



TETRA

Rúben Nóbrega

16.05.2003



Sumário

- TETRA e os seus objectivos
- TDMA
- Standards
- Modos de Operação
- Serviços de Comunicação de Voz
- Serviços de Comunicação de Dados
- Arquitecturas e Interfaces
- TETRA IP
- Endereçamento
- Segurança
- Comparação com outras redes públicas
- Conclusões





TETRA e os seus objectivos

O *TETRA*, é um sistema privado de *Rádio Trunking Digital* em *TDMA – Acesso Múltiplo por Divisão de Tempo* desenvolvido pela *ETSI* (European Telecommunications Standardisation Institute), que se baseia na nova norma Pan-Europeia de *trunking* para as comunicações rádio, utilizando tecnologia digital.

Objectivos:

- Definir um *PMR* (*Professional Mobile Radio - Rádio Móvel Profissional*) digital standard, que satisfaça as necessidades actuais e futuras de todos os utilizadores de *PMR* na Europa
- Unir mercados fragmentados de *PMR* num único mercado comum



3/29



TETRA e os seus objectivos

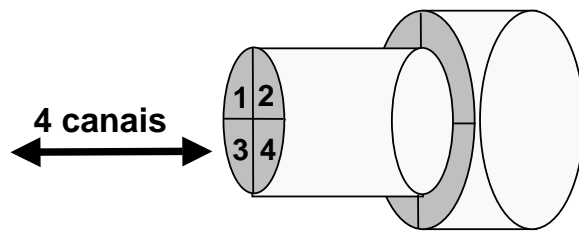
- Preencher requisitos de cooperação de autoridades europeias (*Tratado de Schengen*) para activar a integração europeia - operação além-fronteira usando um espectro comum de frequência;
- O *TETRA*, é muito utilizado na ajuda a forças de segurança, serviços de emergência, forças militares, empresas de transportes.



4/29

TDMA (Time Division Multiple Access)

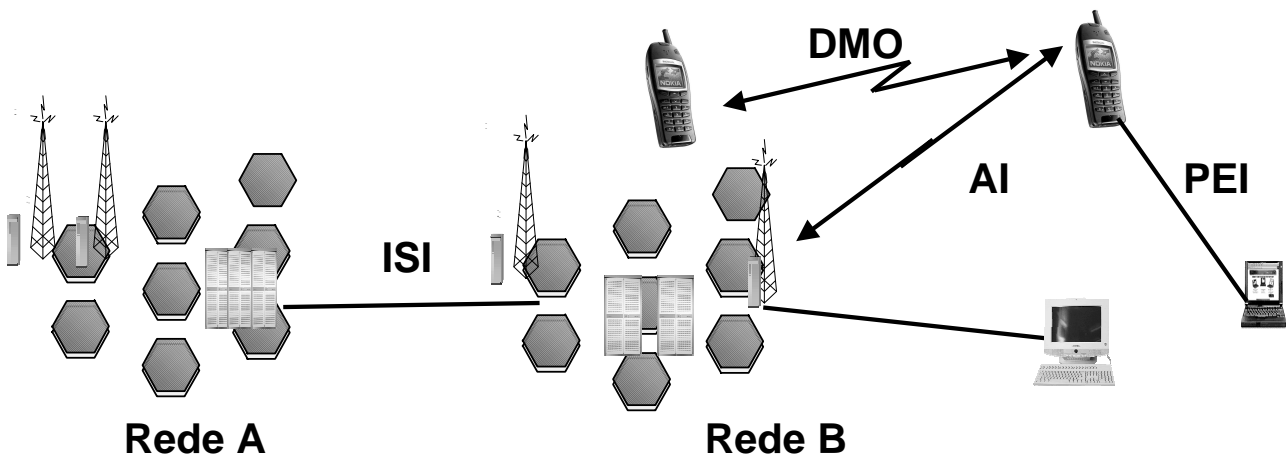
- 4:1 TDMA (4 time-slots num único canal de comunicação)
- Largura de banda de 25 kHz (6.25 kHz por canal)
- Voz e Dados podem ser transmitidos simultaneamente



