

Rádio Troncalizado Tetra: Fatores relevantes na integração entre redes

Cristiano Torres do Amaral¹

Polícia Militar de Minas Gerais – Rua Bahia, 2115. CEP 30.160-012. Belo Horizonte / Minas Gerais

Resumo — Discussão acerca da tecnologia de rádio digital troncalizado *Terrestrial Trunked Radio* (Tetra), com a apresentação dos fatores relevantes desse padrão para integração entre redes por meio de uma plataforma aberta.

Palavras-chaves — Rádio, troncalizado, Tetra.

I. INTRODUÇÃO

São poucos os padrões de rádio troncalizado que garantem o sigilo das mensagens, bem como a sua integração com redes de radiocomunicações convencionais legadas. Por isso, em dezembro de 1994, empresas e organismos de pesquisa de tecnologia em *Professional Mobile Radio* (PMR) se associaram para desenvolver um padrão aberto de rádio digital troncalizado. Esse padrão foi criado e denominado *Terrestrial Trunked Radio* (Tetra) [1]. Para tanto, esse padrão adotou a premissa de se transformar em uma tecnologia de *Public Access Mobile Radio* (PAMR) global, envolvendo novas técnicas de transmissão, mas integradas aos sistemas PMR convencionais e telefonia móvel.

Em 1997, o padrão Tetra foi registrado na *European Telecommunication Standards Institute* (ETSI) e suas especificações disponibilizadas para domínio público. Dessa maneira, a associação fundada a partir do *Tetra Memorandum of Understanding* (Tetra MoU) ampliou a comercialização do padrão em âmbito mundial. Na Europa, inúmeras empresas começaram a fabricar e comercializar o padrão Tetra para diferentes mercados PMR, desde o segmento militar até aplicações civis convencionais. A Fig. 1 apresenta uma estação móvel Tetra em uma viatura do exército alemão:

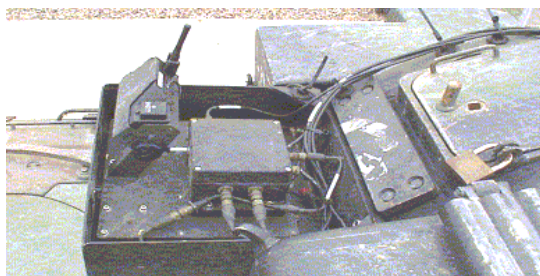


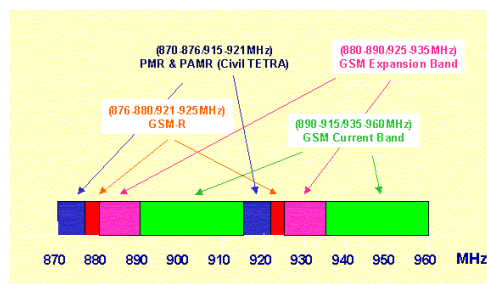
Fig.1. Estação móvel Tetra no exército alemão

II. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

O Padrão Tetra foi desenvolvido para funcionamento compartilhado nas faixas de radiofrequências destinadas aos sistemas PMR convencionais existentes em VHF e UHF, e também com a telefonia móvel. Essas informações possuem descrição e registro detalhado na ETSI.

Por exemplo, o documento ETSI EN 300.392-2, v.2.5.2, de novembro de 2005, entre outros, descreve as informações técnicas da *interface* aérea do Tetra. Nesse sentido, nos canais existentes, com espaçamentos de 25KHz, são alocadas as portadoras do Tetra, de modo que possam coexistir com sistemas PMR convencionais legados e telefonia móvel.

Contudo, o acesso aos canais é feito por meio de janelas de tempo definidas, isto é, Acesso Múltiplo por Divisão de



Tempo (TDMA). A Fig. 2 apresenta a distribuição de frequências do Tetra na Europa [2]:

Fig. 2. Distribuição de canais do Tetra na Europa

Os canais de radiofrequências Tetra são separados por um espaçamento de 25Khz, com acesso TDMA. As janelas de tempo possuem um período de 14,167ms para transmissão da informação com taxa de modulação de 36Kbit/s. Para tanto, é adotado o esquema de modulação $\pi/4$ *Shifted Differential Quaternary Phase Shit Keying* ($\pi/4$ – DQPSK) [3]. São modulados 255 bits em sub-quadros com duração de

