

## 4.-Codificación

1. PCM
2. ADPCM
3. Vocoder LPC
4. CELP
5. RELP
6. Normas ITU



## 1.- PCM Pulse Code Modulation

- Técnica de modulación que samplea la amplitud de la señal analógica original en intervalos de tiempos uniformes.
- Compresión de 64Kb/s
- Variantes:
  - USA - Ley  $\mu$
  - Europa – Ley  $a$
- Nombre del Standard ITU-T: G.711



## 1.- PCM Pulse Code Modulation

**Ley  $a$**

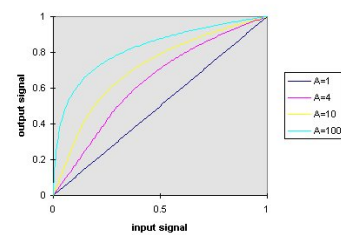
$$V_{compressed} = \frac{A|V_{input}|}{1 + \ln A} \quad 0 \leq |V_{input}| \leq \frac{1}{A}$$

$$V_{compressed} = \frac{1 + \ln(A|V_{input}|)}{1 + \ln A} \quad \frac{1}{A} \leq |V_{input}| \leq 1$$



## 1.- PCM Pulse Code Modulation

**A Law Encoding**



## 1.- PCM Pulse Code Modulation

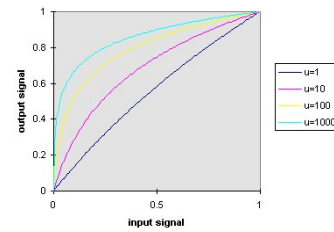
Ley  $\mu$

$$V_{\text{compressed}} = \frac{\ln(1 + \mu |V_{\text{input}}|)}{\ln(1 + \mu)}$$



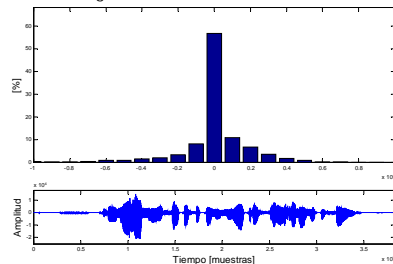
## 1.- PCM Pulse Code Modulation

$\mu$  Law Encoding



## 1.- PCM Pulse Code Modulation

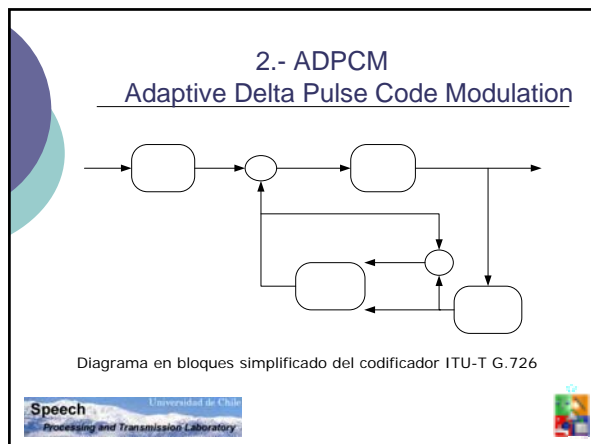
Histograma normalizado de señal de voz



## 2.- ADPCM Adaptive Delta Pulse Code Modulation

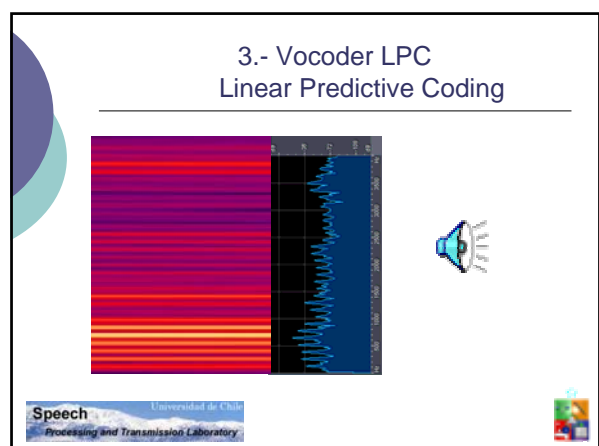
- Codifica el PCM mediante las diferencias entre los valores actuales y anteriores del PCM y es capaz de variar la cuantización en función de la señal a ruido de la señal.
- Es capaz de codificar 8 bits de pcm en solo 4 bits adpcm
- Puede llegar a niveles de 32Kbit/s e incluso 24Kbit/s
- Nombre del Standard ITU-T: G.726





- ### 2.- ADPCM Adaptive Delta Pulse Code Modulation
1. Entrada PCM convencional
  2. Suma entre señal pcm y realimentación
  3. Se aplica un Cuantizador Adaptivo
  4. Se bifurca hacia la realimentación aplicando cuantización adaptiva inversa.
  5. Se suma esta señal a un predictor adaptivo, terminando la realimentación.
  6. Salida final de la señal en ADPCM
- Speech Universidad de Chile  
Processing and Transmission Laboratory

- ### 3.- Vocoder LPC Linear Predictive Coding
- Técnica utilizada para calcular los coeficientes que representan la señal residual de la voz y los formantes.
  - En base a estos coeficientes, se puede reconstruir la señal en el destino mediante la implementación de un filtro en base a estos coeficientes.
- Speech Universidad de Chile  
Processing and Transmission Laboratory

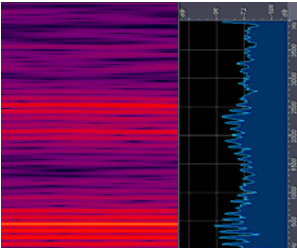


Entrada PCM (64kbit/s)      Conversión PCM Uniforme      Señal de Entrada      +      Señal de diferencia      +      Señal estimada


3

### 3.- Vocoder LPC Linear Predictive Coding

---




A spectrogram and waveform of a speech signal. The spectrogram on the left shows frequency content over time, with a color scale from 0 to 100. The waveform on the right shows the amplitude of the signal over time, with a scale from -10 to 10. The time axis for both plots ranges from 0.00 to 0.05 seconds.

