



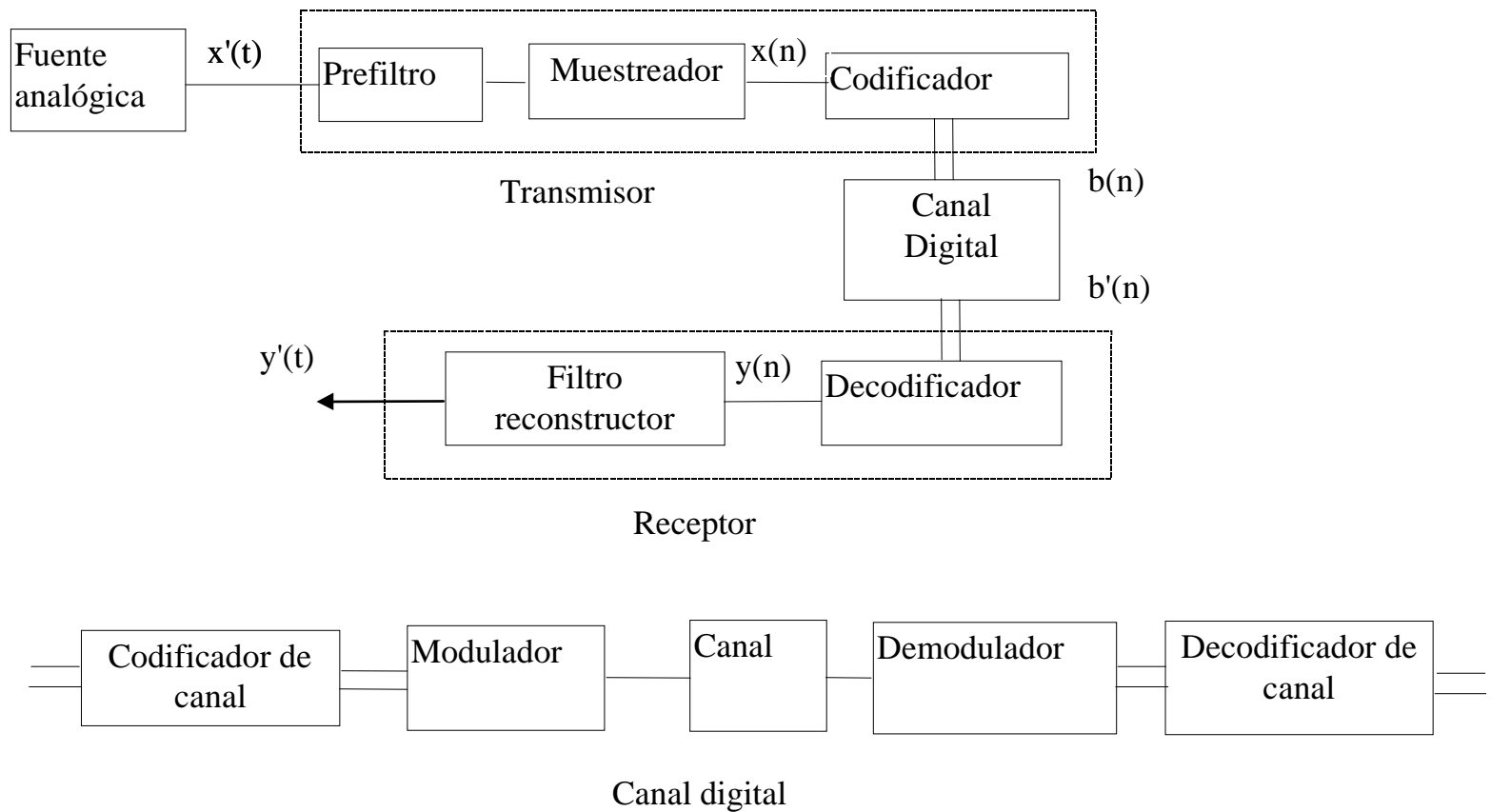
Codificación digital



Codificación digital

- Representación de señales analógicas por medio de secuencias de dígitos binarios
- **Objetivos**
 - Calidad aceptable con el mínimo número de bits
 - Para una velocidad fija, obtener la mínima degradación

