



Artigo disponibilizado *on-line*

Revista Ilha Digital

Endereço eletrônico:
<http://ilhadigital.florianopolis.ifsc.edu.br/>



TESTES DE EMISSÃO CONDUZIDA E RADIADA PARA PROCESSO DE HOMOLOGAÇÃO ANATEL DE TELEFONE IP PARA COMUNICAÇÕES UNIFICADAS – UCTIP

Renato de Matos¹, Luis Carlos Martinhago Schlichting²

Resumo: Este artigo consiste em documentar os testes de emissão conduzida e radiada necessários para que um equipamento de telefonia seja homologado junto à ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) que é o órgão responsável por conceder autorização para este tipo de produto no Brasil. Este equipamento, não é um simples aparelho telefônico, mas sim um equipamento que unifica em um único produto as tecnologias de Telefone Analógico, Digital, Celular e VOIP (Voz sobre IP). Para tanto, são apresentadas as normas às quais este equipamento está sujeito, bem como uma revisão bibliográfica, onde os problemas de compatibilidade eletromagnética (EMC) serão abordados. Além disso, também são apresentadas quais foram as principais técnicas empregadas no desenvolvimento deste produto eletrônico, com o intuito de certificá-lo como um equipamento que atende às normas apresentadas. Em seguida, é descrito como os testes de emissão conduzida e radiada foram realizados e quais foram os seus resultados. Por fim é feita uma análise sobre os resultados destes testes onde conclui-se que o equipamento está em conformidade com o que é exigido nas normas estudadas.

Palavras-chave: VOIP. Telecomunicação. Emissão Conduzida. Emissão Radiada. Compatibilidade Eletromagnética.

Abstract: *This article consists in documenting the conducted and radiated emissions tests that are required to a telephone equipment be homologated within ANATEL (National Telecommunications Agency), which is the agency responsible for granting authorization to this kind of product in Brazil. This equipment is not a simple phone, but an equipment that unifies Analog Telephone, Digital, Cellular and VOIP (Voice over IP) technologies in a single product. Therefore, the standards to which this equipment be subjected are shown, as well as a bibliographical revision, where the electromagnetic compatibility (EMC) problems will be approached. Moreover, the main techniques used in the development of this electronic product it also be shown, in order to certify it as an equipment that meets the standards presented. Next, it is described how the conducted and radiated emissions tests were performed and what were their results. Finally, the tests results are analyzed and the conclusion is that the equipment complies with what is required in the standards studied.*

Keywords: *VOIP. Telecommunication. Conducted Emission. Radiated Emission. Electromagnetic Compatibility.*

¹ Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, campus Florianópolis, IFSC <eng.matos@gmail.com>

² Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), campus Florianópolis, IFSC <schlicht@ifsc.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

Uma das bases da evolução da sociedade é a comunicação e como não poderia ser diferente, para que ocorra a evolução da humanidade, é necessário que ocorra a evolução das comunicações. Tem sido assim, desde a criação da

fala, escrita, surgimento da imprensa, telégrafo, telefone, rádio, cinema, televisão, satélites e finalmente a internet.

Toda esta evolução se deu graças aos avanços tecnológicos, que no campo da telefonia, nos trouxeram ao longo dos últimos séculos, o telefone analógico, telefone sem fio, telefone

digital, telefone celular e, com a evolução da internet, o telefone VOIP.

Para que este avanço fosse possível, foi necessária a criação de “regras” que definem princípios conhecidos hoje como “normas”. Em se tratando da área de telefonia, o governo brasileiro exige que todo o equipamento seja homologado e receba a certificação da ANATEL, que é a autarquia responsável por conceder autorização para os equipamentos de telecomunicações no Brasil.

Sendo assim, este artigo tem por objetivo, registrar o processo de **homologação junto à ANATEL** do produto UCTIP (Telefone IP para Comunicações Unificadas), que é um equipamento de telefonia que unifica em um único aparelho as tecnologias de telefone analógico, digital, celular e VOIP.

1.1 Descrição do Equipamento

O produto eletrônico utilizado para o desenvolvimento deste artigo, denominado UCTIP, é um telefone IP com tela colorida sensível ao toque, com unificação de tecnologias de comunicação (celular, IP e tronco analógico) e consulta de portabilidade.

