidade de desenvolver uma central de comunicação condominial diferenciada, que possua uma modularidade de até 24 ramais.
- Entrevistadores: distribuidores, revendas e atendentes comerciais da Intelbras|Maxcom.
- Campo de pesquisa: foram entrevistados 28 clientes por telefone, das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.
- Evento em São José do Rio Preto: clientes da região do interior de São Paulo;
- Feira Exposec: clientes de todo o país;
- Visita à clientes em Maringá, Rio de Janeiro e Belo Horizonte;
- Evento em Recife: clientes da região nordeste;
- Feira Fivel: distribuidores de todo o país;
- Evento no Rio de Janeiro: clientes do Rio de Janeiro e do Espírito Santo;
- Pesquisa em salas de treinamento: representantes de todo o país.

Quando questionados em relação a uma central de comunicação condominial simples, de até 24 ramais, foi unânime: todos acham que o produto será muito bem aceito pelo

mercado. Pelo elevado crescimento de condomínios de pequeno porte, e a difícil competição por preço com as placas de interfonia.

2.2.1 Dados qualitativos

Foram levantados os dados qualitativos e os principais comentários relatados seguem:

- a) “As vendas das placas de interfonia é insignificante, o pessoal pede mais é para reposição”. - Cliente de São Paulo.
- b) “70% da venda de CPs48 são para centrais de até 24 ramais. A Maxcom|Intelbras perde uma grande fatia do mercado, pelo preço das placas de interfonia serem mais acessíveis, eu acredito que uma central de até 24 ramais irá alavancar as vendas. Como na minha região é a Thevear que domina, eu enxergo um grande crescimento para a Intelbras|Maxcom”. - Cliente São Paulo
- c) “Há muitas reclamações das placas de interfonia, por isso não vendo mais”. – Cliente de Minas Gerais.
- d) “Sou exclusivo Intelbras|Maxcom, por isso que não vendo placas de interfonia, e a diferença de preços entre as centrais da Intelbras|Maxcom para um sistema analógico é muito grande para essas configurações, por isso não há nem procura de centrais Intelbras|Maxcom de até 24 ramais”. – Cliente do Distrito Federal.
- e) “A busca por centrais Intelbras|Maxcom é muito pequena, mas procura por centrais analógicas é muito grande, devido ao baixo custo destes produtos”. – Cliente Mato Grosso do Sul.

- f) “Perdemos muitos orçamentos por não ter centrais de até 24 ramais, os clientes reclamam muito por serem obrigados a instalar centrais analógicas de marcas como a HDL, sinceramente não entendo a Intelbras|Maxcom”. – Cliente do Mato Grosso.

2.2.2 Dados quantitativos

Já como dados quantitativos na região Sul o volume de centrais/placas de interfonia de até 24 ramais é 3X o volume de centrais de até 48 ramais. Já para a região Centro - Oeste o volume de centrais/placas de interfonia de até 24 ramais corresponde a 41,66% do volume total de centrais vendidas. Dos entrevistados a região Sudeste, o volume de centrais/placas de interfonia são de 20 por mês, para cada distribuidor.

2.3 Pesquisa de mercado realizada referente ao porteiro eletrônico e o painel de interfonia

A sobrevivência de empresas no ramo de mercado da Intelbras S/A, depende de investimentos em inovação tecnológica, pesquisa e desenvolvimento de produtos.

Para um novo produto ter o investimento da empresa é necessário realizar pesquisas de mercado, considerando prós e contras, com embasamento no planejamento da equipe. Portanto este estudo demonstra, na pesquisa de mercado realizada, uma comparação entre o porteiro eletrônico e o painel de interfonia, para consumidores e usuários diretos e indiretos.

Na Figura 3 segue o modelo do painel de interfonia e o porteiro eletrônico.



FIGURA 3 - Painel de interfonia X Porteiro eletrônico XPE24 Light.

Corroborando com o estudo, segue a pesquisa de mercado realizada pelo marketing de produtos da empresa. Os dados coletados serão apresentados no gráfico da Figura 4.

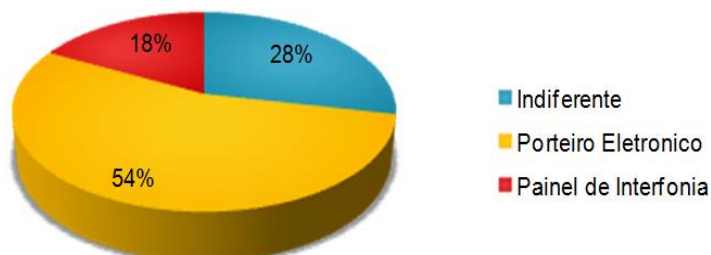


FIGURA 4 - Gráfico com resultado da pesquisa realizada.

Com quem conversamos?

- Distribuidores de todas as regiões brasileiras: visita a clientes;
- Obtivemos como resposta: o produto porteiro eletrônico irá trazer mais qualidade e lucratividade.

- Instaladores todo o país: eventos e treinamentos;
- Obtivemos como resposta: o produto porteiro eletrônico facilitará a instalação e terá mais durabilidade.
- Moradores, Síndicos e Zeladores: abordagem nos condomínios que:
 - Possuíam painéis de interfonia e mudaram recentemente para porteiros eletrônicos;
 - Possuem painéis de interfonia;
 - Possuem porteiros eletrônicos.

Obtivemos como resposta: o produto porteiro eletrônico trará beleza, durabilidade e segurança.

- A pesquisa ainda se estendeu a visitantes e prestadores de serviços de condomínios.

Quando questionados referente à segurança na comunicação, qualidade de áudio, modernidade, possibilidade de abertura de duas fechaduras e rapidez na utilização do porteiro eletrônico e do painel de interfonia.

Obtivemos como resposta: para os visitantes é indiferente a utilização de ambos os produtos, já na visão dos prestadores de serviço, o painel de interfonia traz mais rapidez na utilização.

Assim, o resultado da pesquisa realizada com: usuários, prestadores de serviço, visitantes, moradores, síndicos e zeladores, estão especificados no gráfico da figura 4.

2.4 Processo de tomada de decisão

A tomada de decisão estratégica é o comprometimento específico para a ação de recursos, onde o processo decisório é o conjunto de ações e fatores dinâmicos (MINTZBERG; RAISINGHANI; THÉORËT, 1976; EISENHARDT; ZBARACKI, 1992).

A decisão é estratégica quando considerada importante pelos gestores da alta administração em termos das ações tomadas, dos recursos comprometidos ou dos precedentes estabelecidos. Operacionalmente, a decisão é estratégica quando: envolve posicionamento estratégico, apresenta altos riscos, envolve diversas funções organizacionais, e é considerada representativa das decisões da organização (EISENHARDT, 1989a).

A tomada de decisão em grupo é um processo de avaliação de múltiplas alternativas em que uma resolução com ações futuras é esperada. Podendo ser utilizadas para gerar, classificar e priorizar os requisitos do produto. (SOTILLE; MENEZES; XAVIER; PEREIRA, 2011).

A investigação de alternativas factíveis e interessantes para a definição e análise do produto é fator crítico de sucesso para o gerenciamento do escopo do projeto e para o próprio projeto (SOTILLE; MENEZES; XAVIER; PEREIRA, 2011).

Mediante a solicitação de desenvolver um produto de baixo custo que tenha a possibilidade de competir no mercado com os painéis de interfonia, foram tomadas as seguintes decisões em reunião:

- O produto porteiro eletrônico fará uso do microcontrolador PIC16F1828 da *Microchip*, pelas seguintes razões:
 - a) Item corrente da empresa (já desenvolvido e aprovado);

- b) Grande volume de compra mensal deste item, o que nos dá poder de barganha e estabilidade de estoque;
 - c) Baixo custo de aquisição do item.
- O produto porteiro eletrônico fará uso de um teclado de 13 teclas, pelas seguintes razões:
 - a) Item corrente da empresa (já desenvolvido, testado e aprovado);
 - b) Grande volume de compra mensal deste item, o que nos dá poder de barganha e estabilidade de estoque;
 - c) Baixo custo de aquisição do item.
- O desenvolvimento do Hardware do porteiro eletrônico deverá ser constituído de duas placas:
 - a) Placa Base: provê as funções de gerenciamento lógico do equipamento;
 - b) Placa Teclado: tem por finalidade fazer a identificação da tecla pressionada.
- Os injetados do XPE24 Light deverão utilizar o mesmo molde do porteiro atual de linha, no intuito de não gerar custos elevados e desnecessários de investimento em novos moldes;
- O porteiro eletrônico não irá possuir fonte de alimentação, deverá ser alimentado pela central de portaria CP24 Light. O *Hardware* do porteiro eletrônico será desenvolvido com reguladores de tensão com finalidade de manter os níveis de tensão contínuos em +12V e +5V para uma faixa de tensão acima de +14V.

Analisando-se a situação na qual foi tomada a decisão estratégica de lançamento de um novo produto, de acordo com

Mintzberg, Raisinghani e Théorêt (1976), pode-se dizer que foi o aproveitamento de uma oportunidade. No que diz respeito ao tipo de solução adotada, ela foi totalmente customizada.

No próximo, capítulo será apresentado o referencial teórico, onde demonstrar-se-á um estudo de diversos componentes utilizados no desenvolvimento do protótipo deste trabalho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceitos de elementos transdutores

Transdutores ou conversores são dispositivos que tomam uma forma de energia e a convertem em outra. Nos transdutores eletromecânicos as duas formas de energia são, obviamente, elétrica e mecânica. (FALCONE,1985, p.1).

À conversão de sinais elétricos em sinais acústicos dá-se o nome de conversão eletroacústica, e aos microfones e alto-falantes, reesposáveis por esta conversão, de transdutores eletroacústicos. (BORTONI, 2002, p.41).

3.1.1 Transdutores ativos e passivos

Transdutores passivos são aqueles cuja energia de saída é proveniente unicamente (ou quase unicamente) da energia de entrada.

Transdutores ativos são aqueles que dispõem de uma alimentação de energia. Neles, a maior parte da energia de saída é provida pela alimentação.

- a) Alto-falante - é um transdutor eletroacústico, já que tem por função transformar energia elétrica em energia acústica (VASSALLO, 2005, p.7).

Funcionamento: A transformação ocorrida no alto-falante é inversa àquela do microfone. O som inicial é reconstituído a partir da corrente elétrica. As partes que compõem um alto-falante são basicamente: uma bobina; um diafragma (um cone circular ou elíptico, geralmente de papelão ou polipropileno); um

ímã permanente (ou um eletroímã); e uma suspensão chamada "aranha".

O enrolamento da bobina são os terminais do alto-falante e, portanto, ligados ao amplificador. Esta bobina, quando submetida a uma corrente elétrica, induz um campo magnético que interage com o campo natural do ímã permanente, criando uma reação de atração ou repulsão e, conseqüentemente, gerando o movimento do diafragma. Essa movimentação diafragmática cria uma perturbação ritmada no ar (onda sonora).

- b) Microfone - é o dispositivo que faz a transdução (transformação) do sinal acústico (variação da pressão do ar) em sinal elétrico (variação de tensão e/ou corrente). (RATTON, 2007, p.37).

3.1.2 Tipos de transdução

Em relação à forma de transdução, os microfones geralmente são classificados em dois tipos: dinâmico e capacitivo.

O microfone dinâmico consiste de um diafragma fino acoplado a uma bobina móvel dentro de um campo magnético.

Princípio de funcionamento: quando o som atinge o diafragma, este move-se para dentro e para fora, conforme a pressão sonora, e este movimento da bobina dentro de um campo magnético produz nela uma variação de corrente (e portanto uma variação de tensão em seus terminais) análoga a variação da pressão atuando no diafragma.

O microfone dinâmico está representado na Figura 5, conforme segue:

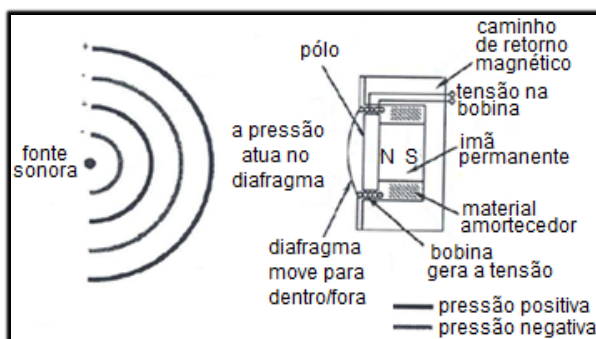


FIGURA 5 - Microfone dinâmico.

Fonte: RATTON, 2007.

Microfone capacitivo: usa o princípio de um capacitor variável, consistindo de um diafragma montado bem próximo a uma placa fixa.