Sistema de comunicaciones

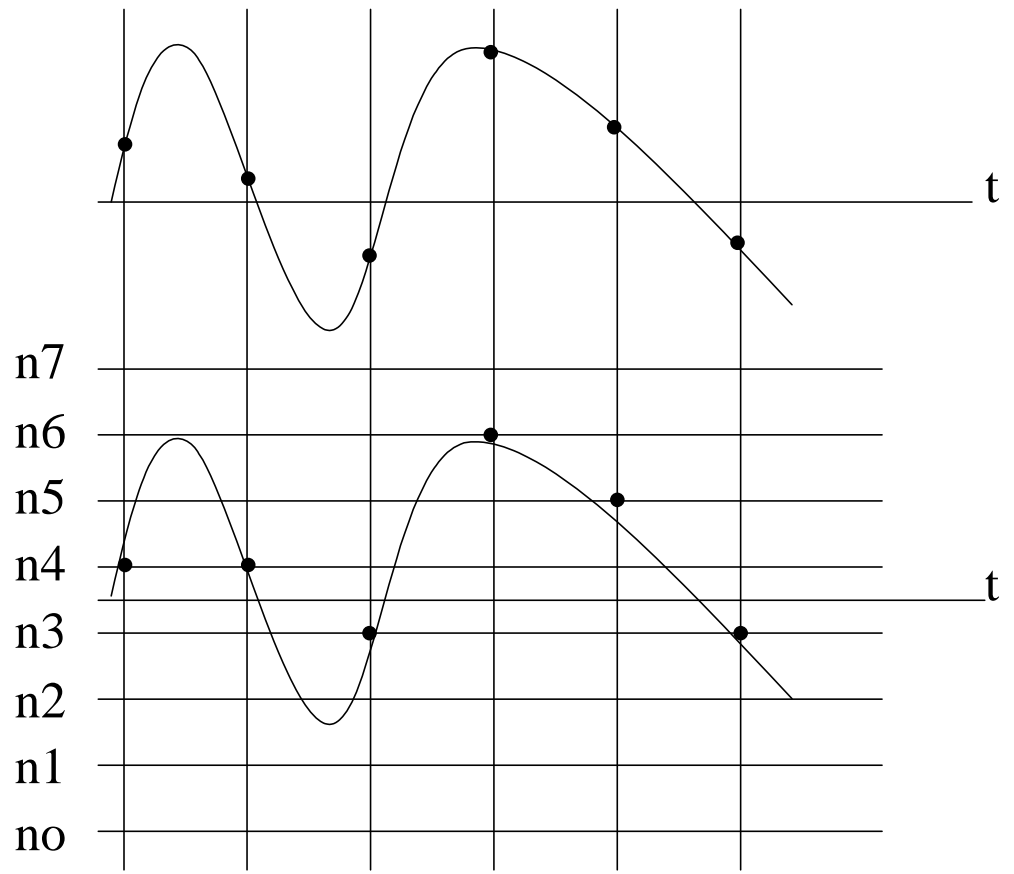




Ventajas

- Regeneración
- Protección de errores
- Encriptado
- Almacenaje
- Multiplexado
- Poca degradación
- Incorporación de técnicas de procesamiento de señal

Muestreo





Bit rate

- A la salida del sistema de codificación obtenemos:
- *Bits por muestra: B*
- *Frecuencia de muestreo: f_s*
- Con lo que se obtiene una *velocidad de transmisión: I*
 - $I = f_s B$ bits por segundo



Necesidades del canal

- Para su transmisión se considerará:
 - Tipo de modulador-demodulador a utilizar
 - Ancho de banda disponible
 - Potencia disponible
 - Calidad del canal