Standards

- Voz e dados (V+D)
- Direct Mode Operation (DMO)

- Air Interface (AI)
- Inter-System Interface (ISI)
- Peripheral Equipment Interface (PEI)





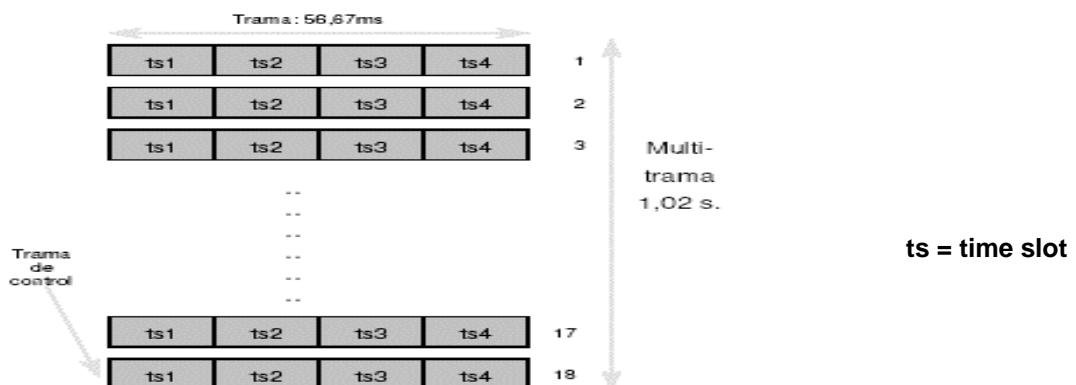
Standards - modos de operação

- **TMO** (*Trunked Mode Operation*)
 - Transmissão *full-duplex* de voz (em comutação de circuitos) e de dados (em comutação de circuitos e de pacotes)
 - Canais lógicos/físicos
 - Gama de operação 150-900 MHz
 - A modulação do sinal é $\pi/4$ DQPSK (*Differential Quadrature Phase Shift Keying*) – maior eficiência espectral
 - Multi-frame de 18 tramas
 - Suporta *handover* (transferência de canais entre células)