Princípio de funcionamento: uma carga elétrica polarizada é mantida entre a placa e o diafragma, e conforme este se move com a pressão sonora faz variar a tensão que existe entre a placa e o diafragma.

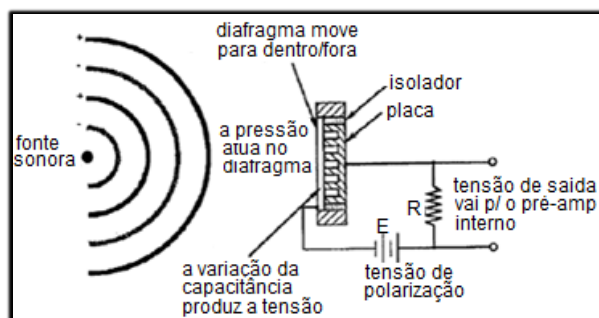


FIGURA 6 - Microfone capacitivo.

Fonte: RATTON, 2007.

3.2 Amplificadores

Os amplificadores de áudio são circuitos eletrônicos dedicados à amplificação de sinais elétricos cujas as frequências estão compreendidas na faixa de 20 Hz a 20 kHz, conhecida como faixa de audiodiferença.(BORTONI, 2002, p.1).

3.2.2 Classe de operação

O que determina o tipo de classe de operação de um amplificador é o modo como os transistores do estágio de saída operam, na tentativa de se obter maior linearidade (menor distorção) e/ou rendimento. (BORTONI, 2013, p.2).

A principal classe de operação dos amplificadores utilizados neste projeto foi a classe AB, intermediária à A e B, onde com uma polarização do estágio de saída minimiza-se a distorção de crossover. Desta forma, existirá uma corrente nos transistores de saída (polarização), podendo esta ser bem pequena, se comparada à corrente de polarização da classe A, fazendo com que o rendimento se aproxime ao da classe B.

3.2.1 Rendimento

Este parâmetro mostra a capacidade que um determinado sistema tem de transformar a potência consumida em potência útil, e é representado pela relação abaixo:

$$n = \frac{\text{Potência fornecida}}{\text{Potência consumida}} \quad (1)$$

$$n_{\%} = n \times 100 \quad (2)$$

3.2.3 Parâmetros técnicos

Os amplificadores de áudio, como qualquer outro equipamento, podem ser avaliados de diversas formas, objetivas ou subjetivas.

Avaliações subjetivas são dependentes das pessoas, pois o que é bom para uma pode não ser para a outra. Neste estudo, trata-se apenas de formas objetivas de avaliação. Métodos que, a priori, dependem apenas de bons equipamentos e são baseados em parâmetros pré-determinados que expressam, numericamente, as características elétricas/eletrônicas dos amplificadores, tais como potência, resposta em frequência, distorção, etc.

- a) **Potência:** a potência especificada deve estar acompanhada dos valores da frequência. Para fins comerciais, os fabricantes costumam especificar a máxima potência sob as melhores condições.

A limitação de excursão do sinal, imposta pelo amplificador, está diretamente relacionada à tensão da fonte de alimentação que, por sua vez, está diretamente relacionada à tensão AC da rede (para fontes não reguladas); isso significa que se ao assumir valores fixos de carga e THD (*Total Harmonic Distortion*) e ao variar a tensão AC fornecida ao amplificador, à potência também variará. Em resumo, a potência, quando especificada, deve estar acompanhada das condições sob as quais foi medida.

- b) **Potência RMS:** a potência RMS (Root Mean Square) é a potência eficaz. É a que, por definição, representa a capacidade de fornecimento de potência, real, de qualquer equipamento que se propõe a realizar tal função, seja ele de áudio, RF (*Radio Frequency*), etc.

A potência fornecida a uma carga, de resistência R , é calculada por:

$$P_L = \frac{E^2 ef}{R} \quad (3)$$

Onde:

PL – Potência na carga;

Eef – Tensão eficaz na carga;

R – Resistência da carga.

- c) Resposta em frequência:** Consiste de um método gráfico-analítico que permite a observação da resposta de um sistema, para um sinal de entrada senoidal, cuja frequência é variada dentro de uma faixa pré-estabelecida.

A resposta em regime permanente de um sistema linear e invariante no tempo sujeito a um entrada senoidal será senoidal na mesma frequência, com amplitude e fase diferentes.

A representação do domínio do tempo dá a amplitude do sinal no instante de tempo escolhido.

No domínio da frequência, separam-se conceitualmente as senóides que formam o sinal.

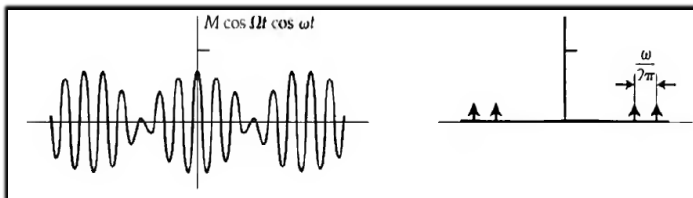


FIGURA 7 - Domínio do tempo versus domínio da frequência.

Fonte: BRANCEWELL, 2000.

Em amplificadores, a alteração no ganho de tensão é produzida como consequência de uma resposta desigual do circuito a sinais de diferentes frequências. Este fenômeno é

produzido devido à presença de componentes reativas no circuito, que tem comportamento dependente da frequência.

Na faixa de frequências médias, o ganho é máximo. Já na faixa de frequências baixas, as capacitâncias de acoplamento do circuito produzem a atenuação do sinal de saída, enquanto que, na faixa de frequências elevadas, a atenuação é produzida pelas capacitâncias intrínsecas do transistor e pelas capacitâncias paralelas do circuito.

Embora para a especificação de potência seja assumida uma única frequência, o amplificador deve ter um mesmo comportamento em toda faixa de áudio (20 Hz à 20 kHz), ou seja, deve reproduzir, com iguais características de magnitude e fase, os graves, médios e agudos de qualquer tipo de programa.

d) Magnitude: a "magnitude" é representada pela relação entre dois sinais, por exemplo, entre o sinal de entrada e o sinal de saída.

Assim, escrevemos:

$$G_V = \frac{e_o}{e_i} \quad (4)$$

Onde:

e_o – Sinal de saída;

e_i – Sinal de entrada;

G_V – Ganho de tensão.

e) Distorção Harmônica Total: um sinal periódico pode ser representado por uma composição de senóides e cossenóides (tons puros), denominados "harmônicos" (série de Fourier¹). Os harmônicos são sinais distintos com frequências múltiplas inteiras de uma dada frequência, denominada fundamental. Se provocarmos uma distorção em um sinal senoidal puro, aparecerão harmônicos cujas frequências e

amplitudes serão proporcionais à quantidade e tipo desta distorção que foi provocada. (BORTONI, 2002).

Aplicando-se esse mesmo sinal senoidal puro a um amplificador, podemos saber o quanto ele está "distorcendo" simplesmente medindo o quanto de harmônicos, total, ele gerou.

Relacionando esses harmônicos com a fundamental que os gerou, teremos a Distorção Harmônica Total – THD.

Sendo assim:

$$THD = \frac{e_H}{e_F} \quad (5)$$

Onde:

THD – Distorção Harmônica Total;
eH – Valor eficaz, total, dos harmônicos;
eF – Valor eficaz da fundamental.

A THD normalmente é expressa em "%" ou em dB, então:

$$THD\% = THD \times 100 \quad (6)$$

$$THDdB = 20 \times \log(THD) \quad (7)$$

3.2.4 Relação Sinal/Ruído

A relação Sinal/Ruído, S/N (em inglês, *Signal/Noise*), é a forma mais comum, embora que indireta, de especificar o nível de ruído existente em um circuito amplificador, pois expressa o quanto o nível do sinal amplificado está acima do nível de ruído. (BOTONI, 2002, p.13).

Calcula-se o nível do ruído para a potência, conhecendo-se, a relação sinal/ruído e o nível do sinal:

$$S/N_{(dB)} = 10 \cdot \log \left(\frac{Sinal}{Ruído} \right) \quad (8)$$

e

$$Ruído = Sinal \times 10 \cdot \log - \left(\frac{S/N_{(dB)}}{10} \right), \quad (9)$$

e para tensão ou corrente

$$S/N_{(dB)} = 20 \cdot \log \left(\frac{Sinal}{Ruído} \right) \quad (10)$$

e

$$Ruído = Sinal \times 20 \cdot \log - \left(\frac{S/N_{(dB)}}{20} \right), \quad (11)$$

Onde, $S/N_{(dB)}$ é a relação sinal/ruído dada em dB.

Se dissermos que o amplificador A é mais ruidoso que o amplificador B, este último (B) terá uma maior (melhor) relação S/N, para uma mesma potência.

Para efeito de comparação (entre amplificadores), deve-se utilizar um mesmo sinal como referência (por exemplo, 1 watt de potência) para se obter o valor da S/N. É comum encontrarmos esse parâmetro especificado à máxima potência, o que "mascara" (para melhor) a real característica do amplificador.

3.3 Sinais desbalanceados/balanceados

Os sinais desbalanceados e balanceados possuem características bem diferenciadas, o que nos permite identificá-los de forma bem facilitada. Não devemos confundir sinais

desbalanceados e balanceados com sinais mono e estéreo. A seguir explicaremos cada um deles, dando exemplos específicos para que não haja confusão, o que é um problema comum entre aqueles que trabalham no ramo do áudio. Esta confusão, ou mau entendimento causa normalmente inúmeros problemas que poderiam ser evitados facilmente trabalhando se de forma correta.

- a) Sinais Desbalanceados - os sinais desbalanceados são aqueles em temos um condutor que transporta o sinal e uma malha que é o condutor de referência. As entradas e saídas chamadas desbalanceadas possuem poucas características positivas, sendo que vários problemas de ruídos normalmente estão relacionados a “loops” de terra, gerados pelas interligações entre equipamentos com sinais desbalanceados.

Características positivas:

- Baixo custo de fabricação;
- Cabos de fácil construção, quase que a prova de erros.

Características Negativas:

- Fácil ocorrência de Loops de terra;
- Sem rejeição a ruídos externos;
- Cabos devem ser curtos, de preferência menores que três metros.

A Figura 8, ilustra como funciona uma entrada desbalanceada.

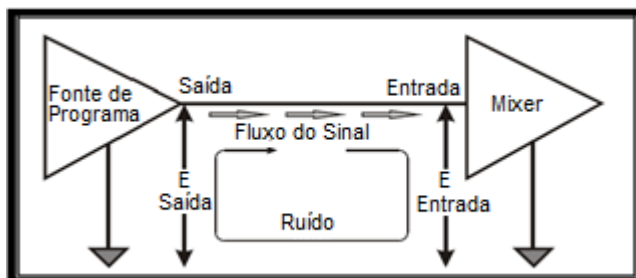


FIGURA 8 - Sinal desbalanceado.

Fonte: SPADA.

- b) Sinais Balanceados - para estes sinais temos dois condutores centrais e uma blindagem (malha). O sinal de áudio presente na linha balanceada tem polaridade oposta em cada condutor, ou seja, quando a tensão presente em dado momento em um condutor é positiva (em relação ao terra, que é a malha), no outro é negativa. Um aparelho que tenha uma entrada balanceada (uma mesa de som, por exemplo), ao receber esses sinais, inverte a polaridade de um deles e soma ao outro.

A Figura 9 ajuda entender o processo.

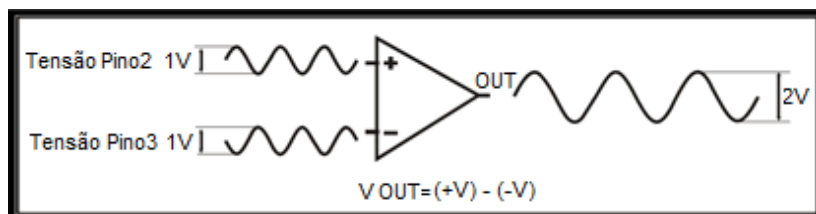


FIGURA 9 - Sinais balanceados.

Fonte: SPADA.

Observe na Figura 9, que a polaridade do sinal no pino 3 está invertida em relação ao pino 2 (180°). Este tipo de entrada é o que chamamos de diferencial, pois ela irá pegar a diferença

entre os dois sinais (pino 2 e pino 3), não dependendo do terra (malha) como referência. Como o sinal de saída é a soma dos sinais, ou seja, duas vezes o sinal de entrada, temos um ganho de 6dB.