O *hardware* do mesmo é composto por:

- Processador DSP da *Analog Devices* (BF607 – Dual Core)
- Memória *DDR* de 128MB
- Memória *Flash* Serial de 16MB
- Lógicas de controle, *clock*, e *watchdog*
- *Switch ethernet* de 2 portas
- 2 portas *ethernet* sendo uma delas com suporte a *POE*
- Fontes de alimentação (*Wallplug* e *POE*)
- Console serial
- *Codec* de Audio
- Módulo Celular com suporte a 4 *SIM Cards*
- Expansor de Teclado
- LCD TFT Colorido com tela de 4.3” sensível a toque
- Interface para *SDCARD*
- Interface para Câmera de videoconferência (opcional)
- Módulo *FXO* (Tronco Analógico)

O *software* é composto por:

- *Bootloader* uBoot
- uClinux customizado para o projeto
- Distribuição baseada em *Buildroot*

- *Device drivers* customizados
- *Codecs* e algoritmos proprietários para controle de áudio e módulos *FXO* e Celular
- Interface gráfica para *touchscreen* construída sobre a biblioteca *EFL*

A mecânica é composta por:

- - Gabinete com injeção em *ABS*, desenvolvido em parceria com fornecedor Chinês.

O Diagrama de blocos do equipamento, bem como as principais frequências de operação e de barramento, são apresentados na figura a seguir.

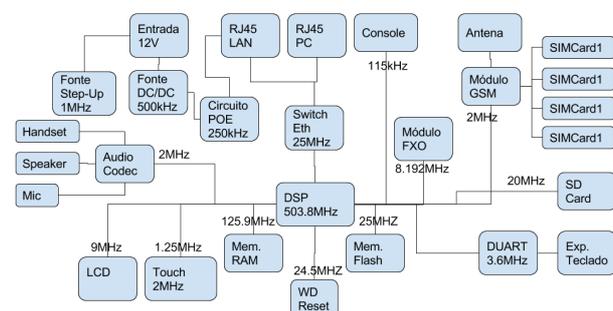


Figura 1 – Diagrama de Blocos UCTIP.
Fonte: Autoria Própria.

1.2 Normas às quais o produto está sujeito

Por se tratar de um equipamento de telefonia, para que o mesmo possa ser comercializado e conectado às redes públicas de telefonia, a legislação brasileira (Lei 9472/97) exige que o mesmo passe pelo processo de certificação junto a ANATEL, que é a autarquia responsável por conceder autorização para os equipamentos de telecomunicações no Brasil. Este Certificado de Conformidade é emitido por um Organismo Certificador Designado (OCD) e deve ser aprovado/homologado pela Anatel.

A Anatel divide os equipamentos de telecomunicações em três categorias, cada qual com requerimentos diferentes para a obtenção da homologação. O equipamento foco deste artigo enquadra-se na Categoria I, por se tratar de um equipamento utilizado por usuários finais, com tecnologia celular e VOIP. Nesta categoria, os equipamentos devem ser reavaliados anualmente para manterem a homologação. Esta reavaliação é feita através de testes laboratoriais simplificados que comprovem que o equipamento mantém as características apresentadas nos testes anteriores.

Nesta categoria, os equipamentos estão sujeitos aos testes definidos na Resolução nº 442, de 21 de julho de 2006 da ANATEL, sendo que o mesmo deve atender aos requisitos de Emissão

(Art. 3º, Inciso I), Imunidade (Art. 3º, Inciso II) e Resistibilidade (Art. 3º, Inciso III) a Perturbações Eletromagnéticas.

Para a obtenção do certificado Anatel, o equipamento ainda precisa ser submetido aos testes da Resolução nº 529, de 3 de junho de 2009, que foca nos Aspectos de Segurança Elétrica; da Resolução nº 506 de 01 de julho 2008, que foca nos Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita; da Norma G. 711 - *Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies* (11/88); da Norma ETSI TS 101 804-2 - *Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for the H.225.0 protocol for Terminal, Gatekeeper and Gateway*; da Norma ETSI TS 102 027-2 V4.1.1 (2006-07) - *Test Suite Structure and Test Purposes (TSS&TP) for the Session Initiation Protocol (SIP)*, que estão fora do escopo deste artigo.

1.3 Delimitação do escopo do artigo

Apesar dos diversos testes exigidos para a homologação junto à ANATEL, o escopo deste artigo está limitado à execução dos testes disponíveis no mais novo laboratório de compatibilidade eletromagnética (EMC) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) *campus* Florianópolis.