Ejemplo: Transmisión μ PCM a 64 Kbps

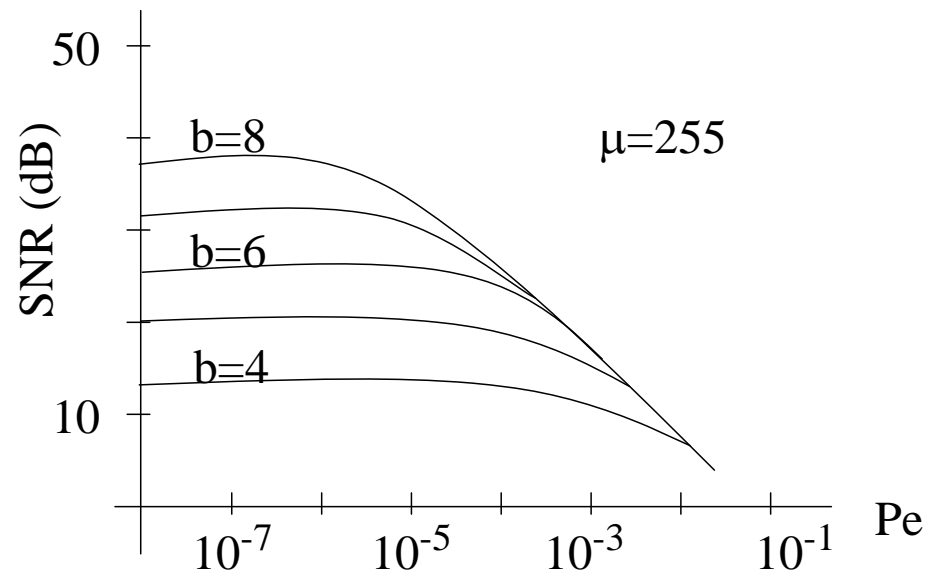
- ancho de banda de la señal: 4Khz
- frecuencia de muestreo: 8 Khz
- bits por muestra: 8

	Eficiencia espectral r_b/B_T	SNR por dígito binario $\gamma_b = E_b/\eta$	Ancho de banda B_T
PSK 2	1	10,8	64
PSK 16	4	18,7	16

Datos con $P_{eb} = 10^{-6}$

Ejemplo (cont)

Dependiendo del sistema de transmisión, el canal y la codificación de canal empleada la señal puede degradarse





Evaluación de codificadores

	<i>64Kbps – 2,4Kbps</i>
Velocidad	<i>256Kbps – 16Kbps</i>
	<i>1410Kbps – 128Kbps</i>
Calidad	Medidas subjetivas Medidas objetivas
Complejidad	MIPS
Retardo	< 100 ms



Velocidad (bps o bits/muestra)

Eliminación de señal imperceptible

Eliminación de redundancia

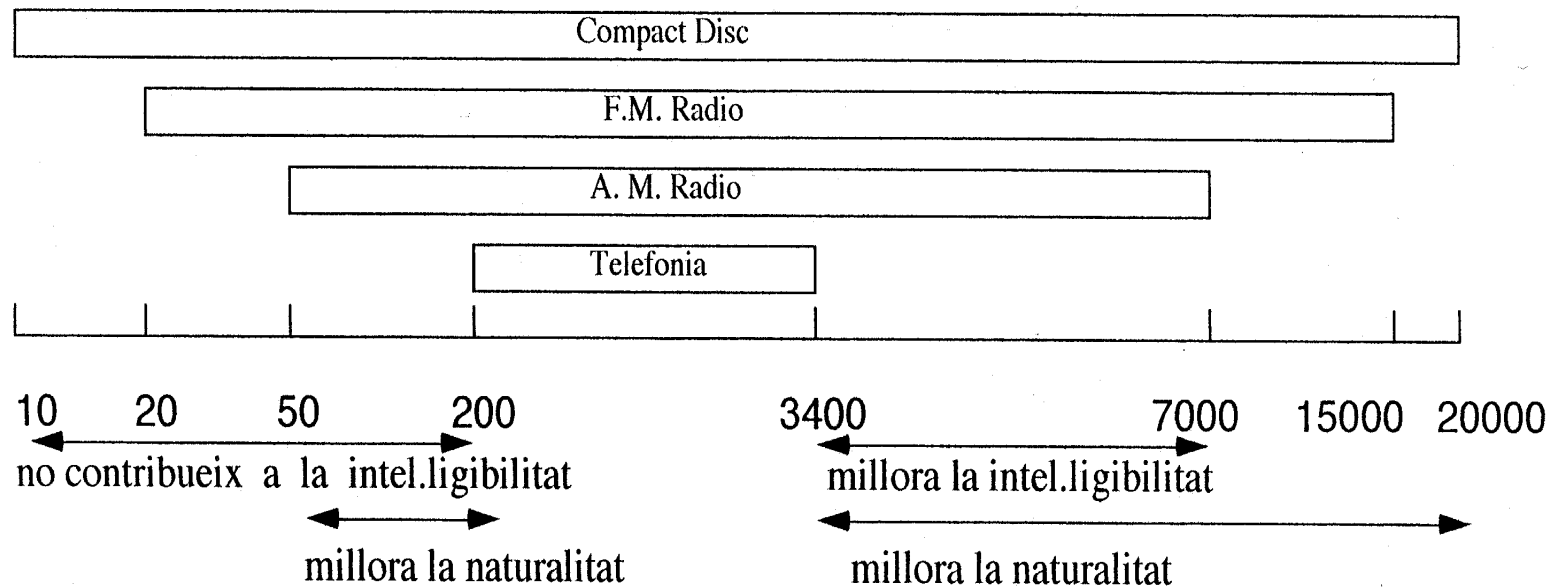
Telefonía (3,4 Khz)		Banda ancha (7 KHz)		Audio (20 KHz)	
PCM	128 Kbps	PCM	224 Kbps	PCM (CD)	1410 Kbps
μ PCM	64 Kbps	SBC	64 Kbps	ASPEC	256 Kbps
ADPCM	32 Kbps	LD-CELP	32 Kbps	PAC	128 Kbps
CELP	13 - 4,8 Kbps	LD-CELP	16 Kbps	MUSICAM	128 Kbps
LPC-10	2,4 Kbps				