A maior vantagem é a quase completa eliminação do ruído externo (induzido) por esse processo, pois enquanto o sinal de áudio viaja por vários metros por meio de multicabos, ruídos externos penetram no cabo (zumbido provocado pela rede elétrica, rádio interferências, etc.) e viajam pelos condutores.

O ruído é induzido com a mesma polaridade nos dois condutores, mas o sinal não. Quando os sinais são somados em uma mesa, por exemplo, como o áudio tem polaridades opostas nos condutores, ele é preservado, mas o ruído, por ter a mesma polaridade em ambos é cancelado, eliminado. O circuito de entrada diferencial realiza uma operação de subtração, isso assegura uma grande imunidade a ruídos externos, mas depende muito da qualidade do cabo e da eletrônica utilizada.

Características Positivas:

- Muito boa rejeição a ruídos;
- Utilização de cabos de tamanhos maiores;
- Independência da malha de terra evitando loops de terra.

Características Negativas:

- Custo mais elevado;
- Utilização de cabos com três condutores.

4 METODOLOGIA

4.1 Definição do escopo

O produto é composto pelo porteiro eletrônico e pela central de portaria. No desenvolvimento deste trabalho, o hardware do porteiro eletrônico XPE24 Light foi desenvolvido e validado.

Para o desenvolvimento completo deste projeto foi necessário à participação de uma equipe multidisciplinar formada pelas áreas de *Marketing* de produto, Engenharia de *software*, Engenharia de *hardware*, Engenharia mecânica, Engenharia industrial, *Layout* de placas, Compras, Logísticas e Coordenação de projetos.

Antes da definição de qualquer esquemático elétrico e/ou circuito impresso, foi necessário realizar a validação dos diversos componentes estudados e citados no capítulo 3, no referencial teórico deste trabalho.

Assim, dentro da proposta deste trabalho, houve o desenvolvimento detalhado do seguinte escopo:

- a) Desenvolver *hardware* para duas placas, como mostra a Figura 10;

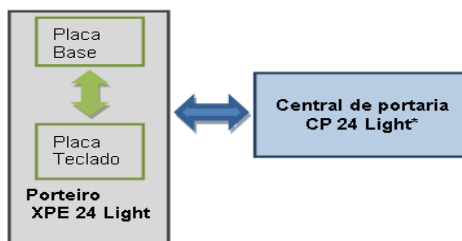


FIGURA 10 - Placas do XPE24 Light.

*Não faz parte do escopo deste trabalho.

- **Placa Base:** a placa Base provê as funções de gerenciamento lógico do equipamento (através do *firmware* – *software* embarcado – no microcontrolador) e também a parte de comutação de áudio do sistema. Nesta placa, é conectada a placa teclado.
 - **Placa Teclado (Interface com o Usuário):** tem por finalidade fazer a identificação da tecla pressionada pelo usuário através do nível de tensão no sinal, onde para cada tecla temos uma faixa de tensão equivalente, além de controlar a intensidade luminosa dos LED's (Light Emitting Diode) e fazer com que os led's tenham uma luminosidade mais baixa ou sejam desligados quando o porteiro entrar em modo de "stand by".
- b) Executar testes de *hardware/software* a fim de verificar possíveis falhas, ou implementar melhorias caso necessário;
 - c) Elaborar manual de instalação/configuração do porteiro;
 - d) Elaborar procedimentos de teste para o XPE24 Light;
 - e) Testar o *firmware* de controle, gerenciamento lógico e comutação de áudio;
 - f) Testar o protocolo de comunicação com a central CP24 Light;
 - g) Validar o sistema em campo;
 - h) Validar o processo de produção e testes.

O porteiro eletrônico dedicado é um produto diferenciado para o mercado de comunicação condominial, pois o mesmo utiliza muitas das características dos porteiros eletrônicos condominiais de maior porte. Porém, no mercado ele competirá por preço com as placas de interfonia, também conhecidas como

placas de rua. Desta forma, é ofertado um produto que permite realizar ligações sigilosas entre o porteiro e os ramais. Diferente das placas de interfonia que não possuem sigilo algum, suas características e funcionalidades serão detalhadas no subitem 4.4.

4.2 Porteiro eletrônico XPE24 Light

O porteiro XPE24 Light terá as seguintes características:

- Alimentação do porteiro dedicado é de 24 Vdc – proveniente da central;
- Possibilidade para uso de fonte externa 24 Vdc, 330 mA;
- Comunicação direta com o apartamento;
- Comunicação do porteiro para a central via DTMF (*Dual-Tone Multi-Frequency*);
- Comunicação entre o porteiro eletrônico e a central será realizada com cabo de quatro vias (um par para comunicação e um para alimentação), e terá alcance máximo de 100 metros;
- Abertura de fechadura por senha individual;
- Entrada de botoeira para abertura de fechadura;
- Três níveis de controle de áudio do alto-falante (via jumper interno);
- Iluminação *backlight* do teclado em azul;
- Saída para fechadura eletromagnética;
- Possui proteção contra transientes e surtos nas entradas de alimentação e comunicação;

- A tecla PORTARIA do porteiro dedicado encaminha a chamada para o ramal especial (pré-programado). Caso não exista, o usuário vai receber tom de ocupado.

4.2.1 Aspectos construtivos

O porteiro eletrônico XPE24 Light é constituído fisicamente por um conjunto de placas, cada qual com sua funcionalidade, divididas entre Base e Teclado, acondicionadas em um gabinete de 23,5 (C) cm x 20 (L) cm x 11 (A) cm.

Suas características elétrico-mecânicas são descritas na Tabela 2.

TABELA 2 - Características elétrico-mecânicas do porteiro XPE24 Light.

Tecnologia CPA – Controle por Programa Armazenado	
Condições ambientais	Temperatura: 0 °C a 50 °C Umidade relativa do ar: 10 a 90 % sem condensação do ar.
Alimentação	24 Vdc
Consumo Máximo	8 W
Proteção	PTC (<i>Positive Temperature Coeficient</i>) para proteção contra surto na placa Base.
Dimensões	9 cm x 15 cm x 5 cm
Montagem Mecânica	Placas de encaixe polarizadas Fixação na parede através de parafusos

4.2.2 Desenvolvimento hardware

4.2.2.1 Placa base

A placa base provê as funções de gerenciamento lógico do equipamento.

A seguir são descritos os circuitos da placa Base com maiores detalhes.

- a) Microcontrolador - tem a função de fazer todo o controle do porteiro XPE24 Light, recebendo e enviando sinais.

Ele é representado pelo circuito abaixo:

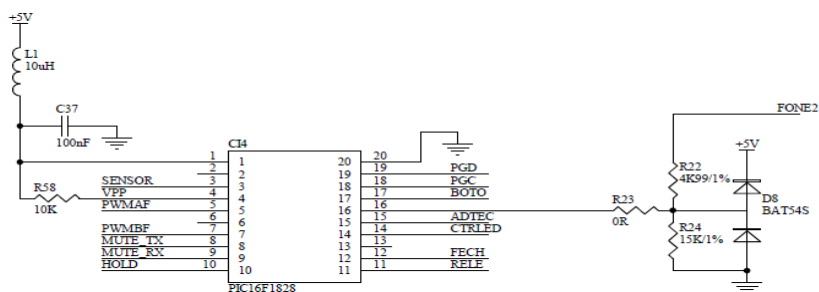


FIGURA 11- Microcontrolador.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- Sensor: É o sinal do circuito de sensor de porta aberta;
- VPP, PGD e PGC: São utilizados para programação do PIC;
- PWMAF: É o sinal quadrado que gera o componente de alta frequência do sinal DTMF;

- PWMBF: É o sinal quadrado que gera o componente de baixa frequência do sinal DTMF;
 - MUTE_TX: É o sinal que cancela a transmissão de sinal para a CP24 Light;
 - MUTE_RX: É o sinal que cancela o sinal enviado para o alto-falante do porteiro XPE24 Light;
 - HOLD: Altera o nível DC do sinal enviado para a central CP24 Light, indicando o início do protocolo de comunicação;
 - BOTO: Sinal que indica o pressionamento da botoeira;
 - FONE2: Sinal vindo da central CP24 Light;
 - ADTEC: Sensor A/D para detecção da tecla pressionada no teclado do porteiro;
 - CTRLLED: Controla o nível de iluminação dos LED's do teclado;
 - FECH: Aciona a abertura da fechadura eletromagnética;
 - RELE: Aciona a abertura da fechadura de contato seco.
- b) Pinos de programação - são utilizados para realizar a gravação e atualização do firmware do microcontrolador PIC16F1828.

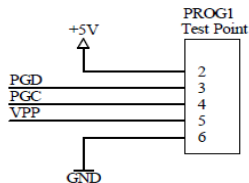


FIGURA 12 - Porta ISP.

- c) Circuitos de áudio - é dividido em três etapas, RX, híbrida e TX, conforme segue:

Etapa TX:

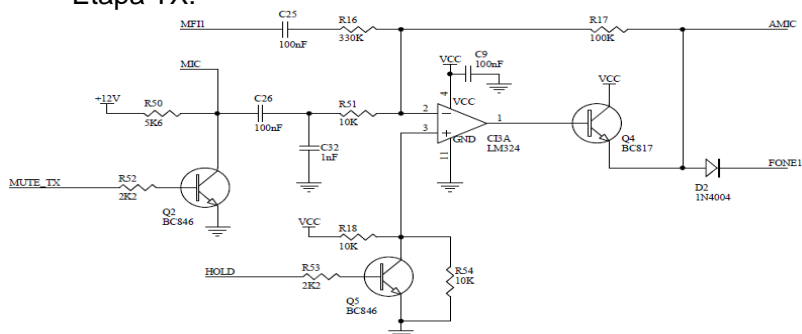


FIGURA 13 - Etapa TX.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- **MUTE_TX:** É um sinal enviado pelo microcontrolador e tem por finalidade polarizar o transistor Q2, fazendo com que o mesmo opere como uma chave elétrica e aterrando o sinal do microfone;
- **HOLD:** Assim como MUTE_TX, é um sinal enviado pelo microcontrolador e tem por finalidade polarizar o transistor Q5, fazendo com que o nível DC de tensão na saída do amplificador CI3A seja nulo. É utilizado no protocolo de comunicação entre a central e o porteiro;
- **MIC:** É o sinal de áudio captado pelo eletreto;
- **AMIC:** É uma amostra do sinal a ser transmitido. É enviado para o circuito da híbrida com a função de reduzir a microfonia;
- **FONE1:** É o sinal transmitido para a central CP24 Light.

Híbrida:

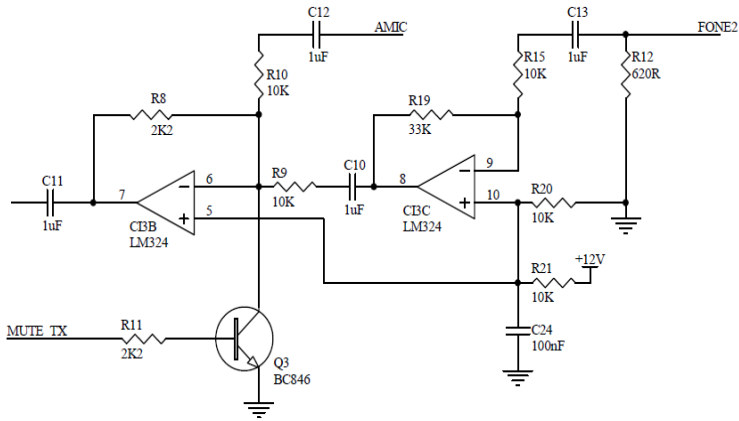


FIGURA 14 - Híbrida.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- FONE2: É o sinal de comunicação enviado ao porteiro pela central de portaria. Este sinal é composto pelo sinal gerado na central de portaria e uma parcela do sinal enviado pelo circuito TX (FONE1);
- AMIC: É uma amostra do sinal enviado pelo circuito TX (FONE1). Na híbrida o sinal AMIC é subtraído do sinal FONE2, fazendo com que a componente de FONE1 inserida no sinal FONE2 seja anulada;
- MUTE_TX: É um sinal enviado pelo microcontrolador e tem por finalidade polarizar o transistor Q3, fazendo com que a componente relacionada ao sinal FONE2 na saída do C13B seja nula.