Por estes motivos, serão apresentados os resultados dos testes da Resolução N.º 442 da ANATEL referentes a Emissão Conduzida - Artigo 6º, Parágrafo 1º e Emissão Radiada - Artigo 6º, Parágrafo 2º. Para ambos os testes, a Resolução N.º 442 da ANATEL define como norma internacional de referência, a CISPR 22.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Definições EMC / EMI

Segundo Montrose (2000), Compatibilidade Eletromagnética (EMC) é a capacidade que dispositivos, equipamento e sistemas elétricos e eletrônicos têm de operar em um determinado ambiente eletromagnético dentro de uma margem de segurança pré-definida, com a performance para a qual foi projetado, sem sofrer ou causar níveis inaceitáveis de degradação como resultado de Interferência Eletromagnética (EMI).

Já a Interferência Eletromagnética seria a ausência de EMC, uma vez que a essência da interferência é a ausência da compatibilidade. Em outras palavras, EMI é o processo no qual a energia eletromagnética perturbadora é transmitida de um dispositivo eletrônico para outro através de meios conduzidos ou radiados (ou ambos).

O modelo mais simples para descrever um problema de EMI é composto por apenas 3 elementos:

- 1) Deve haver uma fonte de energia.
- 2) Deve haver um receptor perturbado por esta energia quando a intensidade da interferência eletromagnética está acima do limite tolerável.
- 3) Deve haver um meio de acoplamento entre a fonte e o receptor para a transferência de energia indesejável.

Para que a interferência ocorra, todos os três elementos citados devem estar presentes. Caso um dos três seja removido, não há como existir interferência. Geralmente, a abordagem mais econômica é atuar no primeiro elemento, tentando suprimir as fontes de interferência, através de um bom projeto de placa de circuito impresso (PCB). O segundo e o terceiro elementos são tratados através de técnicas de contenção o que, geralmente é mais complicado e caro.

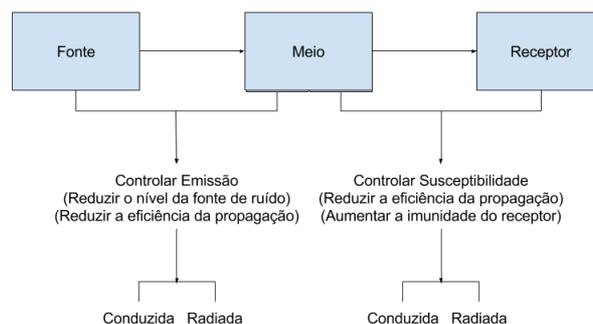


Figura 2 – Modelo básico problema EMI.

Fonte: Adaptado de Montrose (2000).

2.1.1 Medidas das emissões para verificação de conformidade

Segundo Paul (2006), é importante especificar claramente como medir as emissões de um produto, quando se objetiva verificar a conformidade com os limites, assim como é especificar estes limites. Medidas de emissões conduzidas e radiadas são um assunto complexo. Dessa forma, o autor afirma que é justo dizer que se os procedimentos de medição não são claramente detalhados e sim deixados à interpretação de quem está fazendo as medidas, é de se esperar que sejam obtidas medidas diferentes em locais diferentes para um mesmo produto. Sendo assim, todas as normas que definem limites para emissões conduzidas e radiadas, também definem claramente como as medidas devem ser feitas. Incluindo procedimentos, equipamentos e antenas de teste, bem como a largura de banda de cada teste. O autor reforça ainda, que a especificação dos

métodos para a obtenção das medias é crítico, pois as agências governamentais precisam certificar que uma medida feita em um produto a partir de um determinado laboratório de teste, dentro de uma empresa por exemplo, possa ser corretamente comparada aos limites e medidas obtidas em um outro laboratório certificador. Do contrário, nem a agencia governamental nem o fabricante do produto poderiam certificar que as emissões de um determinado produto estão em conformidade com os limites estabelecidos.

2.1.2 Emissões Conduzidas

Segundo Montrose (2000), emissões conduzidas são:

“A componente da energia de rádio frequência (RF) que é transmitida através de um meio na forma de propagação de ondas, geralmente através de um fio ou cabos de interconexão”.

2.1.3 Emissões Radiadas

Segundo Montrose (2000), emissões radiadas são:

“A componente da energia de rádio frequência (RF) que é transmitida através de um meio na forma de campo eletromagnético. A energia de RF é comumente transmitida através do espaço livre; contudo, outras formas de transmissão de campo podem ocorrer”.

2.2 Normas

O equipamento em testes se enquadra como sendo um equipamento classe B, segundo o inciso VI do art. 4º da Resolução N.º 442 da ANATEL:

“VI - Equipamento classe B: equipamento destinado ao uso em ambiente doméstico ou residencial com características próprias para as instalações do usuário, para a instalação em redes de acesso ou para situações de local não fixo de uso (exemplos: equipamento portátil alimentado por baterias). Estes equipamentos podem ser utilizados em estações de telecomunicações”.