Calidad del Habla

- Influencia del ancho de banda
- Medidas objetivas
- Medidas subjetivas: inteligibilidad, naturalidad o aceptación

Influencia del ancho de banda





Medidas de calidad objetivas

Relación Señal a Ruido: $SNR = 10 \log \frac{\sigma_x^2}{\sigma_e^2}$

Relación Señal a Ruido Segmentada:

$$SNR_{seg} = E[SNR(m)]$$

SNR (m) se calcula en tramas de 16 mseg aprox.

Indice de Articulación: $AI = 0.05 \sum_{i=1}^{20} [\min(SNR(i), 30)/30]$

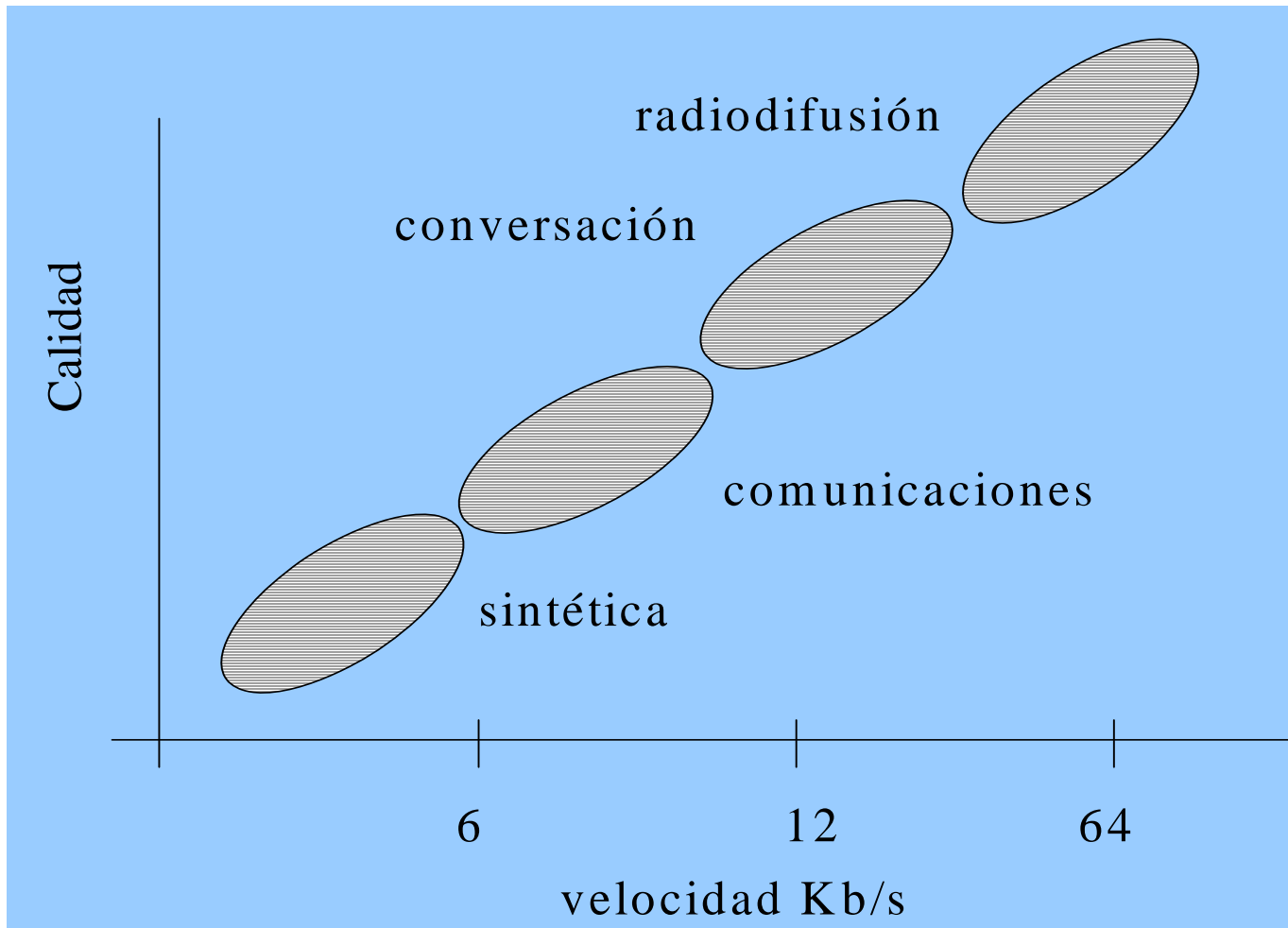
SNR (i) se calcula en 20 subbandas no equiespaciadas.



