nowo

Workshop ANACOM-ISEL:

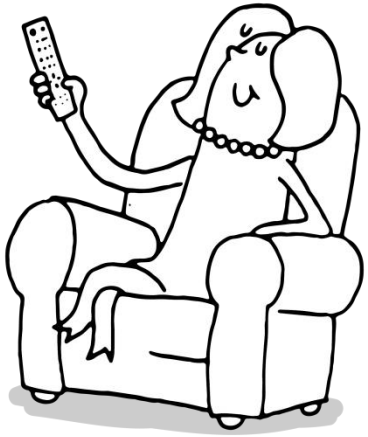
Regras técnicas na ligação às redes públicas de telecomunicações

22 Nov. 2016

DOCSIS 3.1 – Desafios e compatibilidade com ITED 3

ANACOM AUTORIDADE NACIONAL DE COMUNICAÇÕES

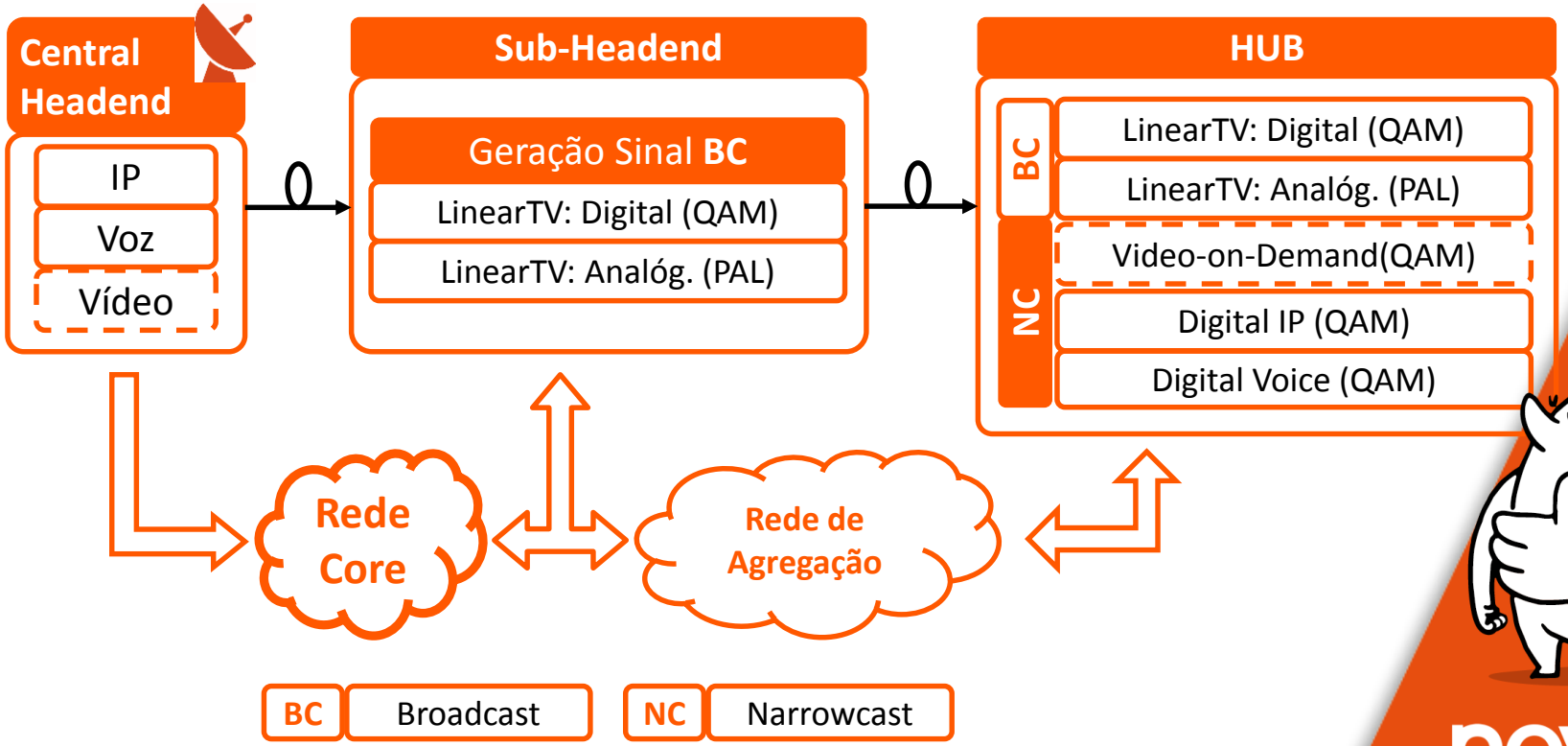
ISEL INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA



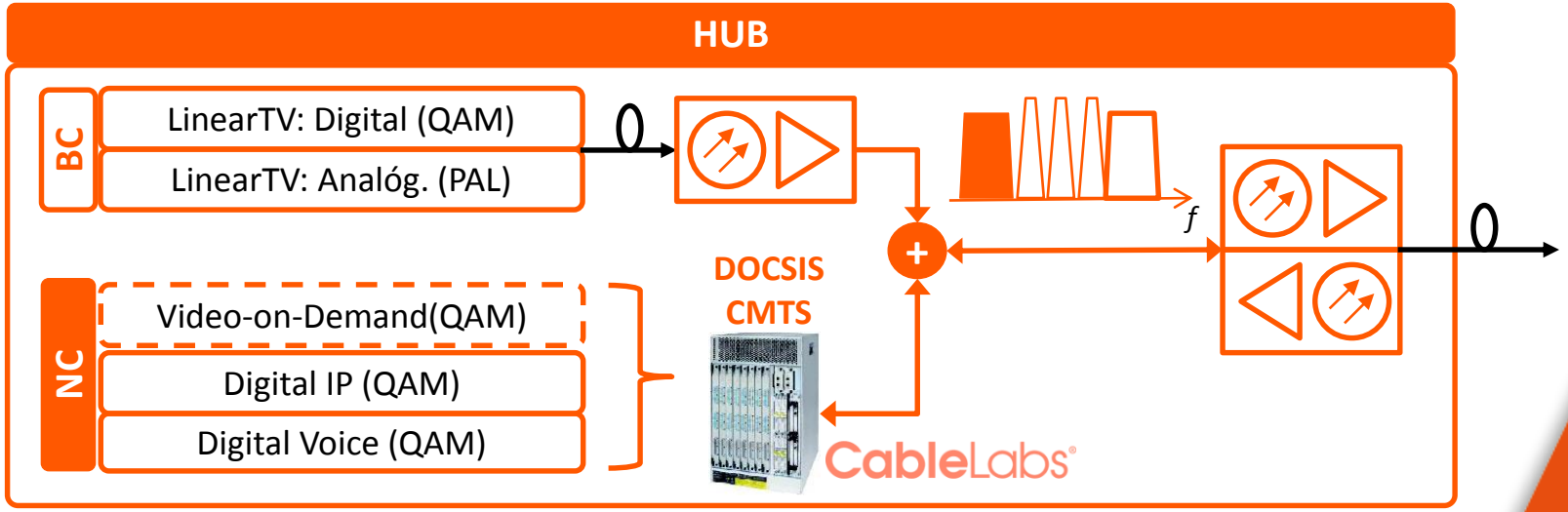
nowo.pt

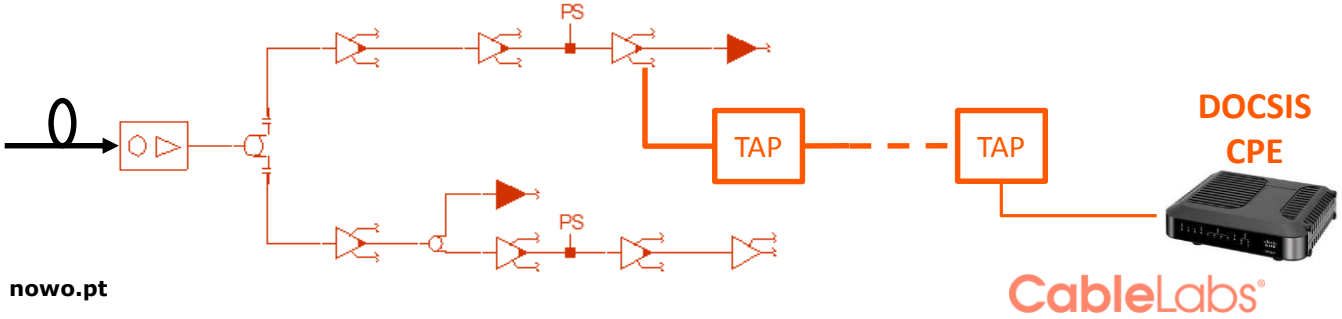
nowo

Rede Típica *Hybrid Fiber Coaxial* (HFC)