O art. 6º da Resolução N.º 442 da ANATEL define que os testes de Emissão Conduzida e Emissão Radiada devem seguir os métodos descritos na norma internacional “*CISPR 22 (2005) - Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment*”, mas que os limites empregados nos testes devem ser como os descritos a seguir.

Os limites para os testes de Emissão Conduzida para equipamentos Classe B, são apresentados na Tabela 2 do art. 6º desta Resolução.

Tabela 1 - Limites de perturbação conduzida nas portas de energia elétrica para equipamento

classe B.

Fonte: Resolução N.º 442 da ANATEL.

Faixa de frequência MHz	Limites dB (µV)	
	Quase-pico	Médio
0,15 a 0,50	66 a 56 (o limite decresce linearmente com o logaritmo da frequência)	56 a 46 (o limite decresce linearmente com o logaritmo da frequência)
0,50 a 5	56	46
5 a 30	60	50

Já os limites para os testes de Emissão Radiada para equipamentos Classe B, são apresentados na Tabela 4 do art. 6º desta Resolução.

Tabela 2 - Limites para emissão de perturbação radiada de equipamentos classe B.

Fonte: Resolução N.º 442 da ANATEL.

Faixa de frequência MHz	Limites quase-pico dB(µV/m)
30 a 230	40
230 a 1000	47

2.2.1 CISPR 22

O padrão CISPR 22 apresenta procedimentos para a medição dos níveis de sinais espúrios gerados pelo equipamento de tecnologia da informação e especifica limites para a faixa de frequência entre 150 kHz e 1000 MHz. O padrão subdivide o equipamento de tecnologia da informação em duas categorias, classificadas como classe A e classe B. São aplicáveis diferentes limites a essas categorias, onde os limites da classe B são mais rígidos que os da classe A. A CISPR 22 inclui limites para emissões conduzidas na faixa de frequência entre 0,15 MHz e 30 MHz e limites para emissões irradiadas acima desta frequência.

Para emissões conduzidas, as condições de medição necessárias referentes ao local de teste incluem um baixo nível de ruído ambiente e a instalação de um plano de terra metálico cujo tamanho é de pelo menos 2 m por 2 m.

A descrição da configuração do equipamento em teste (EUT) indica que ele deve ser operado e instalado conforme necessário para aplicações típicas. Também inclui detalhes sobre a forma como o EUT deve ser posicionado em relação ao plano de terra e apresenta ilustrações gráficas de configurações de teste típicas. O método de medição das emissões conduzidas

exige que as medições de quase pico e medições médias sejam realizadas com *receivers* de acordo com CISPR 16-1, que define aparelhos de medição de perturbações de rádio. Para medições das fontes de alimentação, é necessária uma rede de estabilização de impedância de linha (LISN). A fonte de alimentação do EUT está conectada à LISN que fornece uma impedância definida para altas frequências, bem como rejeitando o ruído da rede elétrica e fornecendo uma porta de medição para conexão ao *receiver*. A figura a seguir apresenta o circuito da LISN.

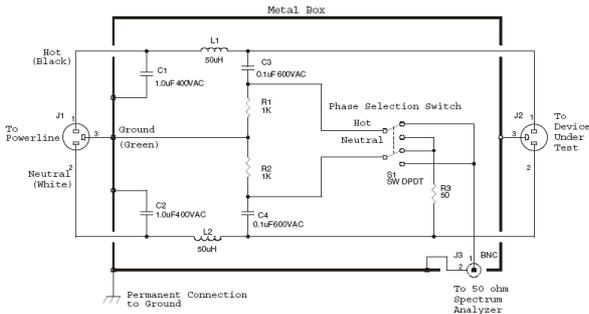


Figura 3 – LISN – Rede de estabilização de impedância de linha para medidas de emissões conduzidas.

Fonte: Design and Development of Medical Electronic Instrumentation

As emissões radiadas podem ser medidas tanto em locais de teste de campo aberto (OATS) quanto em câmaras semi-aneecóicas (SAC). Segundo Paul (2000), enquanto os testes feitos em campo aberto são preferidos, os testes em câmaras semi-aneecóicas não dependem das condições climáticas e são mais seguros. Uma câmara semi-aneecóica é uma sala blindada revestida de um material que absorve ondas de RF nas paredes e no teto para prevenir reflexões, simulando assim, o ambiente em campo aberto. O piso da câmara é composto por um plano de terra sem material para absorver RF. Consequentemente haverá reflexões (multi-percurso) no chão.