Bandas frecuenciales con igual índice de articulación

Número	Límites	Media	Número	Límites	Media
1	200-330	270	11	1660-1830	1740
2	330-430	380	12	1830-2020	1920
3	430-560	490	13	2020-2240	2130
4	560-700	630	14	2240-2500	2370
5	700-840	770	15	2500-2820	2660
6	840-1000	920	16	2820-3200	3000
7	1000-1150	1070	17	3200-3650	3400
8	1150-1310	1230	18	3650-4250	3950
9	1310-1480	1400	19	4250-5050	4650
10	1480-1660	1570	20	5050-6100	5600

Calidad vs velocidad

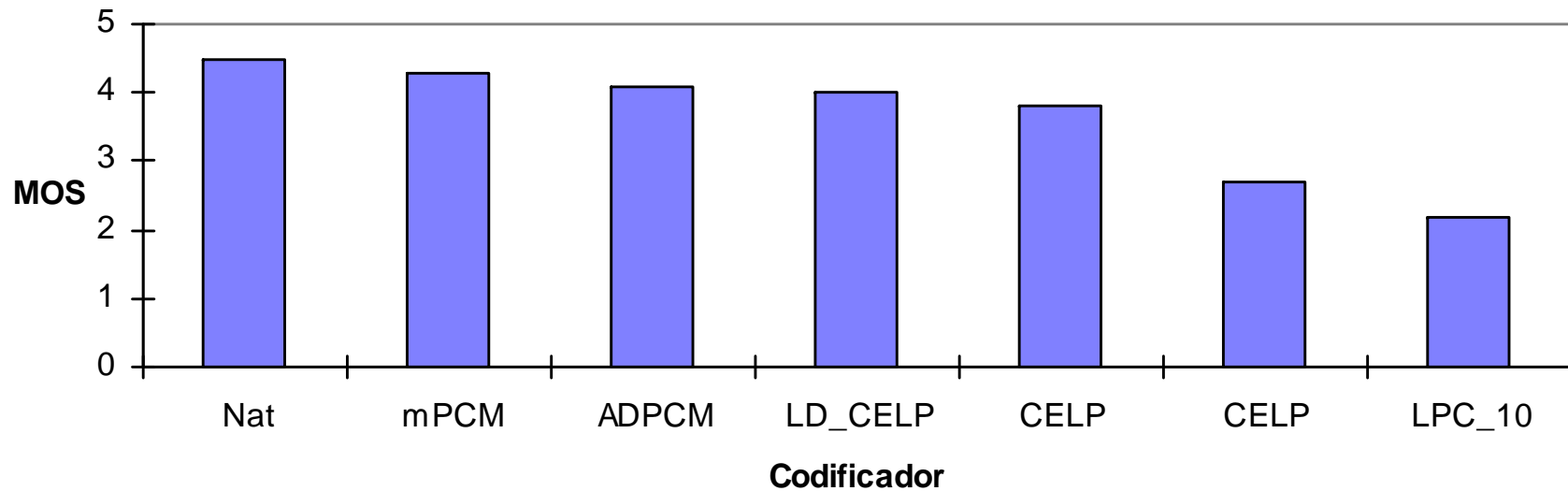




Medidas de calidad subjetivas

- Mean Opinion Score: MOS
 - 1. Mala calidad
 - 2. Pobre calidad. Defectos serios
 - 3. Calidad débil. Defectos apreciables pero aceptables
 - 4. Buena calidad. Defectos muy ligeros
 - 5. Calidad excelente, sin defectos