7/29



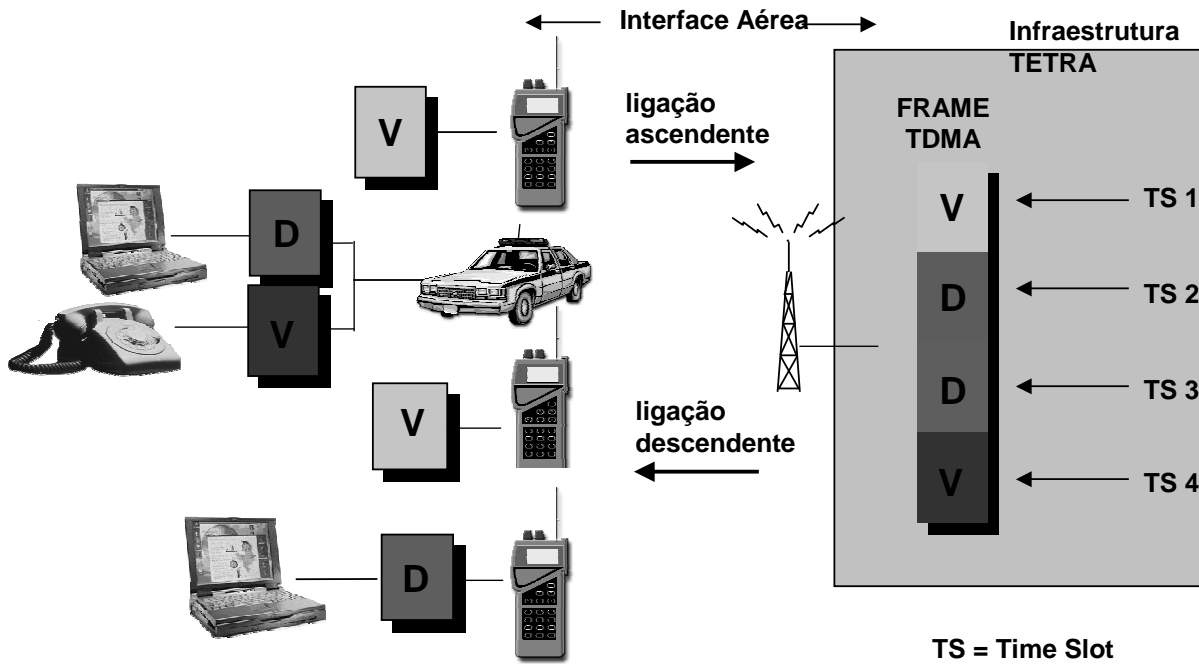
Standards - modos de operação



- 4 time-slots fazem 1 frame TETRA: Duração $4 \times 14.167 = 56.67$ ms
- 18 frames TETRA fazem 1 multi-frame TETRA: Duração $18 \times 56.67 = 1.02$ s
- Mas 1.02 s contém apenas 17 x 60 ms de voz codificada, então apenas 17 dos 18 frames são necessários para transmitir a informação da voz, deixando o 18º frame livre para sinalização

8/29

Interface Aérea TMO V+D



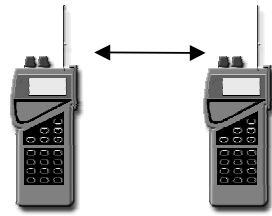
9/29

Standards - modos de operação

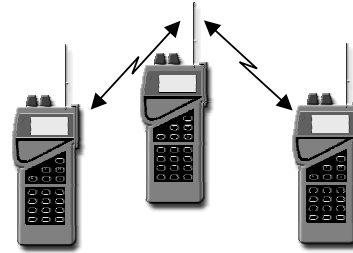
- **DMO** (*Direct Mode Operation*)
 - É comunicação directa entre dois terminais TETRA ou vários terminais TETRA ou estações móveis sem recorrer ao uso da infraestrutura da rede
 - Canais com uma cobertura de 400 m - 2 Km
 - Circuitos de voz são do tipo *simplex* (individual/grupo)