A câmara semi-aneecóica possui duas principais funções. A primeira é evitar que emissões eletromagnéticas externas interfiram nos testes. A segunda é prevenir reflexões nas paredes da câmara, simulando assim o ambiente de campo aberto, o que é garantido pelo revestimento interno da câmara. A seguir é apresentada uma figura de uma câmara anecóica de 10 metros.



Figura 4 – Câmara anecóica para medidas de emissões radiadas.

Fonte: <http://www.fujitsu-general.com/jp/emc/facility/images/10m-1.jpg>

A norma cobre uma larga faixa de frequências (30MHz a 1GHz), de forma que para acelerar as medidas em todas estas frequências, o *receiver* varre toda a banda enquanto o campo elétrico radiado em cada uma das frequências é automaticamente registrado.

As antenas utilizadas são do tipo bicônica para a faixa de 30MHz a 200MHz e do tipo log-periódica de 200MHz a 1GHz. Os equipamentos devem ser medidos em cada um dos 3 eixos, X, Y e Z, e a máxima emissão registrada em cada uma das polarizações não deve exceder os limites definidos pela norma.

2.3 Técnicas

Como comentado anteriormente, a abordagem mais econômica para solucionar um problema de EMI é atuar de forma a tentar suprimir as fontes de interferência, através de um bom projeto de PCB (Placa de Circuito Impresso). Sendo assim, serão apresentadas algumas das técnicas que foram utilizadas no projeto da PCB do equipamento estudado.

2.3.1 Empilhamento de Camadas (*Stackup*)

Segundo Montrose (2000), ao projetar uma PCB, a primeira consideração é determinar quantas camadas de roteamento e quanto planos de alimentação serão necessários no projeto (levando-se em conta os custos aceitáveis para o mesmo).

No projeto do UCTIP o *stackup* utilizado foi o seguinte: TOP / GND / MD1 / MD2 / 3V3 / BOT. Cada uma destas camadas é apresentada na Figura 5.

TOP: Conexões aos componentes SMD (*Surface Mount Device*) do TOP e aos componentes PTH (*Pin Through Hole*). Roteamento mínimo. Boa parte servindo como uma camada de blindagem ligada ao GND do

circuito. Um plano de blindagem ligado ao GNDA, na área dos conectores RJ45.

GND: Plano geral de GND. Pequenos planos de GNDA e GNDP (circuito POE – Power Over Ethernet).

MD1: Roteamento predominantemente vertical. Preenchimento das áreas livres com plano ligado ao GND. Pequenos planos de GNDA e GNDP.

MD2: Roteamento predominantemente feito na horizontal. Preenchimento com plano ligado ao GND. Plano GNDA na área dos RJ45 e GNDP na área do POE.

3V3: Plano geral de 3V3, e pequenos planos com as demais alimentações do circuito 1V8, 1V25, VDDA (*Switch*), POE_VIN e POE_EE.

BOT: Conexão com os componentes SMD do BOT e aos componentes PTH. Roteamento mínimo. Em conjunto com o TOP, esta comada cria uma blindagem ligada ao GND do circuito, mantendo a energia contida nas camadas internas da placa. Também possui um pequeno plano, na área dos RJ45 ligado ao GNDA do circuito. Um outro pequeno plano, ligado ao GNDP do circuito POE.

Segundo Montrose (2000), as vantagens desta configuração incluem uma baixa impedância entre as camadas de roteamento (MD1 e MD2). A desvantagem seria que praticamente não existe desacoplamento entre o plano de alimentação (3V3) e de referência (GND). Consequentemente, serão necessários vários capacitores, distribuídos ao longo de toda a PCB, para promover este desacoplamento.

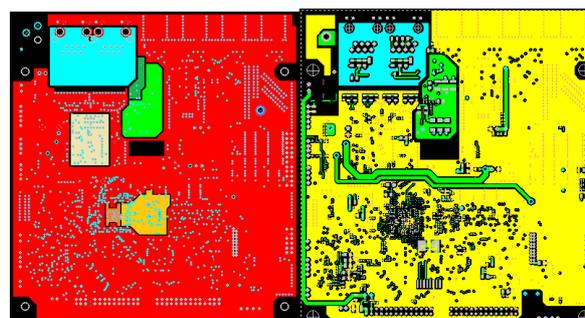


Figura 5 – Stackup TOP / GND / MD1 / MD2 / 3V3 / BOT.

Fonte: Autoria Própria.

