

Som e placas de som

INF01112

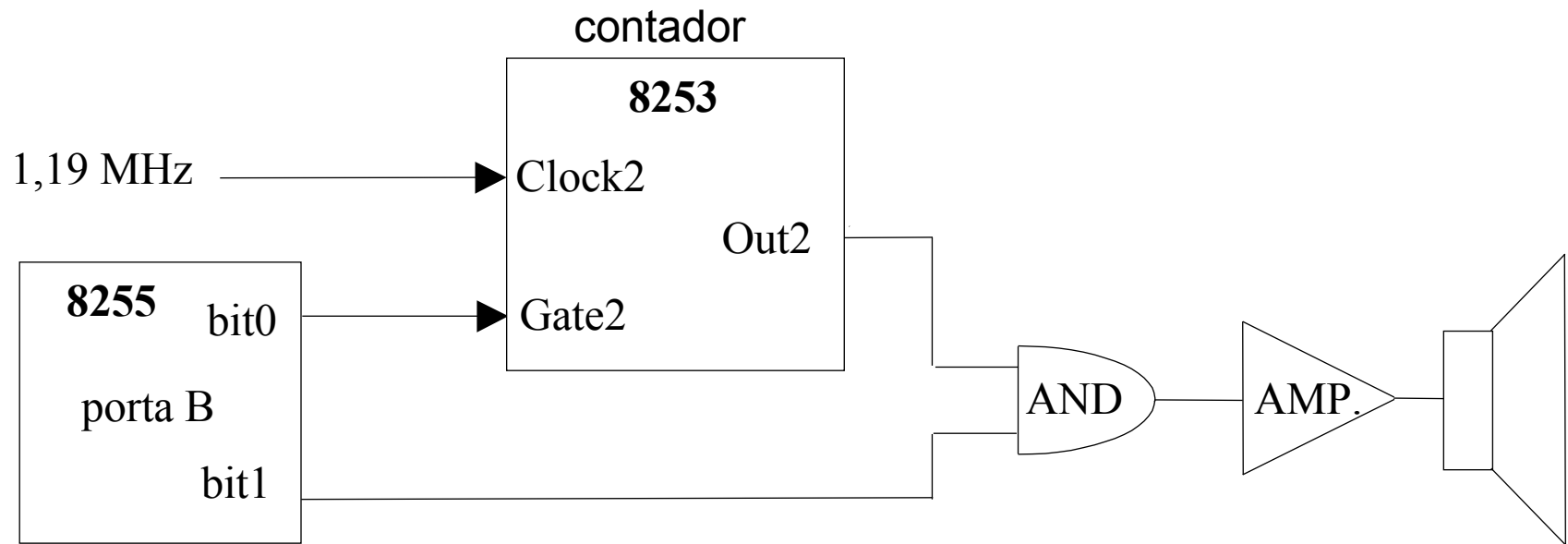
2008

Som - teoria musical

Nota	Frequência	Nota	Frequência	Nota	Frequência
Dó 4	261,63	Dó 5	523,25	Dó 6	1046,50
Dó # 4	277,19	Dó # 5	554,38	Dó # 6	1108,76
Ré 4	293,66	Ré 5	587,33	Ré 6	1174,66
Ré # 4	311,12	Ré # 5	622,24	Ré # 6	1244,48
Mi 4	329,63	Mi 5	659,26	Mi 6	1328,51
Fá 4	349,23	Fá 5	698,46	Fá 6	1396,91
Fá # 4	370,00	Fá # 5	740,00	Fá # 6	1480,00
Sol 4	392,00	Sol 5	783,99	Sol 6	1567,98
Sol # 4	415,31	Sol # 5	830,62	Sol # 6	1661,24
Lá 4	440,00	Lá 5	880,00	Lá 6	1760,00
Lá # 4	466,16	Lá # 5	932,32	Lá # 6	1864,65
Si 4	493,88	Si 5	987,77	Si 6	1975,53

$$\text{Frequência} = 440 * 2 ^ {(\text{oitava} - 4 + (\text{nota}-10)/12)}$$

Som no IBM-PC (alto-falante)