10/29

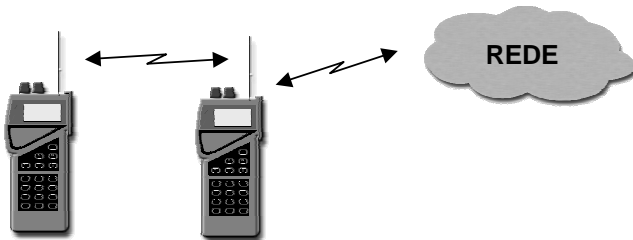
Possíveis Cenários DMO 1/2



1. INDIVIDUAL CALL



2. GROUP CALL

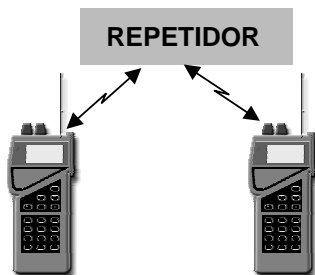


3. DUAL WATCH

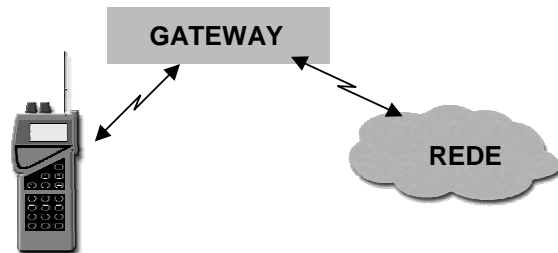


4. MANAGED DIRECT MODE

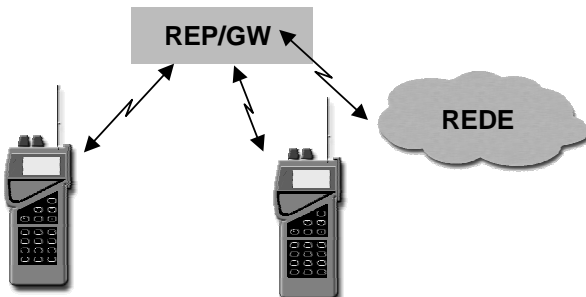
Possíveis Cenários DMO 2/2



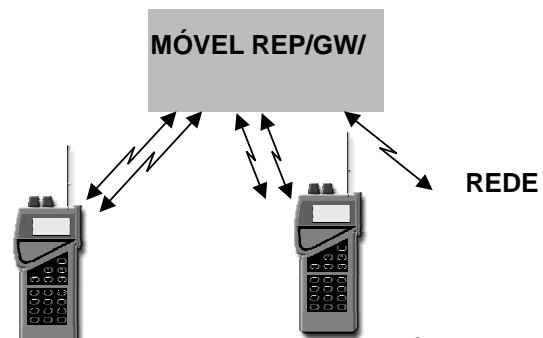
5. DIRECT MODE REPEATER



6. DIRECT MODE GATEWAY



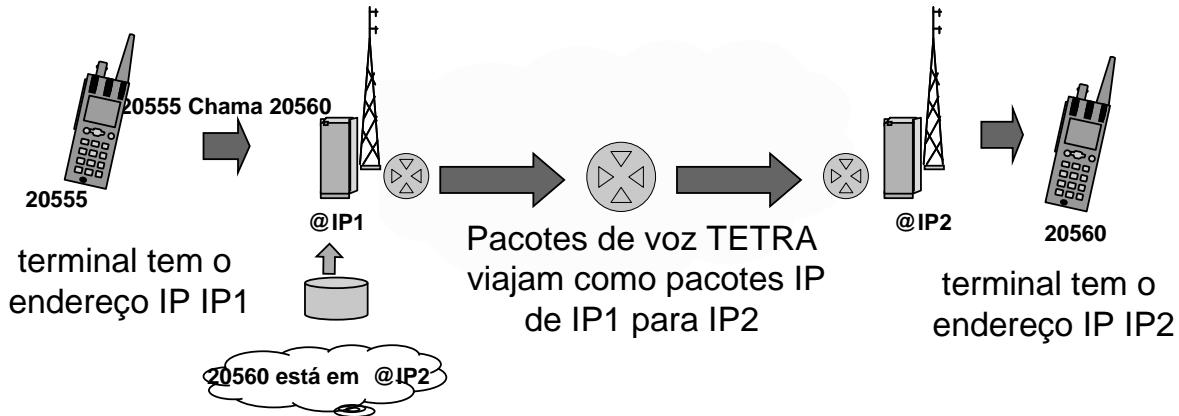
7. DIRECT MODE REPEATER/ GATEWAY



8. MANAGED REPEATER/ GATEWAY

Chamadas - Set-up e Encaminhamento 1/2

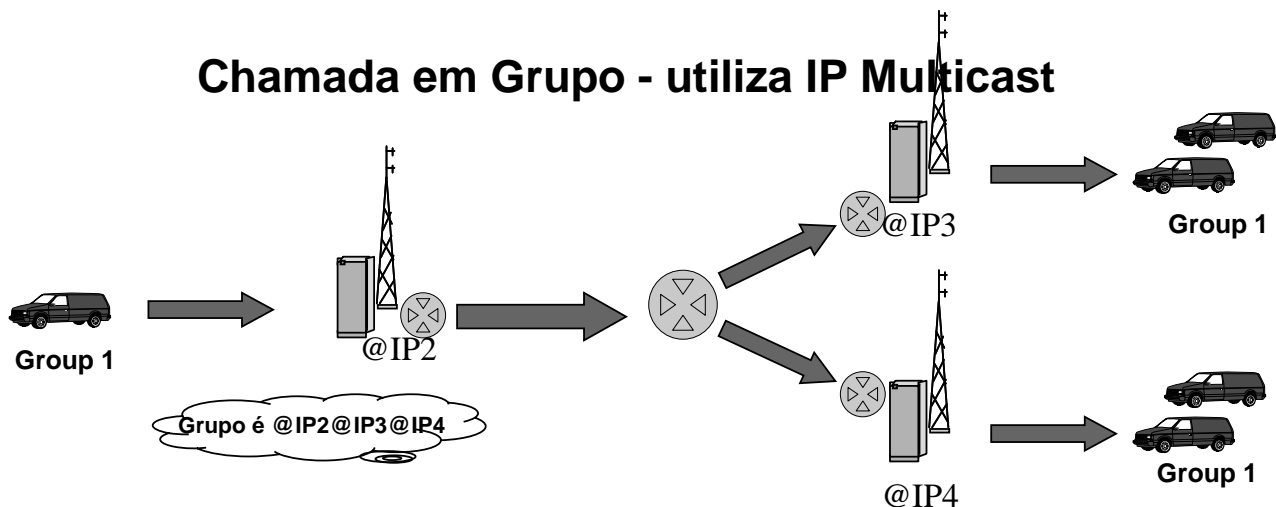
Chamada Individual - utiliza IP Unicast



13/29

Chamadas - Set-up e Encaminhamento 2/2

Chamada em Grupo - utiliza IP Multicast



- IP Multicast melhora eficiência da largura de banda - uma chamada em Grupo apenas envolve sítios onde os membros registados de grupo são registados
- IP Multicast permite que o tráfego seja facilmente encaminhado a um Dispatcher e/ou gravador digital.

14/29



Serviços de Comunicação de Voz

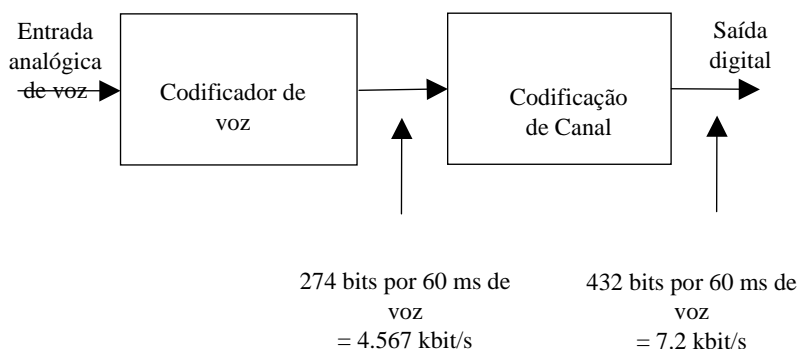
- Codificação ACELP (Algebraic Code Excited Linear Prediction)
 - Gera 137 bits por 30 ms de voz -> 4.567 Kb/s.
3 classes de bits:
 - Classe 2 - 2x30 bits + CRC (Cyclic Redundancy Check), bits da cauda e FEC (Forward Error Correction) = 162 bits por 60 ms
 - Classe 1 - 2x56 bits + FEC = 168 bits por 60 ms