¹ Cristiano Torres do Amaral, Especialista em Comunicações da Polícia Militar de Minas Gerais, cristiano.amaral@pmmg.mg.gov.br, Tel: +55-31-30712330, Fax: 30712390.

aproximadamente 7,08ms. Dois sub-quadros compõem um quadro TDMA/Tetra com duração de 14,167ms, os quais são agrupados em 18 quadros para formar um multi-quadro de 1,02s. Por fim, é formatado um hiper-quadro de 61,2s com a sequência de 60 multi-quadros. A Fig. 3 ilustra o processo de formatação dos quadros de dados TDMA/Tetra que são enviados pela interface aérea:

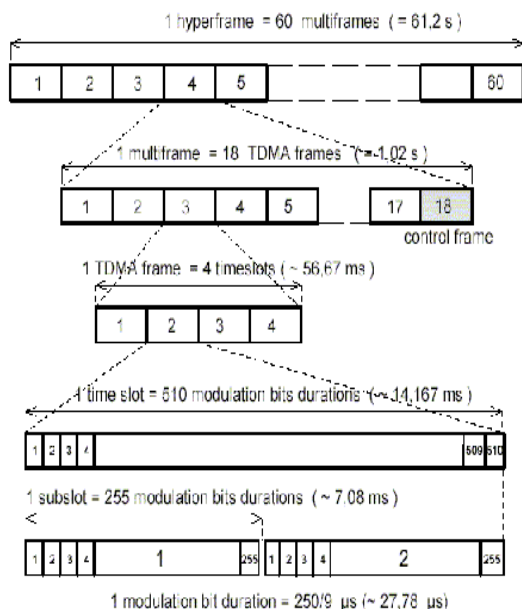


Fig. 3. Formatação dos quadros de dados TDMA/Tetra

Em linhas gerais, as especificações do padrão foram definidas de maneira que possa coexistir com outras redes. Essas informações generalizadas podem ser avaliadas na Tabela I abaixo, onde estão descritos o espaçamento de canal, tecnologia de modulação, taxa de transmissão da portadora e outras características técnicas:

TABELA I - ESPECIFICAÇÕES GERAIS	
Parâmetro	Valor
Espaçamento entre portadoras	25KHz
Modulação	$\pi/4$ DQPSK
Taxa de Transmissão da portadora	36Kb/s
Taxa de codificação	ACELP
Acesso	TDMA
Taxa Máxima de Transmissão	28.8Kbps

Fonte: Adaptado de ETSI EN 300.392-2, v.2.5.2/2005

A modulação dos 255 bits ocorre em função de sua fase e estado lógico. Essa técnica segue a seguinte fundamentação:

$$S(k) = S(k-1) \exp(jD\phi(k))$$

$$S(0) = 1 \quad (1)$$

Fonte: ETSI EN 300.392-2, v.2.5.2/2005 p.50

Onde:

S (K) = Símbolo resultante

$D\phi$ - Mudança de fase

Por sua vez, a modulação dos símbolos selecionados ocorre em função de (2):

$$s(t) = \sum_{k=0}^K S(k)g(t-t_k) \quad (2)$$

Fonte: ETSI EN 300.392-2, v.2.5.2/2005 p.50

Onde:

S(t) – Símbolo modulado
K – Número máximo de símbolos
t – Duração do símbolo
g(t) – Formatação ideal de símbolo

Os pacotes de dados são formatados para o tráfego na interface aérea de modo que sejam facilmente integrados ao Internet Protocol (IP) em sua origem ou destino. Neste caso, existe compatibilidade da rede Tetra com o esquema de camadas proposto pela International Standards Organization (ISO) na arquitetura do modelo referência de protocolos Open Systems Interconnection (OSI). Para tanto, na camada de rede Tetra existe o Subnetwork Dependent Convergence Protocol (SNDP) responsável pelo controle e negociação do fluxo dos pacotes de dados entre os terminais Tetra com a infra-estrutura de roteamento e gerenciamento (SwMI - Switching and Management Infrastructure).

Neste processo, a estação terminal se comunica com a estação móvel por meio de um Protocolo Ponto-a-Ponto (PPP) e estabelece um enlace de comunicação de configuração preliminar através do Protocolo de Controle de Link (LCP). Em seguida, é estabelecida a conexão e se inicia o processo de autenticação por meio do Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP).

Contudo, a autenticação da estação terminal é validada apenas quando a estação móvel Tetra acessa a rede. Isso ocorre após seu acesso ao servidor de autenticação através da infra-estrutura de rede.