Frequência = 1.193.180 / contador
Somente onda quadrada
Sem controle de volume

Análise de Fourier

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cdot \cos(n \cdot \omega_0 \cdot t) + b_n \cdot \text{sen}(n \cdot \omega_0 \cdot t)$$

para t variando no intervalo $t_0 < t < t_0 + T$, onde ~~$\omega_0 = 2\pi/T$~~

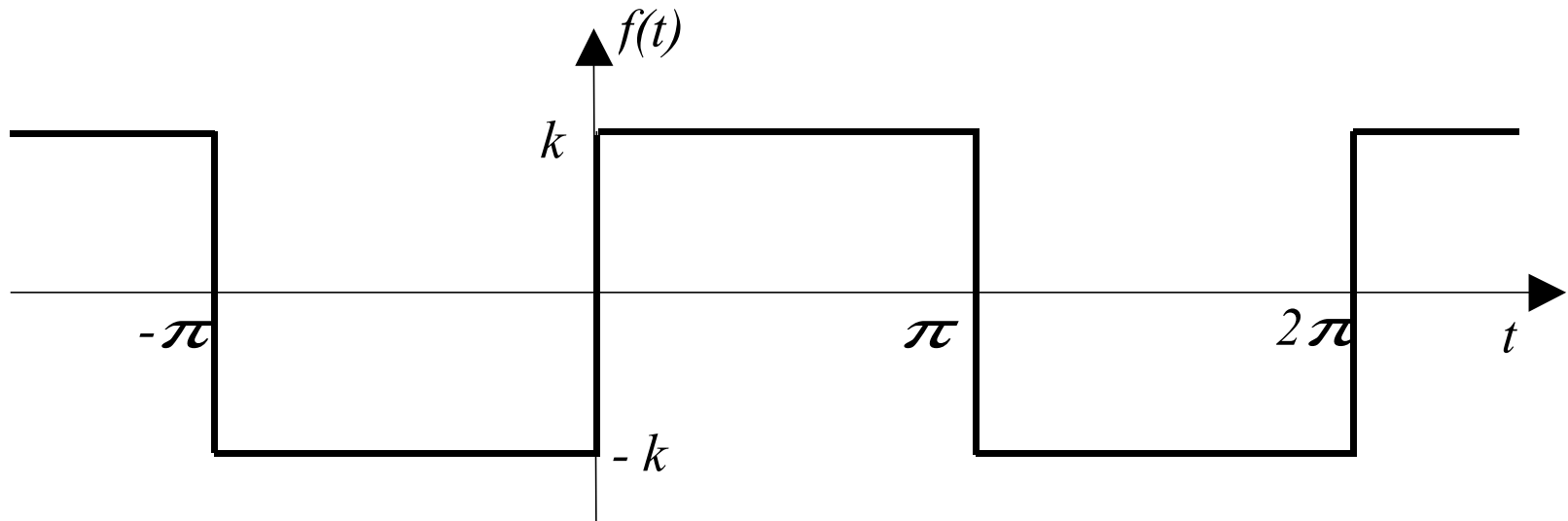
$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{t=t_0}^{t=t_0+T} f(t) \cdot dt$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{t=t_0}^{t=t_0+T} f(t) \cdot \cos(n \cdot \omega_0 \cdot t) dt$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{t=t_0}^{t=t_0+T} f(t) \cdot \text{sen}(n \cdot \omega_0 \cdot t) dt$$