Etapa RX:

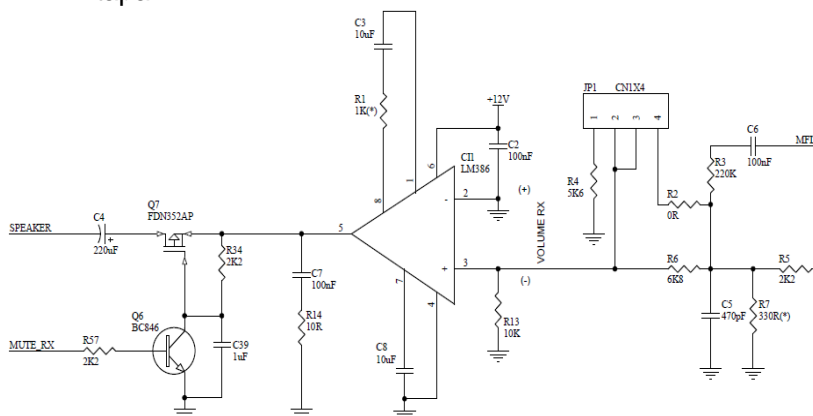


FIGURA 15 - Etapa RX.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- **MFI2:** É o sinal gerado pelo circuito gerador de sinal DTMF, é o sinal multifreqüencial que sai no alto falante do porteiro para avisar o usuário quando ele pressiona alguma tecla;
 - **MUTE_RX:** É um sinal enviado pelo microcontrolador e tem por finalidade polarizar o transistor Q6, zerando a tensão no pino 7 do C1 para que não tenha saída de áudio no alto-falante;
 - **SPEAKER:** É o sinal enviado ao alto-falante do porteiro.
- d) Gerador DTMF - este circuito tem por finalidade gerar o sinal multi-freqüencial que será utilizado para comunicação entre o porteiro e a Central CP24 Light. O sinal multifreqüencial é um sinal composto pela soma de dois sinais senoidais de frequências diferentes e cada tecla pressionada no teclado é representada por um sinal DTMF diferente.

Segue o gerador DTMF representado na Figura 16:

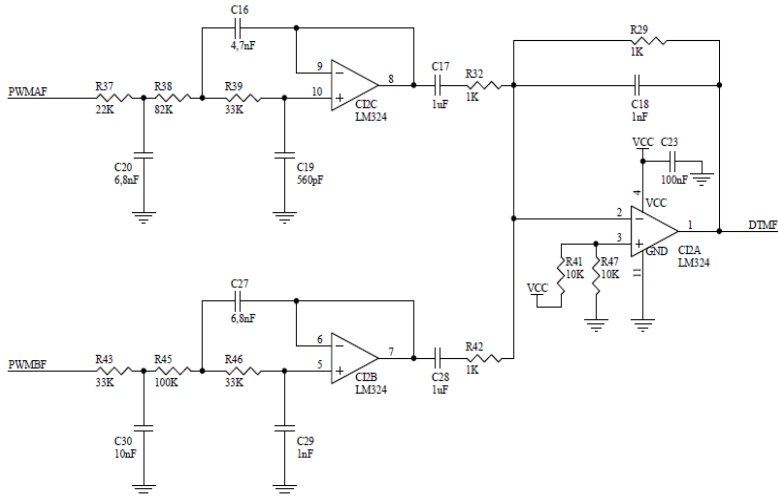


FIGURA 16 - Gerador DTMF.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- PWMAF e PWMBF: São ondas quadradas geradas pelo microcontrolador, a onda PWMAF é a onda relacionada à senoidal de maior frequência e o sinal PWMBF é relacionado à senoidal de menor frequência;
- DTMF: É o sinal de saída do circuito, que será enviado aos amplificadores buffer's e depois enviado para o circuito de TX e ao circuito de RX.

e) Isolador DTMF - este circuito tem por finalidade isolar o sinal DTMF, que servirá de entrada em dois circuitos diferentes (Circuito de recepção – RX e Circuito de transmissão – TX). Se o isolamento deste sinal não fosse feito, poderíamos ter sinais do circuito de TX interferindo no circuito RX ou vice-versa.

O isolador DTMF é representado por dois amplificadores na configuração “buffer”, como mostrado abaixo:

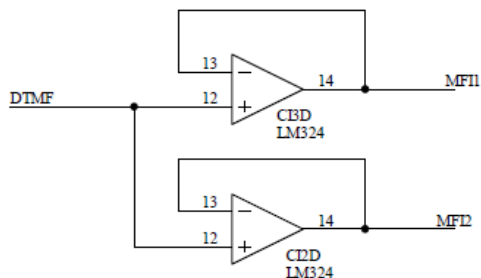


FIGURA 17 - Isolador.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- DTMF: É o sinal de saída do circuito “Gerador DTMF”;
 - MF11 e MF12: São os sinais isolados entre si, porém com o mesmo formato do sinal DTMF.
- f) Comando da fechadura de contato seco - este circuito tem por finalidade receber um sinal gerado no microcontrolador e enviar o sinal para abertura da fechadura de contato seco.

Ele é representado pelo circuito abaixo:

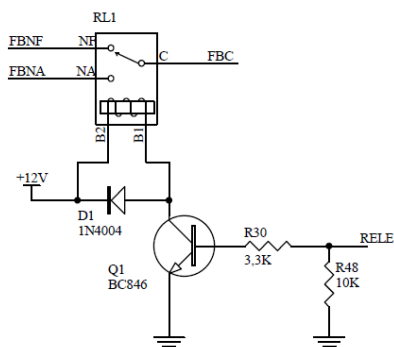


FIGURA 18 - Contato seco.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- RELE: É o sinal enviado pelo microcontrolador;
 - FBC,FBNA e FBNF: São os sinais enviados para a fechadura de contato seco. FBA é o sinal comum, FBNA é o sinal para “normalmente aberto” e FBNF é o sinal para “normalmente fechado”.
- g) Comando da fechadura eletromagnética - o circuito tem por finalidade utilizar um sinal pulsante gerado no microcontrolador para executar a abertura de uma fechadura eletromagnética.

Ele é representado pelo circuito abaixo:

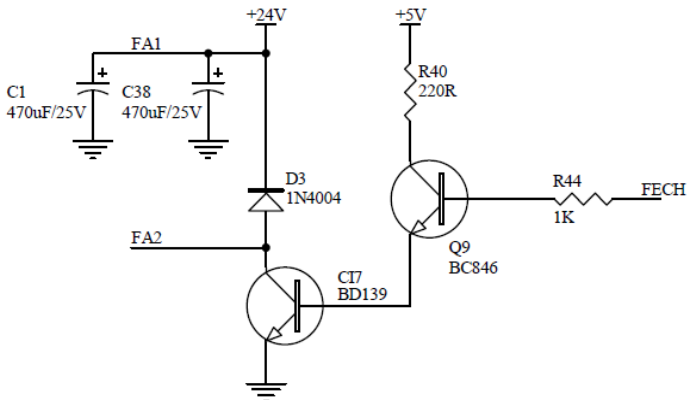


FIGURA 19 - Comando da fechadura eletromagnética.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- FECH: É o sinal pulsante recebido pelo microcontrolador;
 - FA1 e FA2: São os sinais conectados à fechadura eletromagnética.
- h) Reguladores de tensão - tem por finalidade manter os níveis de tensão contínuos em +12V e +5V para uma faixa de tensão acima de +14V.

Ele é representado pelo circuito abaixo:

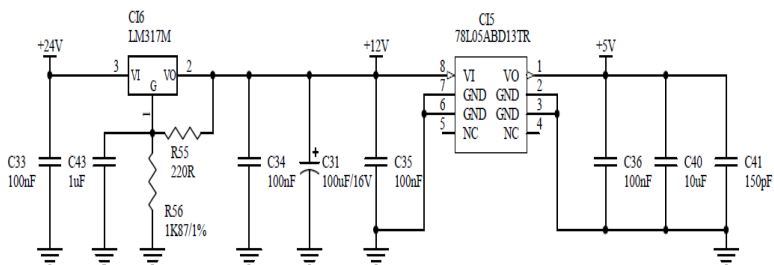


FIGURA 20 - Circuitos de alimentação.

Neste circuito, temos os seguintes sinais:

- +24V: É o sinal de alimentação vindo da Central CP24 Light. Devido a distância de instalação entre o porteiro e a Central, esse valor pode atingir até +18V;
 - +12V e +5V: São os sinais regulados para funcionamento dos circuitos internos do porteiro XPE24 Light.
- i) Sensor de porta aberta - é o circuito responsável por detectar a abertura da porta.

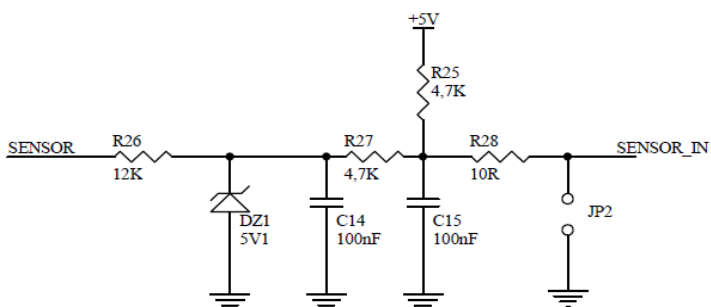


FIGURA 21 - Circuito do sensor de porta aberta.

Este circuito possui os seguintes sinais:

- **SENSOR_IN:** Sinal enviado pelo sistema de detecção de porta aberta;
 - **SENSOR:** Sinal enviado ao microcontrolador.
- j) Sensor da botoeira - tem o funcionamento semelhante ao sensor de porta aberta, porém este circuito não possui jumper para desativar o circuito.

Tem como finalidade identificar o pressionamento da botoeira para abertura de fechadura.

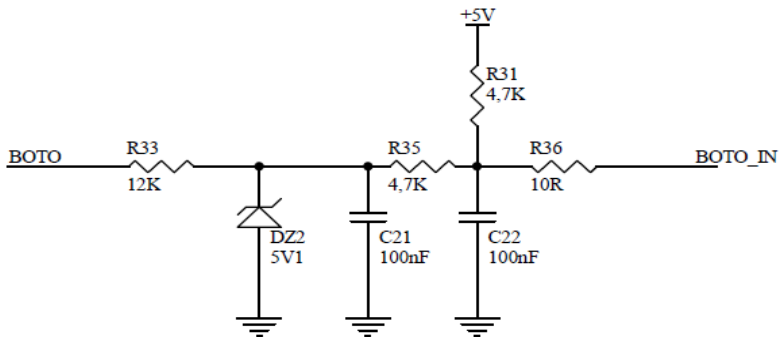


FIGURA 22 - Circuito do sensor da botoeira.

- k) Conectores - são os responsáveis pela conexão da placa base com a placa teclado e conexão da placa base com os elementos exteriores ao porteiro.

Na Figura 23, temos o conector da placa base com a placa teclado.

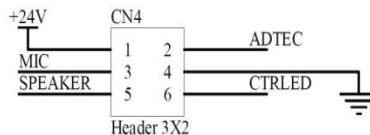


FIGURA 23 - Conector da placa base/teclado.

Na Figura 24, temos o conector do porteiro com os elementos externos (fechaduras, sensores, central CP24 Light).

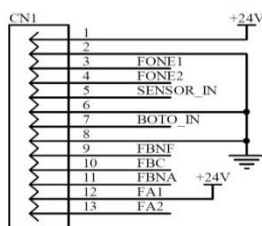


FIGURA 24 - Conector de sistemas.

4.2.2.2 Placa teclado

- a) Circuito de controle dos LED's - tem como objetivo controlar a intensidade luminosa dos LED's e fazer com que os led's tenham uma luminosidade mais baixa ou sejam desligados quando o porteiro entrar em modo de "stand by".

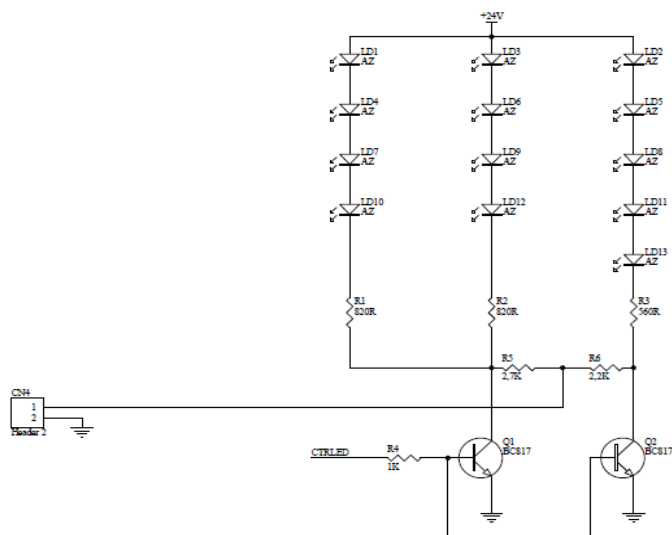


FIGURA 25 - Circuito de controle dos Led's.