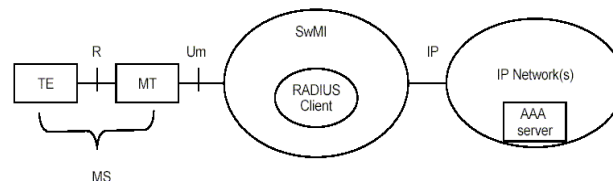


Fig.4. Autenticação da estação Tetra

TE – Estação Terminal
MT – Terminal Móvel
MS – Estação Móvel

SwMI- Infra-estrutura de gerenciamento
AAA – Servidor IP
RADIUS – Protocolo de Autenticação

Nacional de Guerra Eletrônica [4] como instrumento de defesa social.

O acesso à rede de dados ocorre por meio de uma negociação de transferência entre o Protocolo de Dados de Pacote (PDP) e o protocolo IP. Para tanto, o Protocolo de Configuração IP (IPCP) gerencia esse processo definindo os

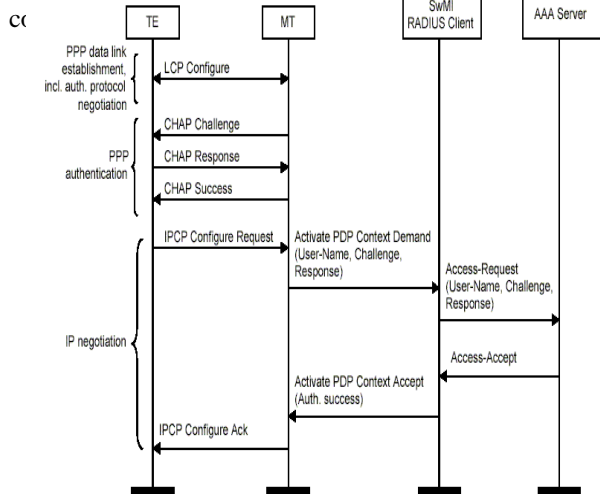


Fig. 5. Negociação de protocolos para conexão Tetra
Fonte: Adaptado de ETSI EN 300.392-2, v.2.5.2/2005

O processo acima descrito viabiliza a instalação do sistema Tetra para o tráfego de dados entre redes. Essa característica valoriza os sistemas instalados, uma vez que facilita a integração das novas redes. Contudo, tal característica não torna a rede Tetra vulnerável, pois cabe ao gerente da rede controlar e fiscalizar a habilitação e identificação eletrônica de cada estação.

III. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para plena garantia do sigilo das mensagens, deve-se considerar ainda a possibilidade de se agregar algoritmos de criptografia ao processo de modulação digital dos sinais de áudio [3]. Esse procedimento aliado ao envio dos bits por meio dos quadros de dados TDMA/Tetra podem reduzir consideravelmente a vulnerabilidade das redes de radiocomunicações.

Deve-se ressaltar ainda a facilidade de interoperabilidade da rede Tetra com outras redes por meio da plataforma IP. Esse aspecto, aliado ao fato do padrão Tetra ser mundialmente difundido, deixa seus usuários em uma situação confortável, pois tem a sua disposição um equipamento confiável, sem restrições de mercado fornecedor.

Seguindo essa premissa, esse padrão de rádio digital troncalizado Tetra corrobora com as diretrizes da Política

REFERÊNCIAS

- [1] TETRA *Memorandum of Understanding*, disponível no endereço <http://www.tetramou.org/tetramou.aspx?id=1884>. Acessado em 22/08/06.
- [2] United Kingdom *National Frequency Planning Group Frequency Allocation* Tabela 1. 2004
- [3] ETSI EN 300.392-2, v.2.5.2, *Interface Aerea Tetra* 2005, 898p.
- [3] KUROSE, James F. *Redes de Computadores e a internet*. São Paulo: Addison Wesley, 2004, p.548.
- [4] Ministério da Defesa. Portaria n.º 3444, de 24 de março de 2004. *Política de Guerra Eletrônica de Defesa*.

PARA CITAÇÃO DESTE TEXTO UTILIZE

AMARAL, C. T. . RÁDIO TRONCALIZADO TETRA: FATORES RELEVANTES PARA INTEGRAÇÃO ENTRE REDES.. In: VIII Simpósio de Guerra Eletrônica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2006, São José dos Campos. ~~Anais do VIII Simpósio de Guerra Eletrônica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2006~~