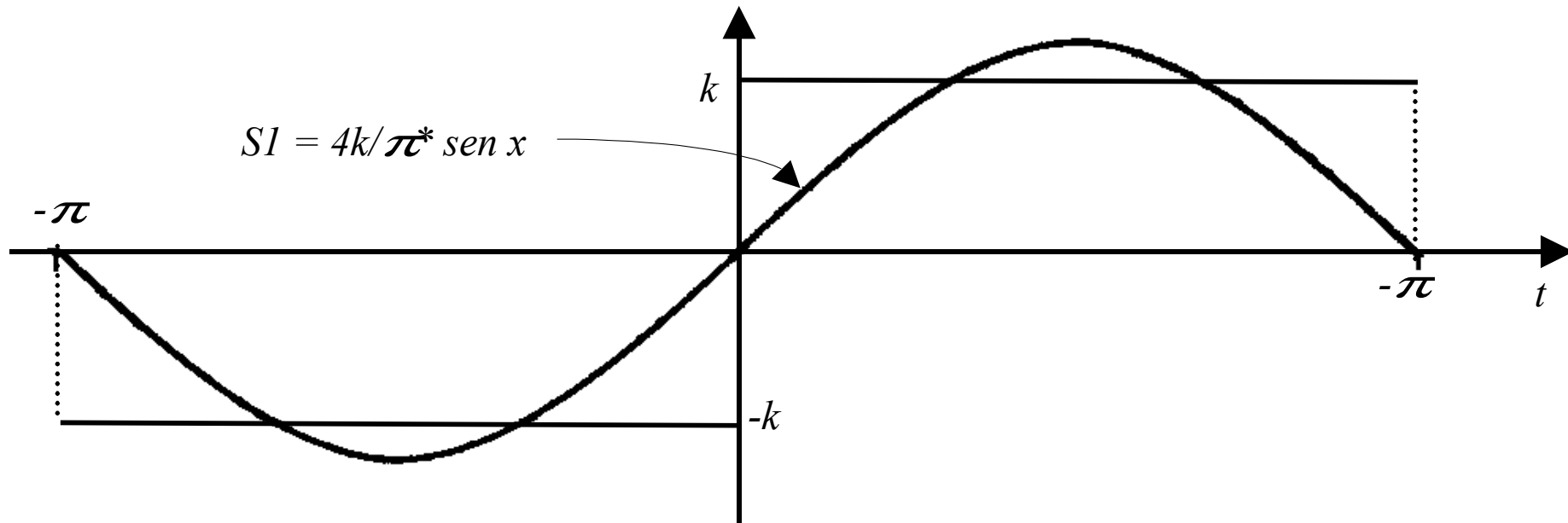
também usado para
síntese de sons

Exemplo: Onda quadrada

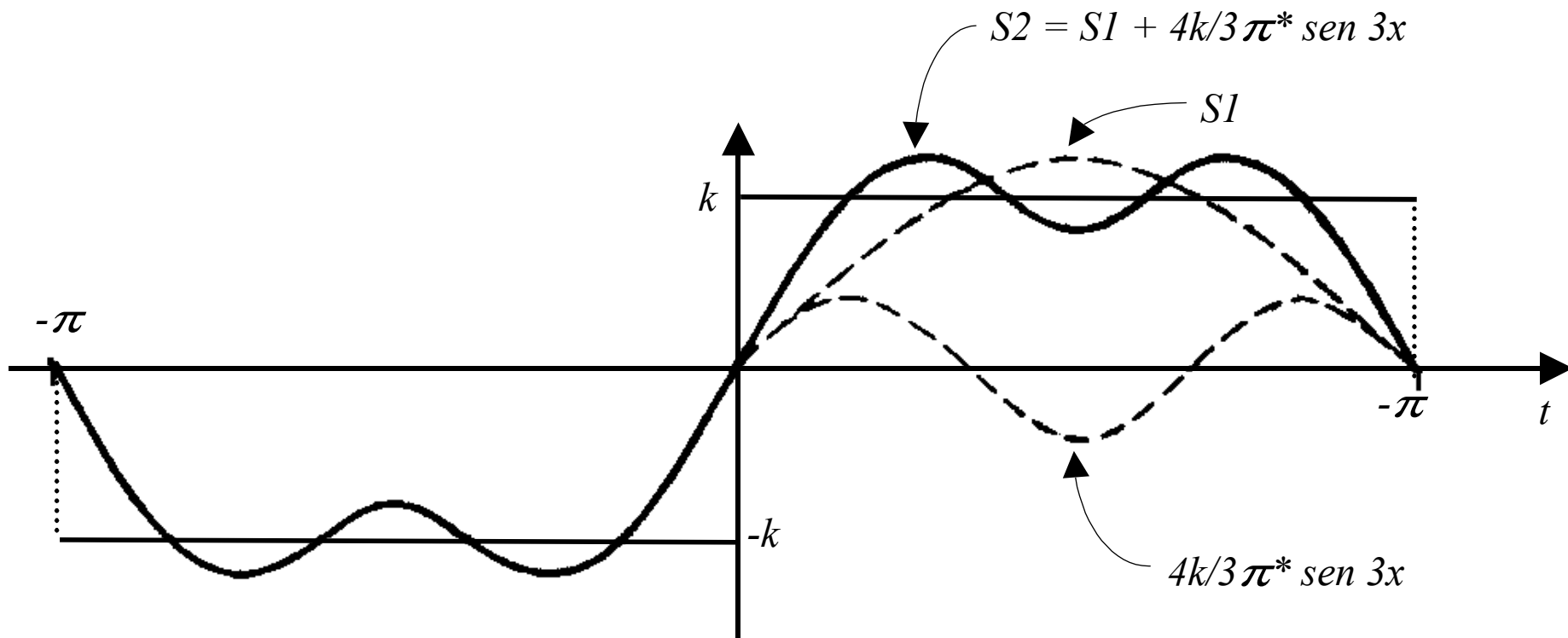


quais os componentes de uma onda quadrada?