 - Classe 0 - 2x51 bits = 102 bits por 60 ms

15/29



Codificação do canal

- Codificação do canal é utilizada para minimizar o efeito dos erros de transmissão da voz.
- 2 segmentos de 30 ms de voz são codificados juntamente num canal



16/29

Serviços de Comunicação de Dados

- *SDS (Short Data Service)*
 - Até 256 caracteres
 - Acesso ao meio com 4 slots *TDMA* num único canal de comunicação (comutação de pacotes e circuitos)
 - Taxa de transmissão até 28.800 bps (28 Kbps)

Endereçamento:

- 16 bits de informação
- Endereçamento individual e de grupo

17/29

SDS (*Short Data Service*)

- *CMD (Circuit Mode Data)*
 - Refere-se à comutação de circuitos
 - Circuito extremo a extremo
 - Taxas de transmissão (Kbit/s):
 - Sem protecção (*Circuit mode unprotected data*): 7.2, 14.4, 21.6, 28.8 Kbits/sec
 - Baixa protecção (*Circuit mode low protected data*): 4.8, 9.6, 14.4, 19.2 Kbits/sec
 - Alta protecção (*Circuit mode high protected data*): 2.4, 4.8, 7.2, 9.6 Kbits/sec

18/29



CMD - taxas de transmissão (Kbit/s)

- **CMD** (*Circuit Mode Data*)

- Refere-se à comutação de circuitos
- Ideal para aplicações especializadas tais como vigilância por vídeo
- Circuito extremo a extremo
- 3 tipos de comutação: sem protecção (*Circuit Mode Unprotected Data*), baixa protecção (*Circuit Mode Low Protected Data*) e alta protecção (*Circuit Mode High Protected Data*)