Este circuito possui o seguinte sinal:

- CTRLLED: É o sinal enviado pelo microcontrolador para que os LED's tenham sua luminosidade máxima (quando o porteiro não está em “stand by”).
- b) Circuito de detecção de tecla - tem como objetivo fazer a identificação da tecla pressionada através do nível de tensão no sinal ADTEC, onde para cada tecla temos uma faixa de tensão equivalente.

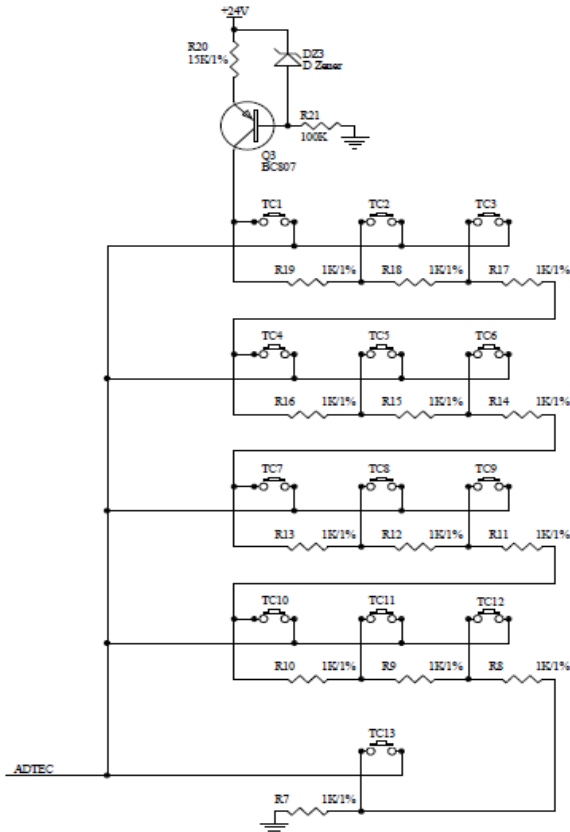


FIGURA 26 - Circuito de detecção de tecla.

Neste circuito, temos os seguintes componentes eletrônicos:

- R20, R21, DZ3 e Q3: Estes elementos, nesta configuração, funcionam como uma fonte de corrente constante para uma tensão de entrada variável.
- TC1-13: Cada um destes elementos é uma das tecla do teclado.
- R7-19: Resistores com precisão de 1%, que fazem com que o nível de tensão varie gradualmente para cada tecla.

4.3 Central de portaria CP24 Light

A central tem as seguintes características:

- Gabinete mecânico construído de material injetado polimérico;
- Até três placas de oito ramais desbalanceados (modularidade de instalação), com conectores de engate rápido;
- Comunicação entre central e porteiro eletrônico será realizada com cabo de quatro vias (um par para comunicação e um para alimentação), e terá alcance máximo de 100 metros;
- Comunicação half-duplex, sendo da central ao porteiro dedicado através de pulsos decádicos, e do porteiro para a central via DTMF;
- Pode ser instalada num parque já existente, podendo então substituir os painéis de interfonia;

- Alimentação da central é automática – 90 a 240 Vac;
- Responsável por alimentar o porteiro dedicado (24 Vdc) ou se desejável ou necessário, o instalador poderá utilizar uma fonte externa, porém deve unir os pontos comuns da fonte da central com a fonte externa (GND), para garantir a comunicação entre central e porteiro;
- Possui até quatro enlaces de áudio (até oito ramais em conversação);
- Possui proteção contra transientes e surtos nas entradas de ramais e fonte de alimentação;
- Possibilita a instalação de até dois porteiros eletrônicos dedicados XPE24 Light, para edifícios com duas entradas;
- Porteiro dedicado abre duas fechaduras: fechadura eletromagnética (12 V) e contato seco (para fecho magnético);
- Comando para abertura das fechaduras é gerado da central, e não do porteiro, por questões de segurança.
- Fechaduras são abertas através de senha digitada no porteiro eletrônico, ou de comando proveniente dos ramais dos apartamentos;
- Código para abertura dos porteiros através do ramal é armazenado na central;
- Há possibilidade de armazenar até vinte e seis senhas (uma por apartamento + duas senhas de serviço) para abertura das fechaduras;
- Senhas são programadas e armazenadas na central;

- Possibilidade de alterar individualmente as senhas, por meio do ramal;
- Senha de serviço pode ser vinculada a um ramal qualquer.
- Tempo de conversação entre porteiro e ramal programável, entre um e nove minutos;
- Tempo de acionamento das fechaduras é programável na central, sendo de um a nove segundos para fechadura eletromagnética e de um a trinta segundos para contato seco;
- Liga para outro apartamento: discar bloco (se existir) + n^o apto;
- Liga para portaria: sai de fábrica sem ramal portaria, sendo possível programar qualquer um dos 24 ramais, como ramal portaria (ramal especial);
- Função Pânico: (#9) para ativar e desativar, o ramal que pode ativar/desativar o pânico é somente o ramal especial programado. O pânico é utilizado em casos de emergências ou incêndios no condomínio. O tempo do pânico é configurável (um a três minutos), sendo que todos os ramais recebem toque diferenciado durante este tempo;
- Senha de programação para restringir o acesso às configurações da central;
- Programação acontece através de telefone (DTMF);
- Terá bootloader, o que possibilita a atualização do firmware em campo, através de EEPROM pré-programada.

4.3.1 Interface de conexão com o porteiro XPE24 Light

Para que o porteiro possa iniciar a comunicação com a central, esta dispõe de alguns circuitos para interfacear sinais com o porteiro XPE24 Light. Na placa da central CP24 Light², temos os sinais D_TOQ_PORT1 e D_TOQ_PORT2 – ou sinal de HOLD (Figura 27). Estes sinais permanecem em nível lógico 0 (GND), pois os transistores T20 e T24 permanecem saturados devido ao nível de tensão DC constante imposto em FONE2 pelo porteiro. Quando há dados para enviar, o porteiro coloca FONE2 para GND, fazendo com que ocorra um pulso de tensão em D_TOQ_PORT (nível lógico 1). Este sinal é reconhecido pela central como requisição de comunicação pelo porteiro XPE24 Light.

A comunicação na direção Porteiro → Central é feita via MF, pelos canais de áudio PORT1 e PORT2, sendo que os dados são reconhecidos pela central através do decodificador.

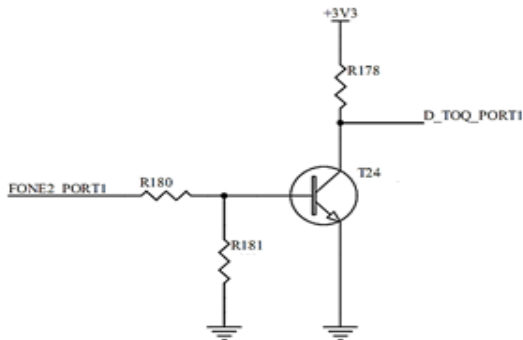


FIGURA 27- Sinal de HOLD (início de comunicação) da CP24 Light.

² A central de portaria CP24 LIGHT, não faz parte do objetivo do estudo deste trabalho, ainda que seja parte integrante fundamental para o funcionamento completo do sistema.

A interface de áudio para o porteiro compreende os sinais FONE1_PORT1, FONE2_PORT1 para o Porteiro 1 e FONE1_PORT2, FONE2_PORT2 para o Porteiro 2. Pelo canal do FONE2 temos também a interface de comunicação de dados, pela qual trafegam as informações do protocolo de comunicação na direção central → porteiro. Esta interface envia informações ao porteiro através dos sinais COM0_PORT1, COM1_PORT1 para o porteiro 1 e COM0_PORT2, COM1_PORT2 para o porteiro 2. A Figura 28, mostra estes circuitos.

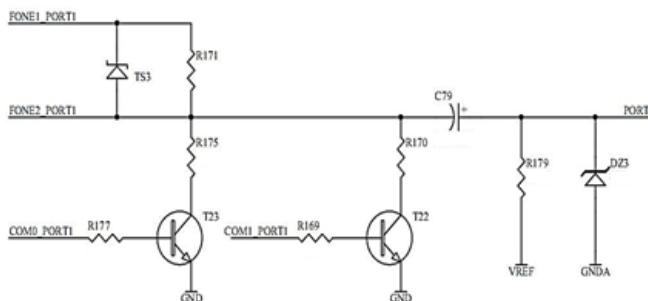


FIGURA 28 - Interface do porteiro XPE24 Light.

Vale ressaltar, contudo, que o presente trabalho é focado somente no porteiro XPE24 Light. O conteúdo relatado neste subitem é meramente para melhor entendimento do funcionamento do porteiro.

4.4 Placa de interfonia

É um painel instalado, normalmente próximo, a porta de entrada de um edifício de apartamentos. Neste painel temos um alto-falante, um microfone de eletreto, para o visitante comunicar-se com os apartamentos.

A Figura 29 mostra a instalação de uma placa de interfonia em um prédio de doze apartamentos, conforme segue:

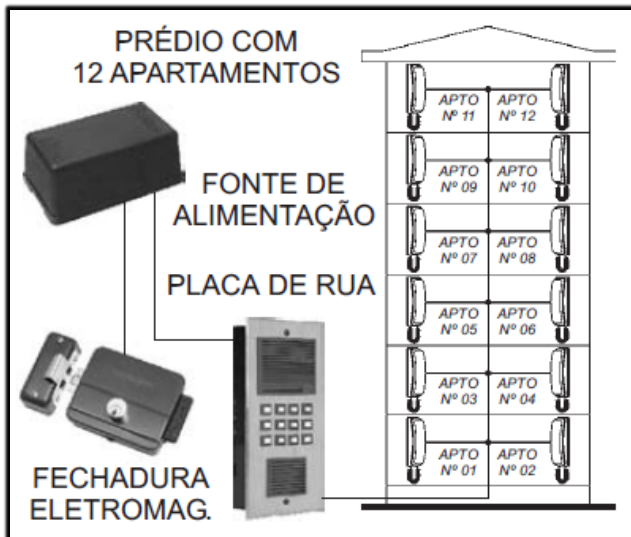


FIGURA 29 - Exemplo de instalação da placa de interfonia em prédios.
 Fonte: <http://www.thevear.com.br/New/Catalogos.aspx>.

4.4.1 Princípio de funcionamento

Para chamar alguém no interior do apartamento, basta o visitante pressionar o botão da placa de interfonia, é uma série de chaves, também chamados de ramais correspondentes ao número de apartamentos do prédio.

Toda vez que alguém estiver conversando e o botão da placa de interfonia for pressionado, vamos escutar um toque de chamada baixo no monofone. Isso acontece para avisar aos usuários, que existe um visitante na rua. A conversação interna não será ouvida na placa de interfonia.

Observações: Placa de interfonia ligada: se o botão da placa de interfonia for pressionado e ninguém atender, a placa vai ficar ligada até ser desligada por algum usuário.

Sigilo: se a placa estiver ligada e o usuário não souber disso, quem estiver na rua irá ouvir a conversação interna através da placa de interfonia, caso algum intercomunicador esteja fora do gancho.

4.4.1.1 Sigilo do sistema

- **Intercomunicador:** entre os intercomunicadores internos não há sigilo. Se duas pessoas estiverem conversando e uma terceira tirar o monofone do gancho, podemos ouvir toda a conversa e até falar se desejarmos.
- **Placa de interfonia:** na placa de interfonia também não há sigilo. Se um visitante, pressionar o botão da placa e dois usuários estiverem conversando não será possível ouvir o visitante. No entanto, se um intercomunicador for retirado do gancho para atender a placa e em seguida um outro monofone também for retirado do gancho todos vão ouvir a conversa e poder falar.

4.5 Apresentação dos resultados

4.5.1 Construção do protótipo

O gabinete mecânico é constituído de ABS (*Acrylonitrile butadiene styrene*) injetado, sendo que este conjunto já é utilizado em outro porteiro eletrônico da empresa financiadora da pesquisa. Considerações de custo e velocidade de projeto foram determinantes para a escolha de um gabinete já existente. Na

Figura 30 é apresentado os componentes do porteiro eletrônico na concepção mecânica do produto.

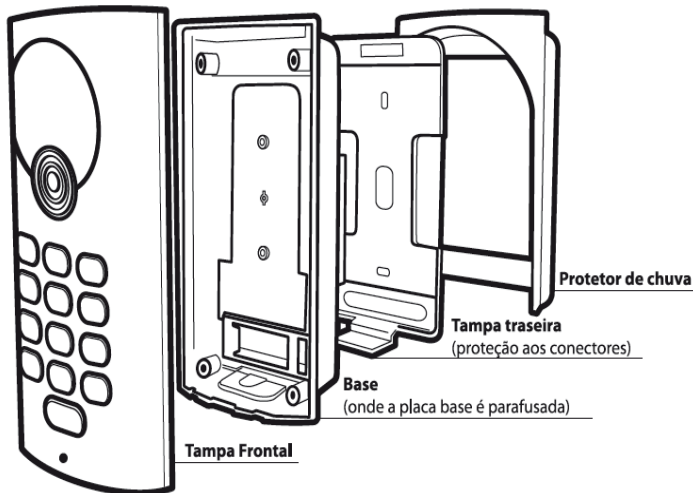


FIGURA 30 - Componentes do porteiro eletrônico.