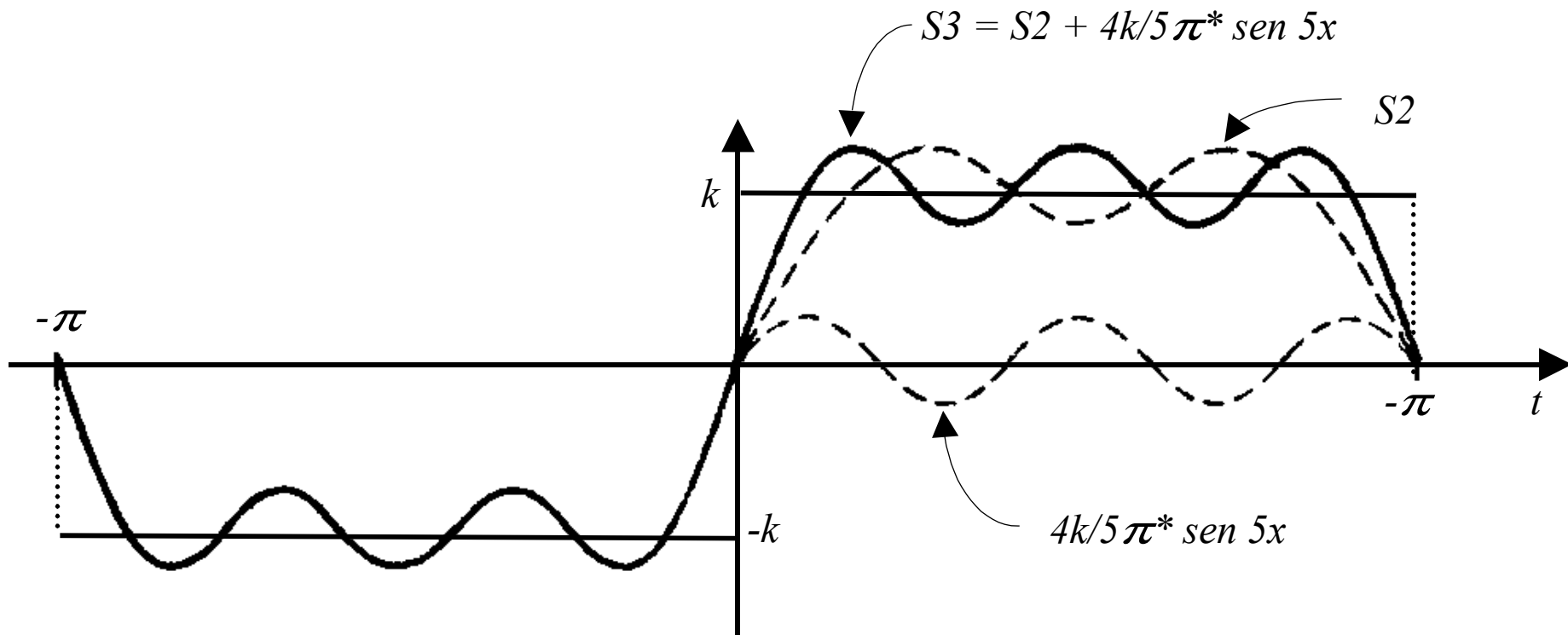
Primeira componente: senóide de mesma frequência



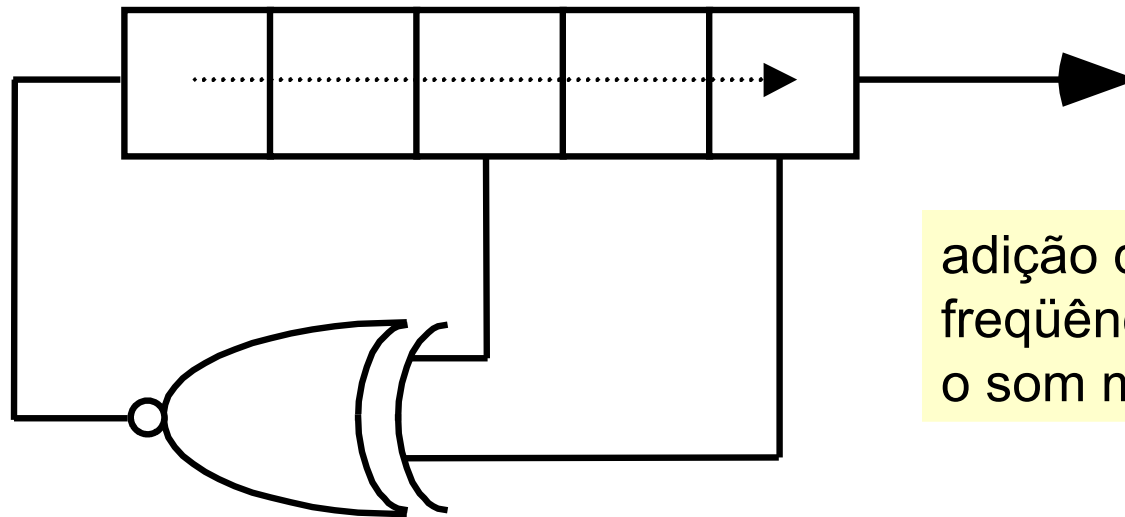
Segunda componente: senóide do triplo da frequência