Rede Típica *Hybrid Fiber Coaxial* (HFC)





nowo.pt

nowo

Evolução DOCSIS: D1.x → D3.1

		Downstream		Upstream
		DOCSIS	EuroDOCSIS	
DOCSIS 1.0/1.1	1997	**38 Mbps** 1 x 6 MHz 256QAM	**50 Mbps** 1 x 8 MHz 256QAM	**9 Mbps** 1 x 3.2 MHz 16QAM
DOCSIS 2.0	2001	**38 Mbps** 1 x 6 MHz 256QAM	**50 Mbps** 1 x 8 MHz 256QAM	**27 Mbps** 1 x 6.4 MHz 64QAM
DOCSIS 3.0	2006	**1 Gbps** 32 x 6 MHz 256QAM	**1 Gbps** 24 x 8 MHz 256QAM	**216 Mbps** 8 x 6.4 MHz 64QAM
DOCSIS 3.1	2015	**7/10 Gbps** 4/6 x 192 MHz @ 4096QAM (Larg. Banda: 1.2/1.7 GHz)		**1.5 Gbps** 2 x 96 MHz 1024QAM

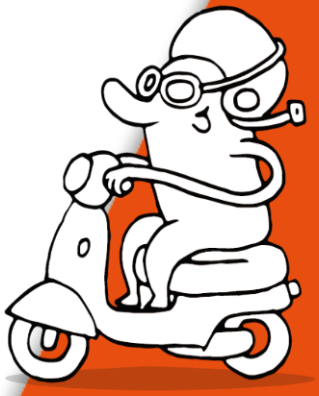
Velocidades indicativas

nowo

Evolução DOCSIS: D1.x → D3.1

		DS	US
D1.x	1997	50 Mbps	9 Mbps
	±10 anos	x20	x24
D3.0	2006	1 Gbps	216 Mbps
	±10 anos	x10	x7
D3.1	2015	10 Gbps	1.5 Gbps
Full Duplex D3.1	??	10 Gbps	10 Gbps

Anunciado pela CableLabs em Fev. 2016.
Uso de toda a Larg. Banda para US e DS.



nowo

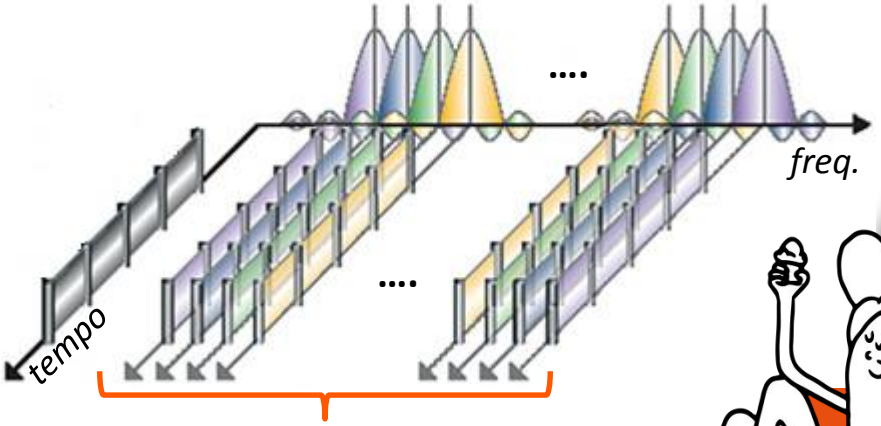
DOCSIS 3.1 – Algumas inovações introduzidas

Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

OFDM → 'Granularização' do espectro → Maior eficiência e robustez:

- Espectro segmentado → Adaptação de modulação QAM por sub-portadora (25KHz) em vez de um canal (6/8MHz);
- Conflitos entre o modelo americano (canais 6 MHz) e o modelo europeu (canais 8 MHz), deixam de existir.
- Ingresso de uma portadora de ruído ⇒ redução modulação numa(s) sub-portadora(s), e não em todo o canal.

- Sub-portadoras de 25 KHz ⇒ 960 QAMs em 24MHz



- Canais DS: 24 a 192 MHz;
- Canais US: 6,4 a 96 MHz;

Curiosidade: A modulação OFDM é nova para o DOCSIS, mas já há muito é usada no PLC, DVB-T2, WiFi, LTE, WiMAX, etc.

DOCSIS 3.1 – Algumas inovações introduzidas

Low Density Parity Check (LDPC)

LDPC introduzido no FEC para DOCSIS 3.1:

- Mais robusto que Viterbi/Reed-Solomon (FEC do DOCSIS 3.0);
- Permite um ganho 5-6 dB em termos de SNR ⇒ onde, em D3.0, opera um canal a 256QAM, em D3.1, pode operar a 1024QAM!

NOTA: O conceito do LDPC foi criado de uma tese no MIT em 1960 (Robert Gallager). Só a capacidade dos processadores actuais, permitiu a sua aplicabilidade.