4.5.2 Módulo base

O módulo base é disposto em um painel com seis placas, construído com placa de fibra de vidro dupla-face do tipo FR-4, com tamanho físico unitário de 75 x 55,01 mm. Como descrito anteriormente, neste módulo está o controle e gerenciamento lógico do porteiro, bem como os circuitos de áudio, que permitem a conversação entre o porteiro eletrônico e um ramal.

A Figura 31 mostra o desenho da placa, sinalizando os principais circuitos:

1. Microcontrolador.
2. Pinos de programação.
3. Circuitos de áudio

4. Gerador DTMF.
5. Isolador DTMF.
6. Comando da fechadura de contato seco.
7. Comando da fechadura eletromagnética.
8. Reguladores de tensão.
9. Sensores de porta aberta e de botoeira.
10. Conectores.

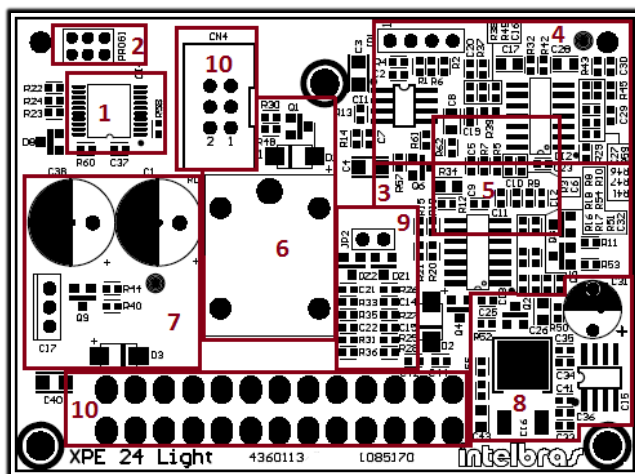


FIGURA 31 - Desenho da placa base.

Todos os componentes SMD (*Surface Mounted Devices*) foram montados em máquina de inserção automática. A montagem SMD foi somente do lado TOP (superior), com aplicação de pasta de solda nos terminais dos componentes com o auxílio de stêncil. A montagem dos componentes PTH (*Pin Through Hole*) foi feita de forma manual. Após a montagem, as placas passam pelo forno para o processo de fusão da solda, a fim de obter o contato elétrico entre todos os circuitos da placa.

A Figura 32 mostra a placa base montada na linha de produção.



FIGURA 32 - Placa base montada na linha.

4.5.2 Módulo teclado

O módulo de teclado é disposto em um painel com seis placas, construído com placa de fenolite simples-face do tipo FR-1, com tamanho físico unitário de 74 x 66 mm. A finalidade deste módulo é fazer a identificação da tecla pressionada pelo usuário através do nível de tensão no sinal ADTEC (cada tecla tem uma faixa de tensão equivalente), bem como controlar a intensidade luminosa dos LED's (fazer com que os led's tenham uma luminosidade mais baixa ou sejam desligados quando o porteiro entrar em modo de "stand by").

As figuras 33 e 34 mostram, respectivamente, o desenho da placa teclado, lado superior e inferior, indicando os principais circuitos:

1. Conexão com a placa base.

2. Configuração da iluminação dos LED's.
3. Conexão com o Microfone.
4. Conexão com o Altofalante.
5. Fonte de corrente.
6. Circuito de detecção de tecla.

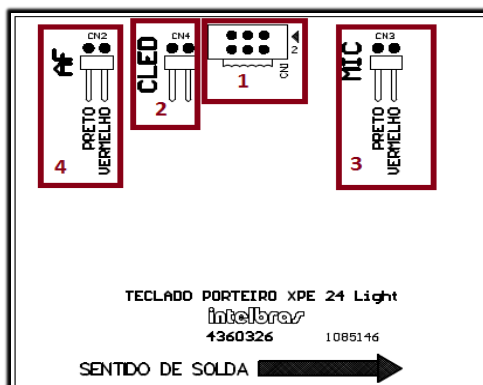


FIGURA 33 - Desenho da placa teclado lado superior.

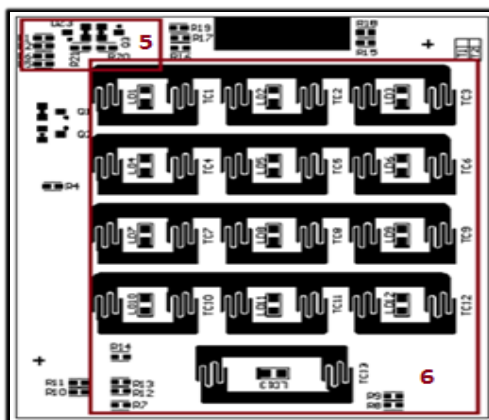


FIGURA 34 - Desenho da placa teclado lado inferior.

Todos os componentes SMD foram montados em máquina de inserção automática. A montagem SMD é feita no lado BOTTOM (inferior), com aplicação de adesivo entre os terminais dos componentes, a montagem dos componentes SMD é feita colando os componentes na placa, para que estes não desloquem dos pads (terminais na placa) ao passar pelo forno de refusão.

A montagem dos componentes PTH é feita de forma manual. Após a montagem, as placas passam pelo forno para o processo de fusão da solda, a fim de obter o contato elétrico entre todos os circuitos da placa. Ao final, assim como na placa Teclado, o painel é analisado pela engenharia de processos, de modo a verificar se o processo de montagem da placa está de acordo com o previsto.

A Figura 35 mostra o lado superior da placa teclado montada na linha de produção.

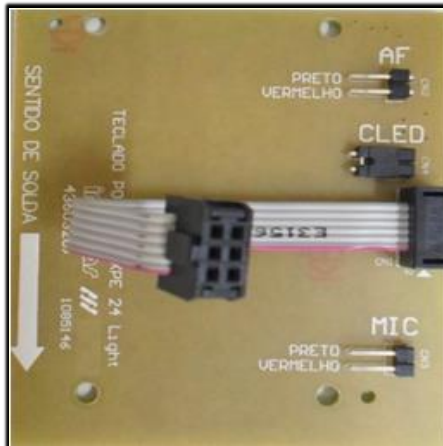


FIGURA 35 - Placa teclado lado superior.

A Figura 36 mostra o lado inferior da placa teclado montada na linha de produção.



FIGURA 36 - Placa teclado lado inferior.

4.6 Testes funcionais e validação do protótipo

4.6.1 Teste funcional

Foi realizada uma bateria de testes no porteiro eletrônico no intuito de verificar possíveis *bugs* ou conflitos que causassem o mau funcionamento do produto. Neste tópico segue o detalhamento dos testes realizados no porteiro eletrônico.

Para realização dos testes funcionais foram utilizados os seguintes equipamentos:

- 01 Porteiro eletrônico XPE24 Light;
- 01 Central de portaria CP24 Light;

- 01 Telefone TDMI 200;
- 01 Fechadura elétrica FFX 1000;
- 01 Osciloscópio Tektronix – Modelo: TDS 1002B.

De acordo com as características do porteiro eletrônico foram testados as seguintes funcionalidades:

- **Chamada entrante no porteiro através de um ramal;**

Realizado chamadas do ramal para o porteiro a fim de verificar se ocorre a abertura indesejada das fechaduras, analisar o sinal através do osciloscópio e verificar se os pulsos de comunicação estão corretos.

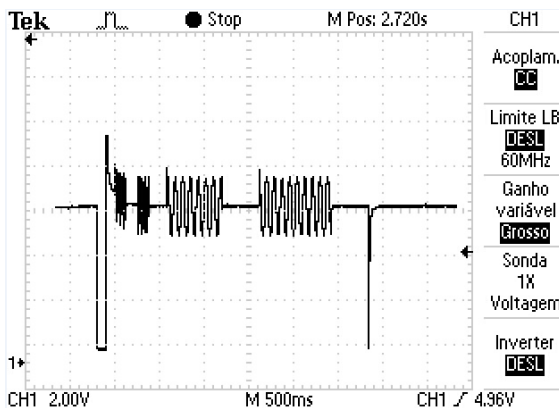


FIGURA 37 - Chamada entrante no porteiro.

- **Chamada originada através do porteiro para um ramal;**

Realizado chamadas através do porteiro para um ramal a fim de verificar se ocorre a abertura indesejada das fechaduras, analisar o sinal através do osciloscópio e verificar se os pulsos de comunicação estão corretos.

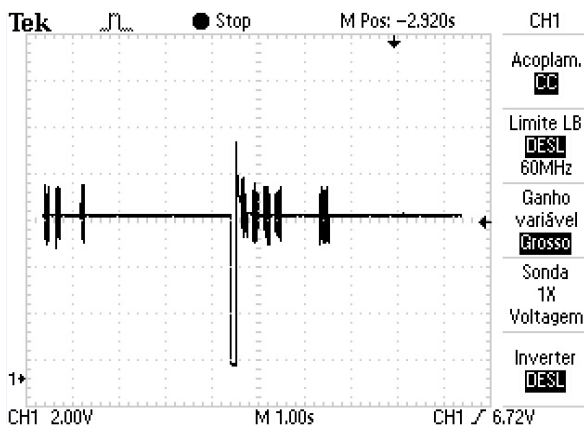


FIGURA 38 - Chamada originada do porteiro.

- **Teste de programação para o porteiro;**

Entrar em modo programação e fazer as programações referentes aos porteiros:

Alteração de flexível do Porteiro, tempo de conversação, tempo de abertura do fecho e do contato seco e configuração do comando * + * para abertura da fechadura do XPE24 Light.

- **Teste de programação de usuário;**

Programar a senha de abertura da fechadura por ramal e senha de serviço para abertura da fechadura.

- **Teste de utilização da senha de abertura;**

Abrir a fechadura através da senha por ramal no porteiro e através da senha de serviço.

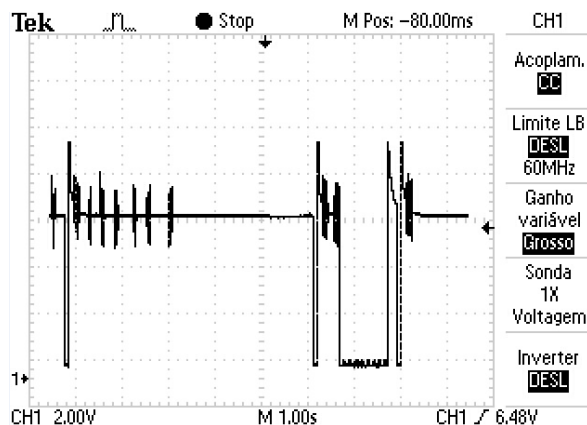


FIGURA 39 - Abertura da fechadura por senha.

- **Teste de abertura do fecho;**

Testar a abertura da fechadura eletromagnética através do botão “Botoeira”, da senha de abertura no porteiro e através dos comandos “* + * e * + 1” no ramal.

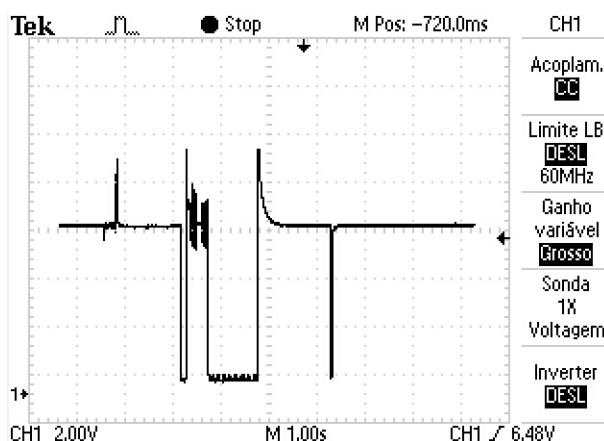


FIGURA 40 - Abertura do fecho através do ramal.

- **Teste de abertura do contato seco;**

Testar a abertura do contato seco através da senha de abertura no porteiro e através dos comandos “* + * e * + 2” no ramal.

- **Teste de acionamento do sensor de porta aberta;**

Testar a entrada do sensor de porta aberta, verificando o aviso sonoro sempre que o sensor mudar o estado de NF (normalmente fechado) para NA (normalmente aberto).