2.3.2 Capacitores

Do ponto de vista de EMC, os três principais usos para os capacitores são os seguintes:

- 1) **Desacoplamento:** Remover a energia de RF que é injetada na alimentação do circuito pelos componentes que chaveiam em alta frequência. Os capacitores de desacoplamento também acabam fornecendo energia de forma pontual, o que acaba por reduzir a propagação de surtos causados por picos de corrente ao longo de toda a PCB.
- 2) **Bypass:** Desvia o ruído de RF de modo comum de componentes ou cabos acoplada entre áreas distintas. Em outras palavras, é como criar um curto AC para evitar que a energia indesejada entre em áreas suscetíveis.
- 3) **Bulk:** Ajuda a manter constante os níveis de alimentação DC e de corrente para os componentes, quando estes estão chaveando simultaneamente com a máxima carga. Também evitam quedas na alimentação causadas por surtos de corrente gerados por determinados componentes.

Ao projetar um circuito eletrônico, é necessário ter um bom entendimento dos vários tipos de famílias de capacitores e suas aplicações:

- **Eletrolítico:** Alta capacitância; Tamanho físico grande; Baixo ESL e ESR; Vida útil curta;
- **Tântalo:** Valores de 1uF a 1000uF; Tamanho físico médio a pequeno; Larga faixa de ESL e alguns com baixo ESR;
- **Cerâmico:** Valores muito baixos de capacitância; Tamanho físico reduzido; Baixíssimos valores de ESR; Menores custos com melhor confiabilidade;
- **Arrays de Capacitores:** Dielétrico de capacitores cerâmicos; Vários

contatos por encapsulamento; Baixíssimo valor de ESR; Alto custo.

Para contornar a deficiência de baixo desacoplamento entre o plano de alimentação e o plano de referência do modelo de *stackup* utilizado, foram incluídos vários capacitores de desacoplamento, *by-pass* e *bulk*, ao longo de toda a PCB, como pode ser visto na figura a seguir, empregando a técnica de múltiplos capacitores de desacoplamento. Esta é uma prática comum durante o projeto com o intuito de prover uma melhor performance em relação à distribuição espectral do ruído causado pelo chaveamento nos planos de alimentação e referência. Segundo Montrose (2000), ao empregar esta técnica é possível conseguir uma melhora de até 6dB sobre o uso de um único capacitor com valor maior.

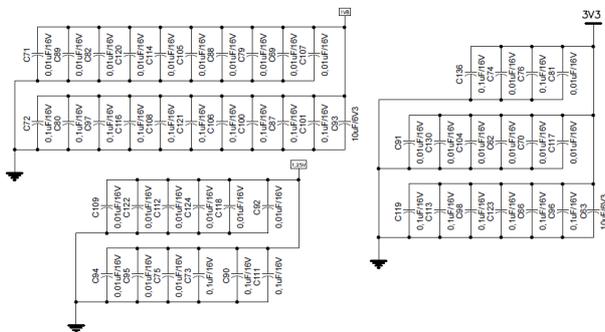


Figura 6 – Capacitores.
Fonte: Autoria Própria.

2.3.3 Outras técnicas empregadas.

Outras técnicas utilizadas no projeto da PCB foram: Utilização de planos de terra, diminuição das áreas de *loop*, separação dos circuitos por funcionalidade (analógico / digital), disposição dos cabos nas bordas da placa.

Além das técnicas de leiaute, escolheu-se como fonte de alimentação um produto já homologado, minimizando assim, as chances de problemas que poderiam ser causados por uma fonte de alimentação de baixa qualidade.

3 METODOLOGIA, TESTES E RESULTADOS

Durante este projeto, foram desenvolvidas duas versões de PCB. Sendo que a primeira apresentou vários problemas de projeto, cujas correções foram feitas através de fios expostos, como pode ser visto na Figura 7.



Figura 7 – UCTIP V1.0.
Fonte: Autoria Própria.

A segunda versão de PCB, vista na Figura 8, serviu para corrigir todos os problemas encontrados na primeira versão, bem como para incorporar ao projeto algumas funcionalidades que se demonstraram necessárias ao longo do desenvolvimento (circuito de acionamento externo).



Figura 8 – UCTIP V1.1.
Fonte: Autoria Própria.

Ambas as placas foram submetidas aos testes de Emissão Conduzida e Radiada do Laboratório de EMC do IFSC.

A seguir serão apresentados como os testes foram feitos, em seguida os resultados destes testes bem como uma comparação entre os resultados da primeira e da segunda versão da PCB.

