

## APLICAÇÃO DE ESTEGANOGRÁFIA PARA TRANSMISSÃO DE ÁUDIO POR SATÉLITE COM SINAIS DE CONTROLE EMBUTIDOS EM ÁUDIO

Charles Gilbert Kinas<sup>1</sup>, Christofer Schwartz,<sup>2</sup> Aleksander Sade Paterno<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista – CCT e Acadêmico do Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – CCT PIVIC/UDESC

<sup>2</sup> Co-orientador, Pós doutorando do Departamento de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, CCT – eng.christofer@gmail.com.

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Pós Graduação em Engenharia Elétrica, CCT – aleksander.paterno@udesc.br.

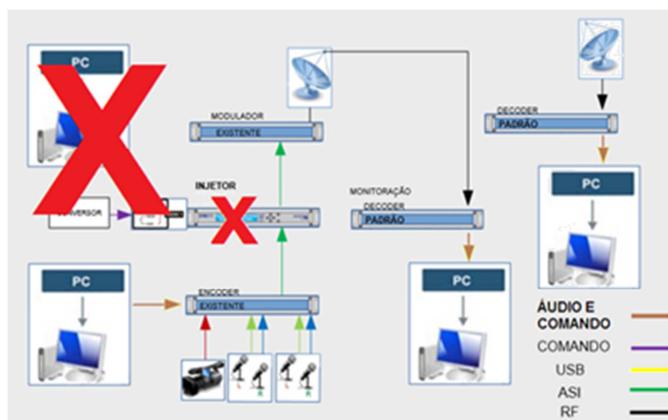
Palavras-chave: Esteganografia, áudio broadcasting, processamento de sinais.

Atualmente, grande parte das afiliadas de redes de rádio que são responsáveis pela retransmissão local da programação da rádio geradora usam meios de comunicação adicionais para receber informações de controle, como por exemplo, entrada de blocos comerciais, retorno de programas, dentre outros. Na maioria dos casos, o áudio principal das rádios geradoras é transmitido por um link de satélite, enquanto os sinais de controle são entregues por um sinal adicional multiplexado ao sinal de áudio ou por um canal de comunicação secundário. De forma mais detalha, dentre as estratégias mais adotadas, um sinal adicional é multiplexado ao áudio principal que passa por uma etapa de compressão ou entregue por meio de um link de satélite secundário, por uma conexão de internet, dentre outros links de dados. Entretanto o uso do canal secundário de comunicação para este tipo de sinal encarece o serviço e apresenta potenciais problemas de sincronização. Considerando este problema prático, o presente trabalho propõe o uso de técnicas de esteganografia para embutir os sinais de controle usado pelos difusores no sinal de áudio principal transmitido via satélite, descartando a necessidade de um canal secundário ou de uso de equipamentos adicionais (e.g., multiplexadores ou injetores).

Considerando que os provedores de serviço de dados via satélite recebem o sinal de áudio analógico e os entregam às afiliadas da mesma forma, este trabalho almeja manipular o áudio ainda em sua etapa analógica. Desta forma, busca-se que a inserção de informações ao áudio principal seja imperceptível ao usuário final (i.e., ouvinte das rádios) e que seja capaz de suportar as perdas introduzidas pelo sistema, como por exemplo, perdas no processo de conversão analógico-digital e digital-analógico, descartes de informação realizadas na etapa de compressão, dentre outras. Com resultado, deseja-se recuperar na etapa de recepção uma sequência binária que represente as informações de controle, de modo que possa ser detectada na rádio retransmissora. Um diagrama contendo as principais etapas do sistema é trazido pela Fig. 1.

Como pode-se observar ao se analisar a Fig. 1, o uso da estratégia desenvolvida pelo presente trabalho permite que sejam descartados alguns equipamentos utilizados atualmente para a manipulação dos sinais de controle (itens marcados com a letra “x”).

Conforme mencionado anteriormente, o cenário de aplicação exige que a manipulação dos sinais seja feita ainda em sua etapa analógica. Tal restrição existe devido a impossibilidade de manipulação do par codificador-decodificador (codec) embarcado nos transmissores e receptores, quais são implementados em hardware, oriundos dos padrões de comunicação adotados pelo sistema de comunicação via satélite (e.g., DVB-S). Dessa forma, após uma série de análises, foi optado por utilizar a técnica de esteganografia por inserção de tons em frequência.



**Fig. 1** Esquema da simplificação proposta.

Também conforme já mencionado, a inserção de tons deve resistir a perdas introduzidas pelo sistema de comunicação, envolvendo grandezas como amplitude, frequência e duração dos tons, buscando garantir que a informação oculta seja recuperada em meio ao sinal portador (i.e., áudio principal). Nesse contexto, as perdas introduzidas pela etapa de compressão caracterizam grande desafio a ser enfrentado. Outro desafio enfrentado diz respeito à natureza do sinal portador, que pode gerar identificações falsas de tons ou mesmo impossibilitar a inserção de tons em determinados momentos.

O sistema proposto consiste na inserção de tons na etapa analógica e em sua recuperação junto à digitalização do áudio por uma placa de som de um computador. Todo desenvolvimento foi em software onde são analisadas as amostras provenientes da digitalização do áudio em PCM 16bits 44,1kHz pela placa de som do computador. Após esta digitalização é realizada a FFT para análise em frequência e busca pelas frequências que correspondem a informação embarcada. O algoritmo desenvolvido retorna positivo caso sejam encontrados os tons na configuração que foram inseridos, considerando os ataques de conversões e compactação.

O sistema criado foi testado utilizando o satélite StarOne C1, que opera com compressão MP2 operando a 384 kbps. Os ensaios e experimentos foram realizados entre fevereiro e julho de 2017 considerando uma sequência de três coleções de tons com média diária de 60 ocorrências. Os experimentos apresentaram como resultado uma taxa de acerto 100% (i.e., não foram observados falsos positivos).

Na sequência, outros experimentos foram realizados entre julho e agosto de 2017, desta vez, utilizando o satélite StarOne D1, operando com o compressor MPEG 2 a 256 kbps. Neste caso, foram necessários realizar alguns ajustes no algoritmo criado, pois a queda do bitrate do codificador promoveu perdas nos tons enviados. Contudo, após ajustado, a taxa de acerto se manteve (i.e., 100%). Ainda para o satélite StarOne D1, foram realizados experimentos entre junho e julho de 2017, com o codec MPEG 2 operando com 192 kbps. Para este caso, o codec MPEG 2 Layer II impossibilitou taxas aceitáveis de acerto, onde outras configurações de tons, intervalos de tempo e durações foram analisadas, porém, sem sucesso. Para essa configuração de taxa, o codec realiza o descarte dos tons, que são por ele julgados pouco relevantes em face ao áudio.

De maneira geral, os resultados obtidos são animadores, fomentando a continuação das análises e otimização do sistema criado, até que se encontre uma configuração ideal, inaudível, que maximize a taxa de transmissão de informações ocultas.