- **Interface do Porteiro XPE 24 Light para a Central CP 24 Light**

A interface com os porteiros também se mostrou totalmente funcional, pois tanto a interface de dados (que trafega pelo FONE2), quanto os canais de áudio (FONE1 e FONE2) demonstraram confiabilidade nos testes realizados. Estes testes consistiram em enviar dados para o porteiro (como comandos de abertura de fechadura e programação de senha), bem como o tráfego do próprio áudio entre um ramal qualquer e o porteiro. A Figura 41 mostra um exemplo de comunicação entre o porteiro e a central, indicando os pulsos enviados ao porteiro para a abertura da fechadura eletromagnética. Ademais, todo o protocolo foi testado exaustivamente, entretanto, não é o objetivo deste trabalho detalhar todos os comandos.

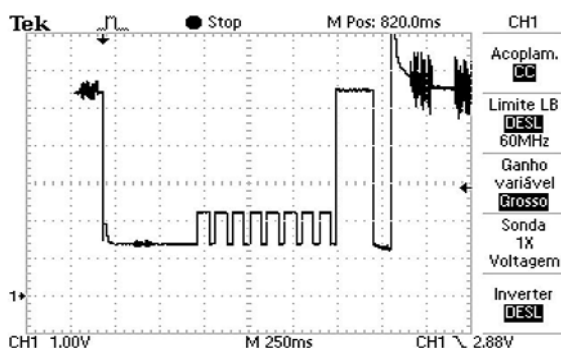


FIGURA 41 - Comunicação central - porteiro.

4.7 Testes de confiabilidade

Foram realizados testes de controle de qualidade, mecânicos, verificando se o equipamento atende as especificações de uso estabelecidas pelas normas vigentes.

Foram realizados os testes relacionados abaixo:

4.7.1 Teste de queda com embalagem

Objetivo: relatar os resultados do ensaio de queda com embalagem do produto XPE24 Light devido ao desenvolvimento de um novo produto.

Descrição do teste: o produto foi submetido a uma sequência de quedas livre em acordo com as normas ABNT NBR IEC 60068-2-32 (Ensaio Climáticos – Queda Livre) e Telebras 245-100-506. São realizadas 6 quedas do produto, uma em cada face.

Para aprovação do produto após o teste, o mesmo não deve apresentar fissuras, quebras ou qualquer outro dano.

Resultado: após o teste nenhuma alteração estrutural foi detectada, o produto XPE24 Light está aprovado no teste de queda com embalagem.

4.7.2 Teste de transporte

Objetivo: relatar os resultados do ensaio de simulação de transporte do produto XPE24 Light devido ao desenvolvimento de um novo produto.

Descrição do teste: o ensaio de vibração senoidal foi realizado com auxílio de uma mesa vibratória eletromecânica acionada por um acionador senoidal.

Após a realização do teste a amostra, incluindo partes pintadas da embalagem e quaisquer acessórios inclusos nela não poderá apresentar problemas funcionais ou quaisquer marcas que afetem a apresentação visual do produto. A duração do teste é de 6 horas.

Resultado: após o teste a amostra do produto não apresentou nenhuma alteração estrutural e não foi constatado nenhum problema funcional, o produto XPE24 Light está aprovado no teste de simulação de transporte.

4.7.3 Teste de poeira

Objetivo: relatar os resultados do ensaio de poeira do produto XPE24 Light devido ao desenvolvimento de um novo produto.

Descrição do teste: o produto foi submetido à circulação intensa de poeira, a fim de simular condições extremas de utilização. São realizados quatro ciclos de 15 minutos, sendo que deve ser realizado teste funcional a cada parada. O produto testado não pode apresentar teclas travadas ou problemas de funcionamento.

Poeira utilizada no teste: óxido de alumínio, 80% grãos nº180 e 20% grãos nº240.

Resultado: após o teste de poeira observou-se que o acionamento das teclas não foi afetado garantindo o perfeito funcionamento do produto.

O produto XPE24 Light está aprovado no teste de poeira nos aspectos mecânicos e funcionais.

4.7.4 Teste de abrasão

Objetivo: relatar os resultados do ensaio de resistência à abrasão do produto XPE24 Light devido ao desenvolvimento de um novo produto.

Descrição do teste: o produto foi submetido à um desgaste abrasivo de forma cíclica alternada no equipamento Norman Tool “RCA” Abrader Tester, de acordo com a norma ASTM (*American Society for Testing and Materials*) F 2375-04.

Para aprovação do produto após o teste, não deverá ser possível a visualização do substrato pela remoção total de tinta na área testada.

Resultado: após o ensaio não foi identificado nenhuma alteração nas áreas submetidas ao ensaio. O produto XPE24 Light está aprovado no teste de abrasão.

4.7.5 Teste de jato d'água

Objetivo: relatar os resultados do ensaio de jato d'água do produto XPE24 Light, verificando o funcionamento do produto pós-ensaio.

Descrição do teste: o produto foi submetido a um jato d'água durante 3 minutos. Água foi projetada por um bico (6.3mm) de uma distância de 3 metros, com pressão de 30 kN/m² contra a carcaça do produto de qualquer direção.

Para aprovação do produto após o teste, não poderá haver condensação de água nas placas do produto.

Resultado: Após 3 minutos de exposição ao jato d'água, a amostra funcionou perfeitamente sem nenhuma alteração em suas funções. Internamente, a água empoçou na base do injetado, porém não houve contato com as placas.

Logo, o produto foi considerado aprovado no teste de jato d'água.

4.7.6 Teste de câmara climática

Objetivo: relatar os resultados dos ensaios de resistência à câmara climática do produto XPE24 Light devido ao desenvolvimento de um novo produto.

Descrição do teste: O produto foi colocado em uma câmara climática com o objetivo de verificar a degradação de estruturas poliméricas e componentes eletrônicos durante a sua utilização.

A câmara climática pode ser programada de modo a controlar a temperatura e umidade. A temperatura aplicada sobre os produtos em teste pode alternar entre -10 a 60 °C, e a umidade relativa entre 0 a 90%. Dessa maneira pode-se reproduzir de forma mais rigorosa e acelerada o efeito que um ambiente normal causaria durante diversos anos de exposição.

O produto foi submetido a variações de temperaturas entre -10 e 60 °C, e umidade relativa de 90%.

No gráfico abaixo pode-se visualizar de forma mais clara o comportamento de variação da temperatura que foi configurado para realizar o teste no produto XPE24 Light. Para obter um melhor resultado do teste, este ciclo se repetiu durante um período de sete dias.



FIGURA 42 - Ciclo de variação da temperatura.

Resultado: Após sete dias de exposição na câmara climática, a amostra funcionou perfeitamente sem nenhuma alteração em suas funções.

Logo, o produto foi considerado aprovado no teste de câmara climática.

4.7.7 Teste de intemperismo acelerado

Objetivo: verificar a influência da radiação ultravioleta sobre o amarelamento de materiais plásticos, prevendo o comportamento dos produtos quando instalados em locais sujeitos à incidência de radiação UV (Ultravioleta).

Descrição do teste: o produto foi fixado à máquina de intemperismo acelerado através de fita dupla-face 3M direcionando a superfície externa da peça em direção às lâmpadas.

Os parâmetros do teste seguem descritos na norma ASTM G154, Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Non- Metallic Materials, a qual define os parâmetros abaixo:

- Radiação emitida: UVA
- Comprimento de onda: 340 nm
- Temperatura de ensaio: 60°C
- Irradiação: 0,77 W / m² / 340nm
- Tempo de ensaio: 200 horas.

Resultado: o produto XPE24 Light ABS preto está aprovado, pois não apresentou nenhum tipo de amarelamento da carcaça plástica após as 200h de teste.

4.7.8 Teste de campo

Objetivo: testar os produtos num ambiente real, além de obter a percepção dos usuários sobre o produto em teste. O período envolvido no teste de campo depende da criticidade do produto, do volume de vendas, do público alvo, entre outros.

Descrição do teste: é de costume na empresa a aplicação de teste de campo em todos os produtos antes de seu lançamento. Determina-se a quantidade de produtos que serão testados em campo, definindo-se todos os cenários de forma a atender a maioria dos requisitos do produto e do mercado, bem como a quantidade de testes em cada cenário. Com os cenários definidos, devem-se buscar os clientes que atendam às necessidades dos cenários e levantar os seus dados.

No planejamento, deve-se definir a duração do teste de campo total e o tempo mínimo com a versão final de testes, bem como qual será a frequência e a forma de acompanhamento, além dos requisitos mínimos para iniciar o teste de campo. Também é definido os critérios de aprovação do teste de campo, especificando a tolerância e a criticidade dos possíveis problemas encontrados. Para este projeto, foi definido 16 peças de teste de campo para o XPE24 Light, durante um período de 3 meses, em condomínios que possuíam no mínimo 8 apartamentos. O critério de aprovação foi atingir 1 mês sem apresentar problemas de funcionamento, falso disparo de fechadura e travamento de software.

Resultado: As amostras de teste de campo foram testadas durante três meses e mostraram que o sistema como um todo apresenta robustez e confiabilidade em uso contínuo.

O produto não apresentou travamentos indesejados, e os usuários conseguiram executar as operações básicas sem dificuldades. Os instaladores que executaram o cabeamento, instalação e configuração da central, se mostraram satisfeitos com o uso desta, o que se traduz em flexibilidade e simplicidade

do sistema, além de custo baixo devido à velocidade com que a adequação da central pode ser feita nos condomínios com cabeamento já existente.

Os problemas encontrados no teste de campo e seus devidos ajustes estão descritos no subitem 4.8 **“Ajustes do protótipo”**.

Visto que o equipamento foi submetido a uma bateria de testes, sendo assim possível fazer uma análise mais precisa do produto, e que todos os problemas encontrados foram resolvidos, conclui-se que o Porteiro XPE24 Light juntamente com a Central CP24 Light foram APROVADOS para a próxima fase, que será a produção.

4.8 Ajustes do protótipo

Ao longo dos testes realizados no porteiro, em diferentes configurações de uso, foram detectados pequenos problemas que demandaram alguns ajustes nos diversos circuitos que compõem o mesmo. A seguir são descritos estes ajustes, exemplificando as alterações de hardware realizadas.

4.8.1 Módulo base

Durante os testes realizados com o porteiro, verificou-se a presença de um ruído de fundo no áudio e microfonia durante a comunicação com a central de portaria CP24 Light.

Analisando a causa do ruído de fundo no áudio e microfonia, foi constatado que os componentes que compõem o circuito de áudio, não estavam dimensionados corretamente.

No módulo base, foram feitos as seguintes modificações:

Inserção de um capacitor (1nF - 50V) entre FONE1 e GND: para redução de ruído e melhoria na qualidade do áudio entre o porteiro eletrônico XPE24 Light e a central de portaria CP24 Light.

Inserção de um capacitor (1nF - 50V) entre FONE2 e GND: para redução de ruído e melhoria na qualidade do áudio entre o porteiro eletrônico XPE24 Light e a central de portaria CP24 Light.

A alteração no circuito de áudio é mostrada na Figura 43.

Na elaboração do layout da placa de circuito impresso, foi tomado o cuidado de aproximar os capacitores de 1nF do FONE1 e FONE2 ao conector de entrada, no intuito de evitar que o ruído entre na placa e prejudique outros circuitos por indução. Na Figura 44 é mostrada a alteração na placa.

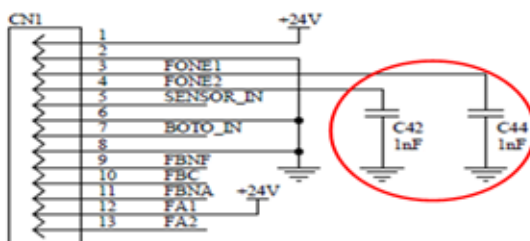


FIGURA 43 - Alteração no circuito de áudio.

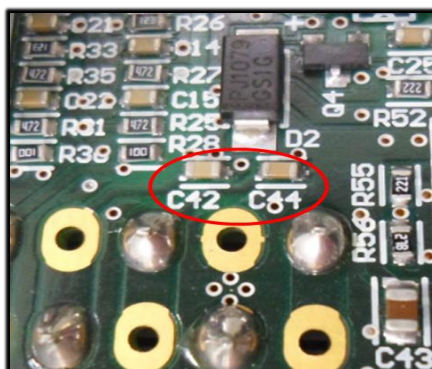


FIGURA 44 - Alteração no circuito de áudio na placa.

O circuito da Híbrida foi ajustado devido ao problema relatado no item anterior, ou seja, a microfonia no áudio durante a conversação com a CP24 Light.