3.1 Testes Emissão Conduzida

Para os testes de Emissão conduzida, o *setup* da figura a seguir, foi utilizado:

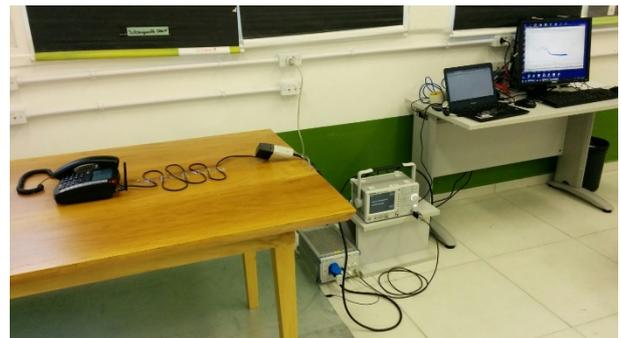


Figura 9 – Setup testes emissão conduzida.
Fonte: Autoria Própria.

O EUT foi colocado sobre a mesa de madeira (totalmente sem partes metálicas) que se encontrava sobre um plano de terra de 2mx2m. A fonte de alimentação do equipamento foi conectada à LISN que por sua vez foi conectada ao *receiver* ligado ao PC onde o *software* HM PreCOM EMC 2.02 foi utilizado para fazer a aquisição dos dados do *receiver*.

Para realização do teste, foi gerada uma chamada VOIP, Figura 10, entre o *softphone* proprietário da empresa uTech e o EUT, sendo que esta chamada foi mantida estabelecida durante toda a duração do teste.

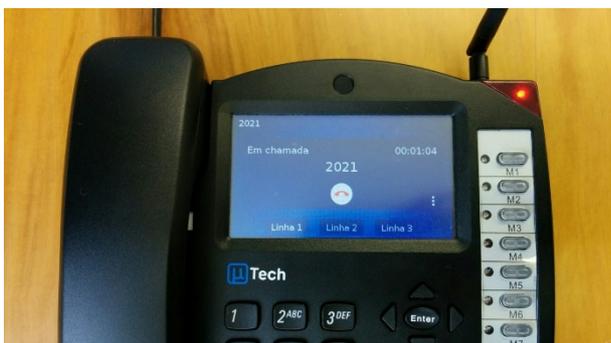


Figura 10 – UCTIP com chamada estabelecida.
Fonte: Autoria Própria.

Todo o teste de emissão conduzida, como descrito acima, foi realizado uma vez para o UCTIP V1.0 e mais uma vez para o UCTIP V1.1.

3.2 Testes Emissão Radiada

Para os testes de Emissão conduzida, o *setup* da figura abaixo foi utilizado:



Figura 11 – Setup testes emissão radiada.
Fonte: Autoria Própria.

O EUT foi colocado dentro da câmara semi-anecóica que, por sua vez, estava conectada ao *receiver* ligado ao PC onde o *software* EMC32 V10.20.01 foi utilizado para fazer a aquisição dos dados do *receiver*.

O teste precisa ser repetido 3 vezes, cada uma com o equipamento posicionado em um eixo

diferente (X, Y e Z), como pode ser visto na Figura 12.



Figura 12 – EUT eixos X, Y e Z.
Fonte: Autoria Própria

Para realização do teste, foi gerada uma chamada VOIP entre um *softphone* e o EUT, sendo que esta chamada foi mantida estabelecida durante toda a duração do teste.

Assim como foi feito no teste de emissão conduzida, todo o teste de emissão radiada descrito acima, foi realizado uma vez para o UCTIP V1.0 e mais uma vez para o UCTIP V1.1.

A seguir serão apresentados os resultados dos testes descritos acima, bem como as comparações entre os resultados dos testes feitos com UCTIP V1.0 e com o UCTIP V1.1.

3.3 Análise resultados testes Emissão Conduzida

O gráfico da Figura 13 apresenta os resultados dos testes com a primeira versão (azul escuro) e a segunda versão (azul claro) de PCB.

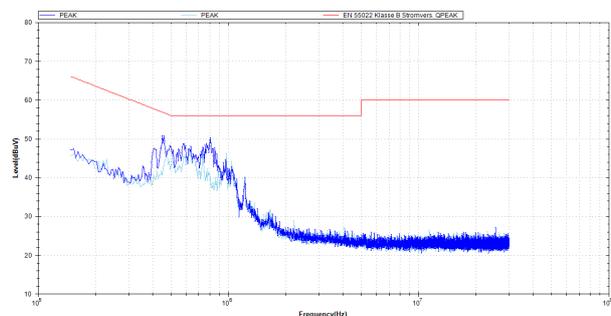


Figura 13 – Resultados testes emissão conduzida.
Fonte: Autoria Própria.