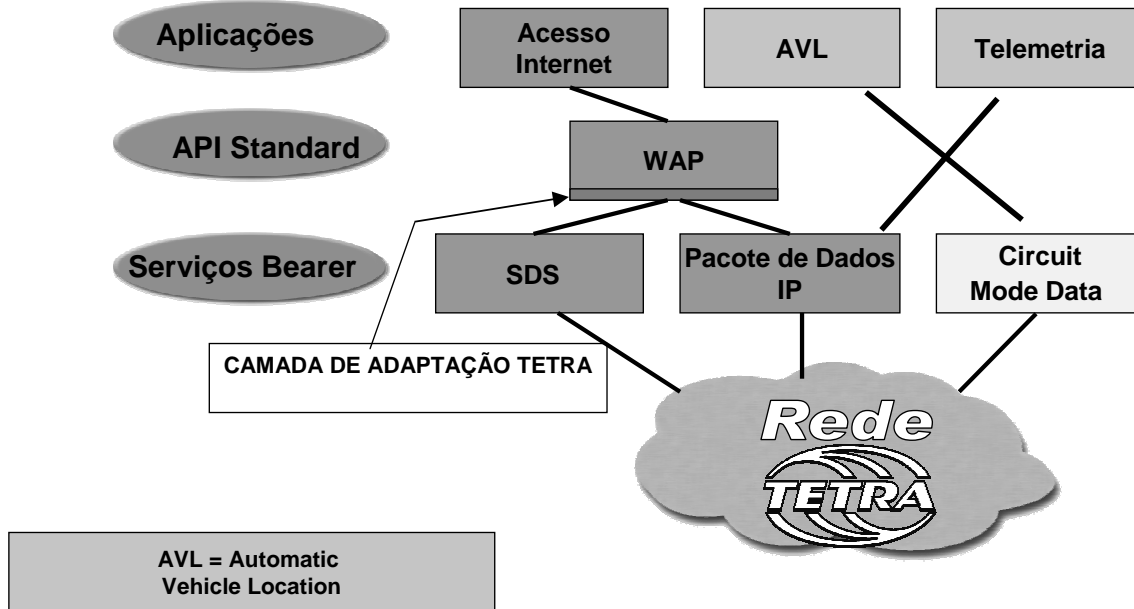
Numero de Timeslots	1	2	3	4
Sem Protecção	7.2	14.4	21.6	28.8
Baixa Protecção	4.8	9.6	14.4	19.2
Alta Protecção	2.4	4.8	7.2	9.6

19/29



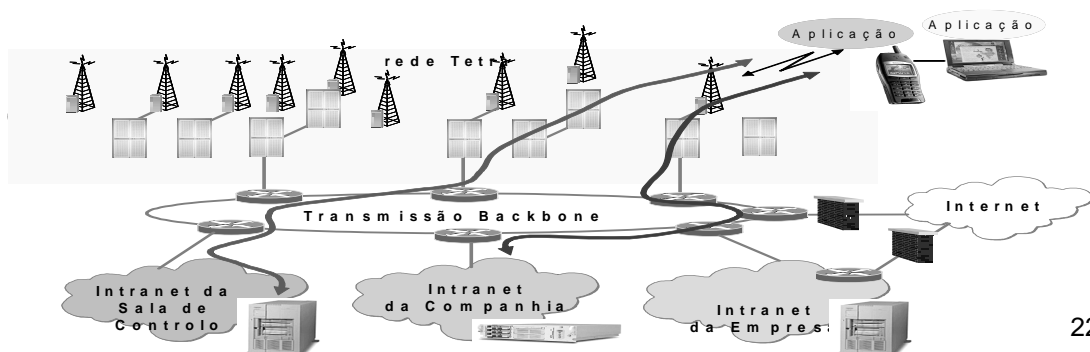
Arquitecturas e Interfaces

API Standard e Aplicações



TETRA IP

- Os pacotes de dados fornecem benefícios de *IP* e *TCP/IP*
- Uso partilhado do canal de transmissão de rádio
- Ideal para tráfego de dados *bursty*
- Conectividade para o ambiente Internet envolvente
- Suporte para produtos standards e aplicações