Modulações QAM mais 'agressivas'

DS: 256QAM; **512QAM; 1024QAM; 2048QAM; 4096QAM;** 8192QAM; 16384QAM;

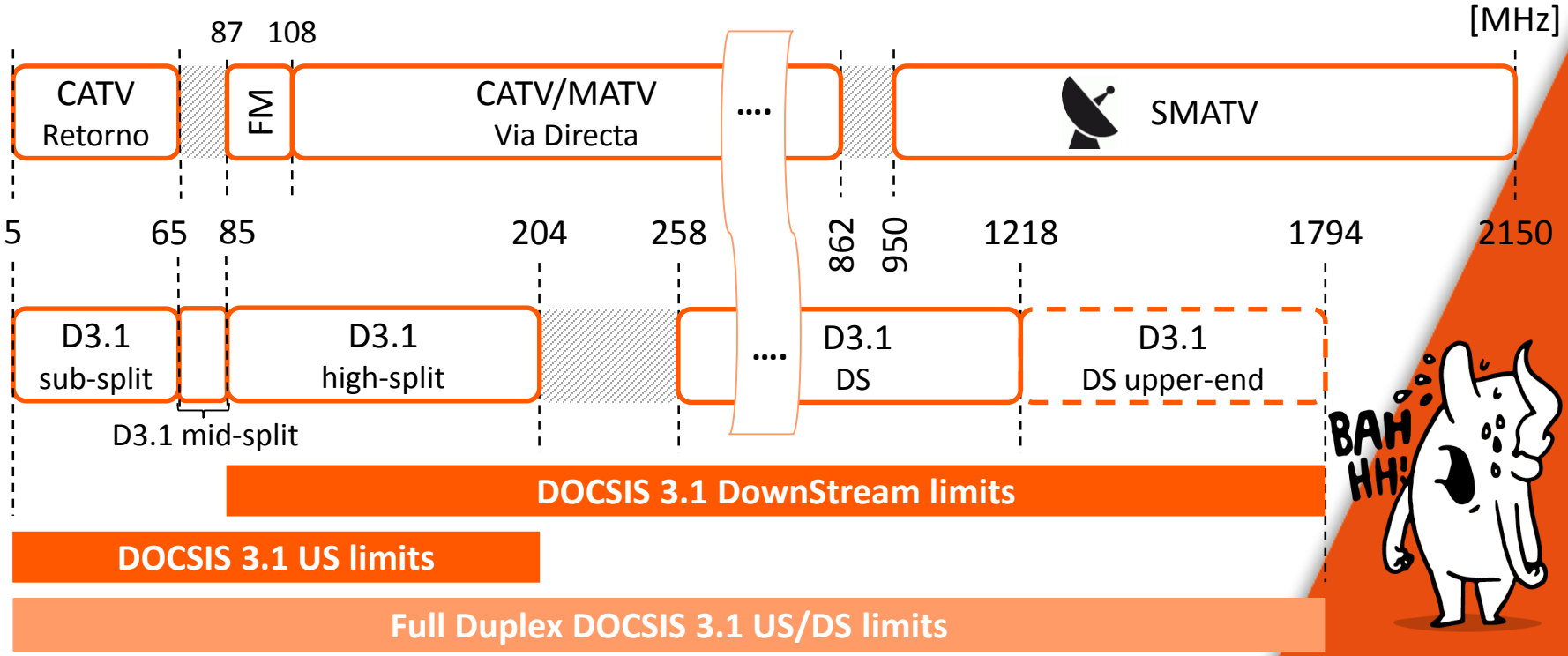
- Um canal de 192 MHZ OFDM, permite 1.20 a 2.21 Gbps;
- (8192QAM e 16384QAM são modulações opcionais);

US: 64QAM; 128QAM; **256QAM; 512QAM; 1024QAM; 2048QAM; 4096QAM;**

- Um canal de 96 MHZ OFDMA, permite 460 a 910 Mbps;

nowo

Bandas ITED e Bandas DOCSIS 3.1



Especificações ITED para Rede Coaxial

		Via Retorno	Via Directa	
			CATV/MATV	SMATV
Bandas ITED		**5 – 65**	**85 – 862**	**950 – 2150**
ITED 2ª Edição	Tomada Dupla	**TV**		**SAT**
		5 – 862		950 – 2400
	Tomada Tripla	**TV**	**Rádio**	**SAT**
		47 – 862	88 – 230	950 – 2400
Ponto 2.5.1.3.14 do Manual ITED 2ª Edição				
ITED 3ª Edição	Tomada pode ter até 3 terminais	**TV**	**FM**	**TV/Dados/SAT**
		5 – 862 e 950 - 2150	87.5 – 108	5 – 2400
Ponto 3.1.2.2.9 do Manual ITED 3ª Edição				

Especificações ITED para Rede Coaxial