Como pode-se perceber, ambas as versões passariam no teste de Emissão Conduzida, pois em nenhum momento, as emissões ultrapassaram os limites especificados em norma.

Ainda fica claro que a primeira versão da PCB (azul escuro) apresentou um desempenho um pouco inferior, como já era esperado, devido às várias alterações feitas na PCB.

3.4 Análise resultados testes Emissão Radiada

O gráfico da Figura 14 apresenta os resultados dos testes com a primeira versão (azul escuro) e a segunda versão (azul claro) de PCB.

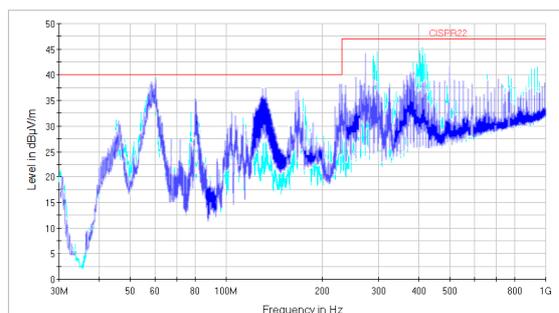


Figura 14 – Resultados testes emissão radiada.
Fonte: Autoria Própria.

Neste caso, ambas as versões também passariam no teste de Emissão Radiada, pois em nenhum momento, as emissões ultrapassaram os limites especificados em norma. Como pode ser visto na Figura 14, até a faixa de 250MHz, a segunda versão da PCB (azul claro) apresentou resultados melhores do que na primeira versão. Mas para as frequências mais elevadas, a primeira versão da PCB (azul escuro) se saiu melhor.

4 CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento do produto, ficou claro que o conhecimento prévio a respeito das legislações vigentes nos mercados onde o produto eletrônico será comercializado é essencial para que os engenheiros responsáveis pelo seu desenvolvimento possam justificar a alocação dos recursos necessários para que o projeto atenda às restrições previstas em lei. Com base nestas informações, é necessário ainda o conhecimento das técnicas a serem utilizadas no desenvolvimento do produto, desde o projeto dos circuitos, escolha de componentes, projeto da PCB, fontes e gabinetes, para que não sejam necessários “ajustes” no projeto final para que o mesmo “passe” na homologação.

Num primeiro momento, pode ser tentadora a possibilidade de se “economizar” tempo e dinheiro pulando algumas etapas de desenvolvimento, ou até mesmo negligenciando o uso de algumas técnicas para se ter um produto “mais barato” de forma “mais rápida”. Mas a experiência prática mostra que, quando um produto é projetado com o objetivo de atender às normas às quais ele estará sujeito, no final das contas acaba valendo a pena todo o investimento feito desde o começo do projeto. Isto porque os custos envolvidos nos processos de homologação são muito elevados, assim como os custos para “corrigir” um problema de projeto depois que o projeto já está pronto, também o são.

Apesar dos contratemplos envolvidos no desenvolvimento do projeto do UCTIP, que acabou inviabilizando o envio do mesmo para a homologação junto à ANATEL, os resultados dos

testes executados no Laboratório de EMC do IFSC, demonstraram que, pelo menos em relação às emissões conduzidas e radiadas, o produto estava no caminho certo para a obtenção do certificado.

REFERÊNCIAS

Certificação e homologação de produtos para telecomunicações. Disponível em:

<<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=306741&pub=principal&filtro=1>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

CISPR 22 - Information technology equipment - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement, 2002.

Como obter homologação de produtos pela Anatel. Disponível em:

<<https://techinbrazil.com.br/como-obter-homologacao-de-produtos-pela-anatel>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

Montrose, M. I. Printed circuit board design techniques for EMC compliance: a handbook for designers. Second ed. New York: IEEE Press, 2000. 307 p.

PAUL, C. R. Introduction to Electromagnetic Compatibility. Second ed. Canada.: JOHN WILEY & SONS, 2006. 983 p.

Requisitos técnicos e procedimentos de ensaios aplicáveis à certificação de produtos para telecomunicação de categoria I. Disponível em:

<<http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?numeroPublicacao=347212&assuntoPublicacao=null&caminhoRel=null&filtro=1&documentoPath=347212.pdf>>. Acesso em: 19 Jul. 2017.

Resolução nº 442, de 21 de julho de 2006.

Disponível em:

<<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/21-2006/352-resolucao-442>>. Acesso em: 19 jul. 2017.

Resolução nº 529, de 3 de junho de 2009.

Disponível em:

<<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2009/149-resolucao-529>>. Acesso em: 19 jul. 2017.