As alterações na etapa da híbrida são vistas na Figura 45. Como estas envolvem apenas valores de componentes, o *layout* da PCI (*Peripheral Component Interconnect*) manteve seu desenho praticamente inalterado.

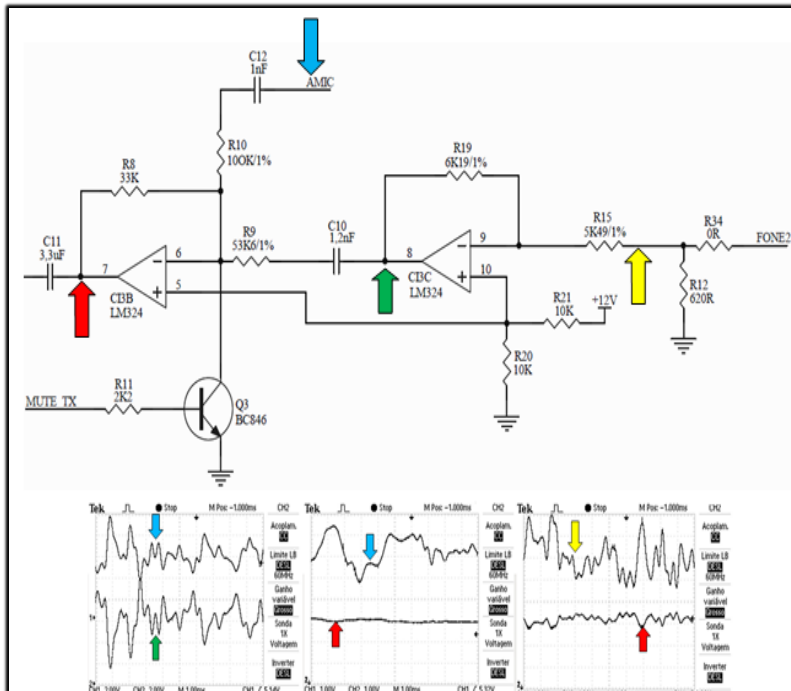


FIGURA 45 - Etapa da híbrida alterada.

Devido à possibilidade do instalador conectar erroneamente o porteiro XPE24 Light à central CP24 Light, o diodo D2 foi substituído por um PTC. Desta forma, no caso de uma ligação equivocada, o PTC aumenta significativamente sua impedância, evitando sobrecorrentes e, por consequência, a queima do transistor Q4.

Na Figura 46 é mostrada a alteração no circuito da placa base.

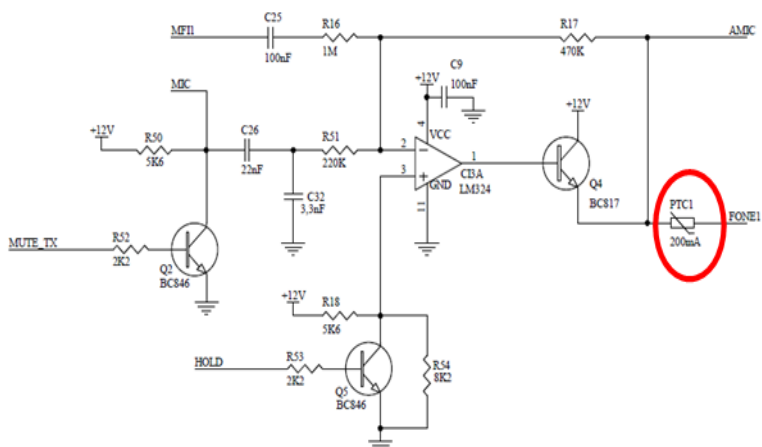


FIGURA 46 - Circuito da placa base alterado.

Na Figura 47 é mostrada a alteração na placa base.

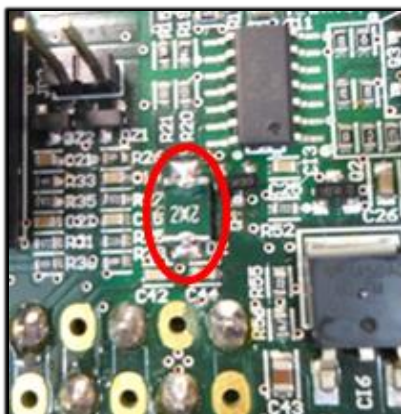


FIGURA 47 - Placa base alterada.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho descreve um porteiro eletrônico dedicado para uma central de comunicação condominial de até 24 ramais, de baixo custo e com facilidades básicas destinadas exclusivamente ao mercado de pequenos condomínios. A principal motivação para o desenvolvimento deste projeto foi o de substituir as placas de interfonia atuais, também conhecidas como placas de rua, provendo um sistema de central PABX (*Private Automatic Branch Exchange*) completa, com custo competitivo, diversas configurações e possibilidades tais que não são oferecidas pelo produto concorrente supracitado.

O trabalho desenvolvido contemplou uma avaliação geral do hardware proposto e avaliações específicas de cada módulo que compõem o sistema. A seguir, foram relatadas algumas recomendações de continuidade para o caso de melhorias no produto, e, por fim, chegou-se à conclusão final.

O porteiro XPE24 Light apresenta visível vantagem sobre a placa de interfonia. Além de todas as qualidades descritas neste trabalho, ainda há a possibilidade de instalação de até dois porteiros eletrônicos dedicados, conectados à mesma central, possibilitando a instalação de um porteiro na porta de acesso principal e outro na entrada do prédio. Diferencia-se, também, por não concentrar no porteiro à central de comutação. Ao contrário do painel de interfonia, quando o porteiro e a central estão juntos e expostos ao visitante, no conceito do XPE + CP24 Light a central fica instalada em um ambiente fechado, longe do alcance de estranhos. Tal característica representa uma grande vantagem deste conceito sobre o outro no que se refere à segurança dos condôminos.

O retorno obtido pelo teste de campo deste produto foi bem satisfatório. O produto se provou funcionalmente estável, com boa aceitação por parte dos usuários, além de economicamente viável.

5.1 Resultados

Diante ao exposto, o porteiro XPE24 Light demonstrou atender de forma satisfatória os requisitos de projeto e análises de mercado já contemplados neste trabalho. As premissas de custo, premissa esta essencial para o sucesso do projeto, foi plenamente atingida, possibilitando ao porteiro concorrer de forma direta com os painéis de interfonia em condomínios de até vinte e quatro apartamentos.

Sendo uma prática comum de qualidade da empresa, os testes de campo realizados durante os três meses que antecederam o lançamento oficial do produto mostraram que o sistema como um todo apresenta a robustez e a confiabilidade desejada em uso contínuo. O produto foi exposto a diversos cenários de intempéries não apresentando travamentos e nem comportamento indesejados, recebendo um respaldo positivo por parte dos usuários que conseguiram executar as operações e funcionalidades básicas sem maiores dificuldades.

Os instaladores, considerados pela equipe de projeto como usuários avançados do produto, procederam com a instalação e configuração do sistema (porteiro e central) sem restrições. Dentre os pontos fortes apontados por eles, destaca-se a possibilidade ímpar de configurações e a velocidade quanto ao processo de instalação do sistema, estando tudo isso aliado ao baixo custo da solução.

O *feedback* positivo dos usuários durante a realização dos testes de campo veem a traduzir a flexibilidade e simplicidade do sistema, dando os insumos necessários e respondendo às principais dúvidas dos patrocinadores do projeto para que a empresa sucedesse com o seu lançamento oficial.

Vale lembrar que o porteiro XPE24 Light é constituído por dois módulos básicos: “placa base” e “placa teclado”. Salientando que a central de portaria CP24 Light não foi contemplada pelo escopo deste trabalho.

Conforme já explicitado, é comum a empresa fazer uso dos testes de campo em todos os seus produtos a fim de avaliar as condições funcionais, de usabilidade e até mesmo de mercado para proceder com a avaliação final do produto, podendo assim determinar se estes estão realmente prontos para serem comercializados.

Restringindo-se aos módulos do porteiro, verificou-se que a placa “teclado” não necessitou de nenhuma alteração em seus circuitos eletrônicos.

Por sua vez, a placa “base” mostrou-se totalmente funcional desde o 1º protótipo, sendo que apenas pequenas melhorias precisaram ser feitas de modo a aperfeiçoar os circuitos, conforme descrito no item 4.8. As melhorias de hardware descritas anteriormente afetaram diretamente a qualidade dos sinais processados pelo porteiro, com a melhoria significativa no uso deste em campo.

5.2 Recomendações de continuidade

A Intelbras possui um sistema de pós-vendas que se sobressai quanto aos demais concorrentes. Mensalmente todos os produtos passam por uma avaliação detalhada, somando todas as críticas recebidas pelo *call center* e todas as manutenções procedidas pelas assistências técnicas espalhadas por todo o país. Tais números são coletados, interpretados e separados por nicho de negócio e produtos. Por fim, o setor de qualidade informa e divulga para a engenharia, que é responsável por manter os produtos sempre em conformidade com os padrões e níveis de qualidade impostos pela empresa.

O texto acima, introduzido neste tópico, serve para ilustrar o trabalho de desenvolvimento e aprimoramento contínuo desenvolvido sob cada produto desenvolvido pela Intelbras. No caso do porteiro XPE24 Light, estimado para vendas em alta escala (em torno de cinco mil peças ao mês), é sabido que a engenharia irá aprimorá-lo continuamente, visando melhorá-lo e adequá-lo cada vez mais aos perfis de seus usuários.

Desta forma, não há nada melhor para citar em um tópico de continuidade que este trabalho desenvolvido por nós. Até a presente data, nenhum problema quanto à funcionalidade ou operação do produto foi apurada. Entretanto, alguns estudos que tangem o desenvolvimento de um novo *design* do produto, mais especificamente atrelados ao uso de outros materiais que tornariam a aparência do porteiro mais robusta, estão sendo estudadas pela equipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, Nelson. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008. 601 p., il. ISBN 9788520422083.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. Tradução de Itiro lida. 2. ed. [S.l.]: Edgard Blücher, 2003. 260 p., il. ISBN 85-212-0265-2.

BIGELOW, Stephen J. **Understanding Telephone Electronics**, 3° ed., SAMS Computer Publishing Division of Prentice Hall, Carmel IA, 1992.

BOJORGE, Ninoska. **Análises de sistemas no domínio da frequência** Disponível em: http://www.professores.uff.br/controldeprocessoseq/images/stories/Control_Aula20_RespostaFrequencia.pdf. Acesso em: 20 jun. 2013.

BORTONI, Rosalfonso. **Amplificadores de áudio**. Rio de Janeiro: H. Sheldon, 2002. 169 p., il.

BORTONI, Rosalfonso, **Amplificadores de potência (avançado) - Studio R** Disponível em: http://www.studior.com.br/amp_avan.pdf. Acesso em: 2 fev. 2013.

BRACEWELL, Ronald N. **The Fourier Transform and Its Applications**, 3° ed., McGraw Hill, 2000.

CAMBRIDGE ELECTRONICS LABORATORIES. **Telecom Design Tricks**. Somerville MA, 1994. Disponível em http://www.camblab.com/lit/trix_v_2.pdf. Acesso em: 20 jul. 2013.

FALCONE, Aurio Gilberto. **Eletromecânica; v.1**. SÃO PAULO: Edgard Blücher, c1985. 232p.

MAYLOR, Harvey. **Project management**. England: Pearson, c2010. 414 p., il. ISBN 9780273704324.

RATTON, Miguel. **Fundamentos de áudio**. 2 ed. 2007.

SIZENANDO, Prof. Fred. **Apostila (primeira avaliação 2006.1) - DEE** Disponível em: http://www.dee.ufrn.br/telefonias_basica_FINAL.pdf. Acesso em: 10 fev. 2013.

SPADA, Eng. Adriano Luiz. **Sinais desbalanceados/balanceados e sinais mono/estéreo.** Disponível em: http://www.attack.com.br/artigos_tecnicos/bal.pdf. Acesso em: 15 jun. 2013.

SOTILLE, Mauro Afonso; MENEZES, Luís César de Moura; XAVIER, Luiz Fernando da Silva; PEREIRA, Mario Luis Sampaio. **Gerenciamento do escopo em projetos.** 2.ed. FGV, 2011. 172 p.

ULRICH, Karl T; EPPINGER, Steven D. **Product design and development.** 3.ed. New York: McGraw-Hill, 2004. 366 p.

UM GUIA DO CONHECIMENTO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS. Pennsylvania: PMI Book Service, 2008. 459 p., il. ISBN 9781933890708.

VASSALLO, Francisco Ruiz. **Manual de Caixas Acústicas e Alto-falantes.** 1. ed. Hemus, 2005. 168 p.