Terceira componente: senóide do quíntuplo da frequência



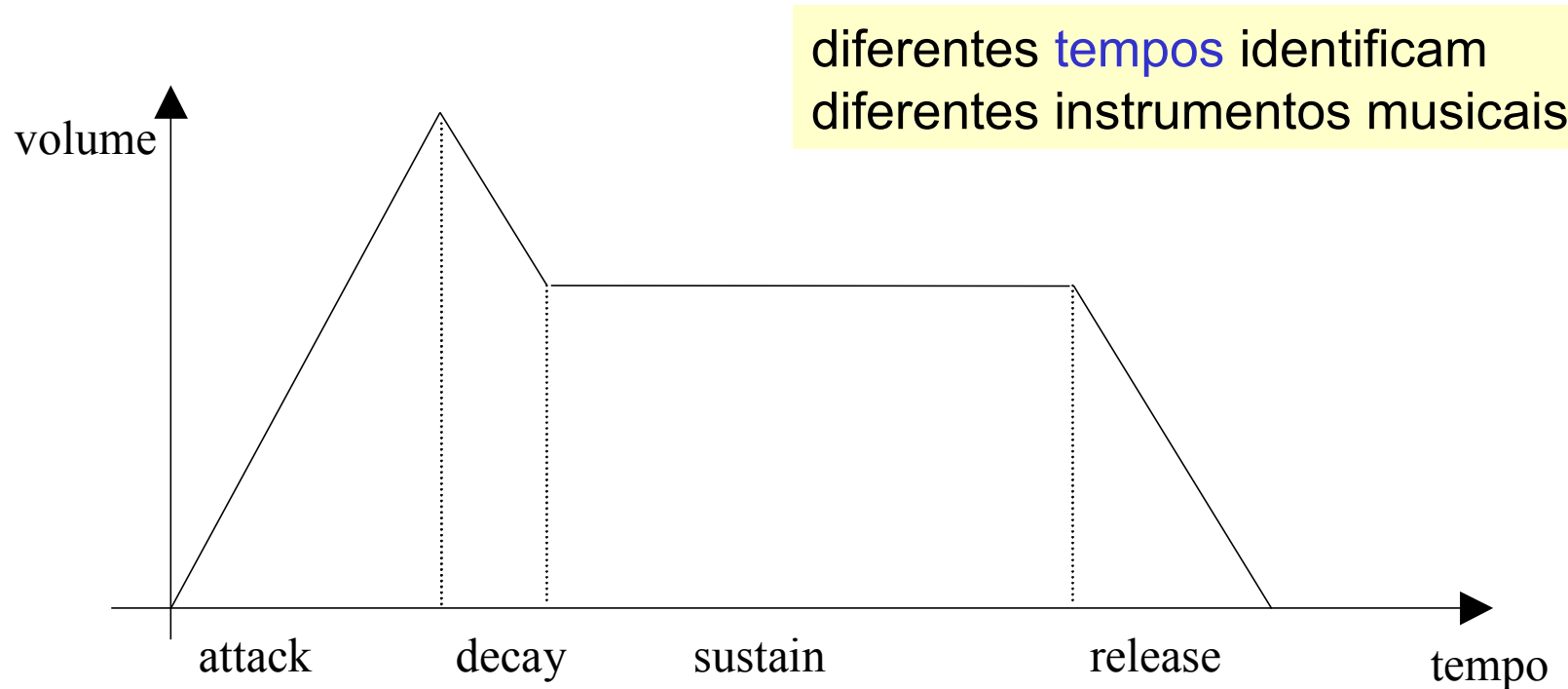
Gerador de ruído (sequência pseudo-aleatória)