Medidas de calidad subjetivas





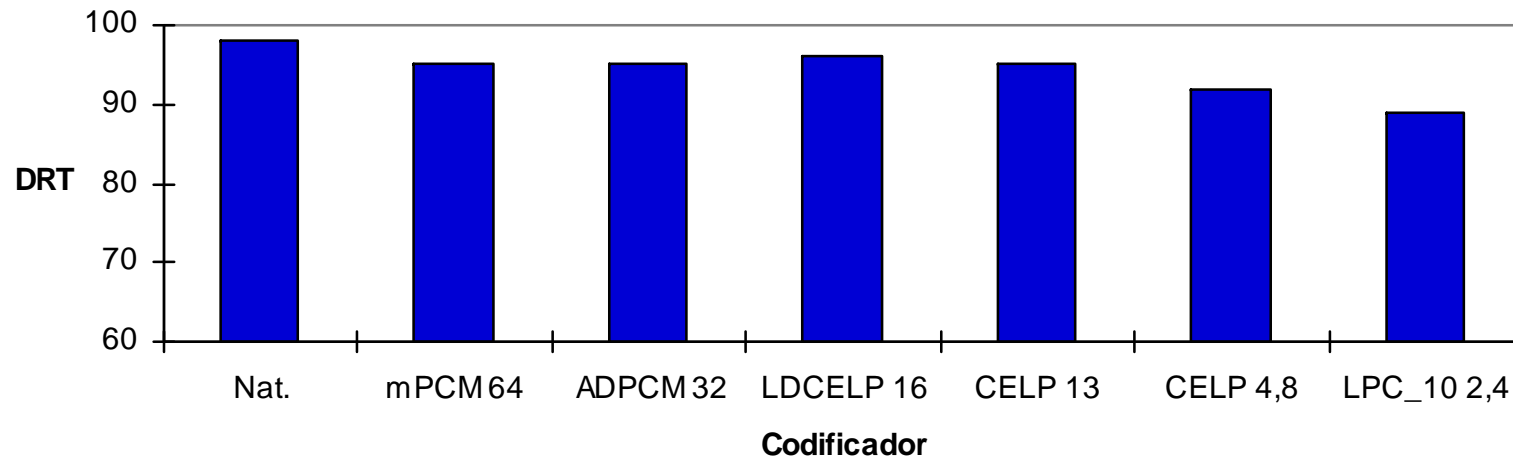
Medidas de calidad subjetivas

- Diagnostic rhyme test: DRT
 - Determina la inteligibilidad distinguiendo palabras que difieren en un fonema:

/casa/ y /pasa/



Medidas de calidad subjetivas





Complejidad Bw telefónico (3,4 Khz.)

Algoritmo	Velocidad	Compresión	MIPS	Aplicación
PCM	128	1	0	red
μ PCM	64	2	0	red
ADPCM	32	4	1	red
LD-CELP	16	8	50	red
LC-CELP	16	8	10	mensajería
RPE-LTP	13	9,7	10	celular
CELP	4,8	26,7	30	seguridad
LPC-10	2,4	53,3	15	seguridad



Complejidad banda ancha (7 Khz)

Algoritmo	Velocidad	Compresión	MIPS	Aplicación
PCM	256	1	0	teleconferencia
SBC	64	4	10	teleconferencia
LD-CELP	32	8	100	teleconferencia
LD-CELP	16	16	400	teleconferencia



Complejidad audio (20 Khz estéreo)

Algoritmo	Velocidad	Compresión	MIPS	Aplicación
PCM (CD)	1410	1	0	audio digital
ASPEC	256	5,5	150	audio digital
PAC	128	11	230	audio digital
MUSICAM	128	11	200	audio digital