Endereçamento

MOBILE NETWORK ID	SHORT SUBSCRIBER ID
-------------------	---------------------

24 BITS

24 BITS

MOBILE COUNTRY CODE (MCC)	MOBILE NETWORK CODE (MNC)	SHORT SUBSCRIBER IDENTITY (SSI)
---------------------------	---------------------------	---------------------------------

 10 BITS
3/4 DÍGITOS

 14 BITS
4/5 DÍGITOS

 24 BITS
7/8 DÍGITOS

23/29



Endereçamento e Numeração



ENDEREÇO TETRA

24/29



Segurança

- Múltiplos esquemas e algoritmos
 - Autenticação do Utilizador/Terminal
 - Autenticação da Infraestrutura
 - Encriptação:
 - Encriptação de Interface Aérea (Air Interface Encryption)
 - Encriptação End-to-End
 - OTAR- Over The Air Re-Keying
 - Desactivação de rádios roubados

25/29



Comparação com outras redes públicas

Características

Chamada de Grupo/Difusão

Dynamic Group Number Assignment

Chamada autorizada pelo dispatcher

Autenticação da Infraestrutura

Encriptação end-to-end

OTAR

Desactivação física de rádios roubados

Modo Directo

DMO Gateway/Repetidor

Set-up de Chamada rápida

Chamadas de Emergência (preemptivo)

Short Data Service

Comutação de pacotes

Circuit Mode Data (comutação de circuitos)

Voz e Dados simultaneamente

Chamadas Prioritárias

	<u>TETRA</u>	<u>GSM/GSM-R</u>	<u>UMTS</u>
Chamada de Grupo/Difusão	✓	✓ GSM-R com limitações	-
Dynamic Group Number Assignment	✓	-	-
Chamada autorizada pelo dispatcher	✓	-	-
Autenticação da Infraestrutura	✓	-	-
Encriptação end-to-end	✓	-	-
OTAR	✓	-	-
Desactivação física de rádios roubados	✓	-	-
Modo Directo	✓	-	-
DMO Gateway/Repetidor	✓	-	-
Set-up de Chamada rápida	✓	-	-
Chamadas de Emergência (preemptivo)	✓	-	-
Short Data Service	✓	✓ GSM-R	?
Comutação de pacotes	✓	✓	✓
Circuit Mode Data (comutação de circuitos)	✓	✓ GPRS	✓
Voz e Dados simultaneamente	✓	✓	✓
Chamadas Prioritárias	✓	✓ GSM-R	?

Conclusões

- Eficiente utilização do espectro
- Possuem áreas de cobertura à escala nacional
- Apresentam custos de instalação e operação baixos
- Escolha do modo directo ou truncado
- Interoperabilidade entre redes diferentes, como por exemplo *IP* e dados compatíveis com *WAP*
- Serviços multimédia
- Capacidade para aplicações de dados extensivas
- Alto nível de segurança
- Os dados são rápidos por causa dos tempos rápidos de *setup* de uma chamada
- Traz a Internet/Intranet e *WAP* às unidades móveis
- Alinhamento do endereçamento permite interoperabilidade/roaming com o *GSM*
- Encriptação da interface aérea, permite a protecção do controlo de tráfego, IDs e ainda do tráfego de voz e do utilizador
- TETRA é o futuro dos sistemas *PMR* e *UMTS* é o futuro dos sistemas celulares



27/29

Bibliografia

- Livros e Normas
 - *Digital Mobile Communications and the TETRA System*. J. Dunlop, D. Girma, J. Irvine. J.Wiley, 1999
 - *Mobile Radio Networks. Networking and Protocols*. B.H. Walke. J. Wiley 1999
 - ETSI ETS 300 392-1. TETRA General Network Design
- Sítios www
 - <http://www.tetramou.org>
 - <http://www.etsi.org>
 - <http://www.mibo.si/pdf/intro.pdf>
 - <http://www.tetrapol.com>

28/29



Obrigado!