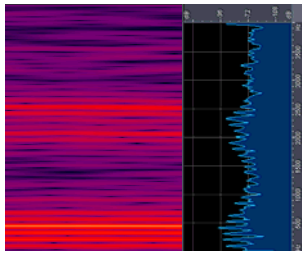


A small icon of a speaker with sound waves, indicating audio output.

Universidad de Chile  
Speech Processing and Transmission Laboratory

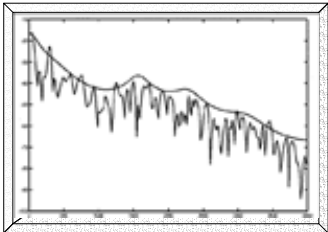


A small logo in the bottom right corner, featuring a stylized 'C' and a small image of a person.



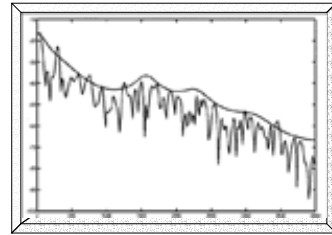

Speech  
Processing and Transmission Laboratory

### 3.- Vocoder LPC



Respuesta del filtro lineal todo polo, como envolvente del espectro de la señal

Universidad de Chile  
Speech Processing and Transmission Laboratory





Respuesta del filtro lineal todo polo, como envolvente del espectro de la señal

Speech Processing and Transmission Laboratory

## 4.- CELP

### Code-Excited Linear Predictive

- Descomposición de la señal de voz, tomando en cuenta características de periodicidad.
- Se deja una señal plana semejante a un ruido aleatorio.
- Se realiza sobre segmentos de voz denominados *frames*, y no muestra-a-muestra.
- Muestras por *frame* van entre 80 y 280.
- Muestreadas a 8 kHz corresponden a 10 y 35 milisegundos respectivamente.

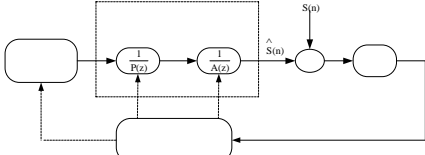


- Descomposición de la señal de voz, tomando en cuenta características de periodicidad.
- Se deja una señal plana semejante a un ruido aleatorio.
- Se realiza sobre segmentos de voz denominados *frames*, y no muestra-a-muestra.
- Muestras por *frame* van entre 80 y 280.
- Muestreadas a 8 kHz corresponden a 10 y 35 milisegundos respectivamente.

**Speech** Universidad de Chile  
Processing and Transmission Laboratory

## 4.- CELP

### Code-Excited Linear Predictive

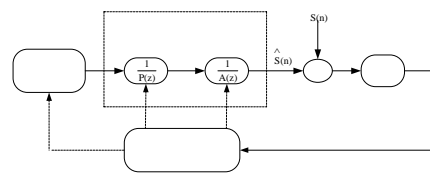



Esquema básico de codificadores CELP

Speech

Universidad de Chile

Processing and Transmission Laboratory



### Esquema básico de codificadores CELP

**Speech**  
Processing and Transmission Laboratory

#### 4.- CELP Code-Excited Linear Predictive

- Sistema realimentado.
- Se pasa por dos Predictores (Corto y Largo Término).
- Se introduce la señal sumándola a la salida de los predictores.
- Se hace pasar por un filtro perceptivo ponderado.
- Un algoritmo de optimización maneja los predictores con la señal pasada por el filtro perceptivo.
- Se vuelve al ciclo mediante la excitación.
- Proceso repetitivo hasta lograr una señal plana semejante a un ruido aleatorio.

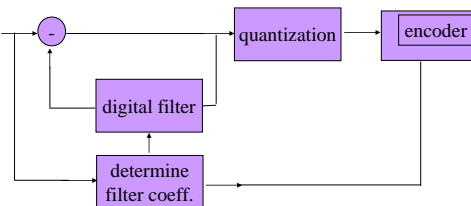


#### 5.- RELP

- Esencialmente sigue la misma metodología que el DPCM, sólo que la señal es dividida en bloques de 20 milisegundos, donde para cada uno se obtiene el predictor óptimo.
- Operación de 4.8 a 16Kbps



#### 5.- RELP



#### 6.- Normas ITU

- [ITU-T G.729](#) CS-ACELP encoder/decoder
- [ITU-T G.729A](#) Annex A, Reduced Complexity 8k bps CS-ACELP encoder/decoder
- [ITU-T G.729B/G.729AB](#) Annex B adds VAD & CNG to G.729/G.729AB
- [ITU-T G.728](#) G.728 LD-CELP vocoder
- [ITU-T G.726](#) ADPCM encoder/decoder
- [ITU-T G.723.1](#) PCM encoder/decoder
- [ITU-T G.722](#) ADPCM encoder/decoder
- [ITU-T G.711](#) Compression/decompression algorithm