adição de **ruídos** a
frequências puras torna
o som mais natural

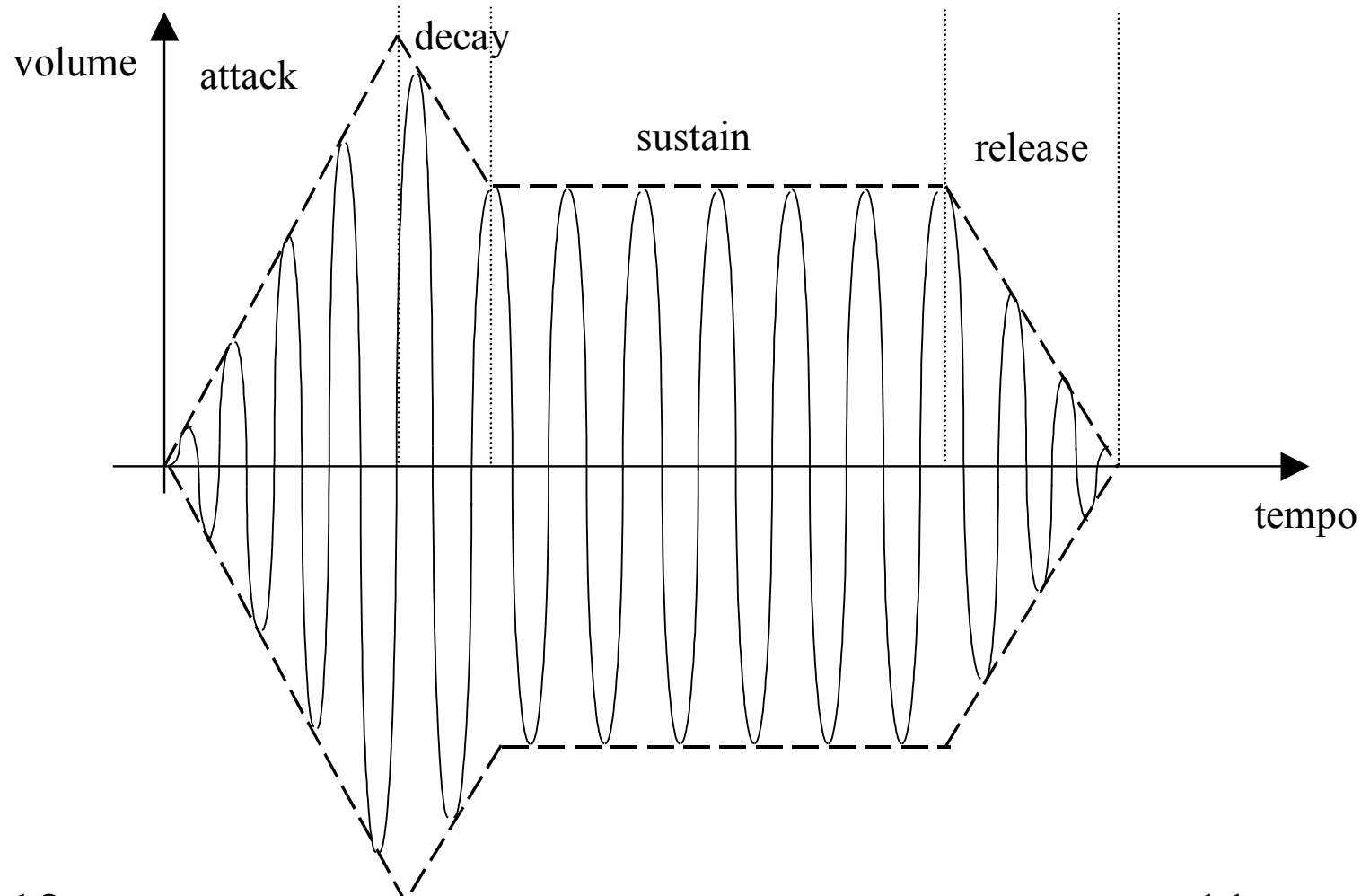
Exemplo: Atari de 8 bits com 3 geradores de ruído -
geração de barulho de fogo, vento, metralhadora, carro,
avalanche, queda d'água, cortador de grama, ...

Tempos de uma nota musical



pode ser usado para sintetizar sons de instrumentos
Bob Moog - 1964

Gerador de envoltória



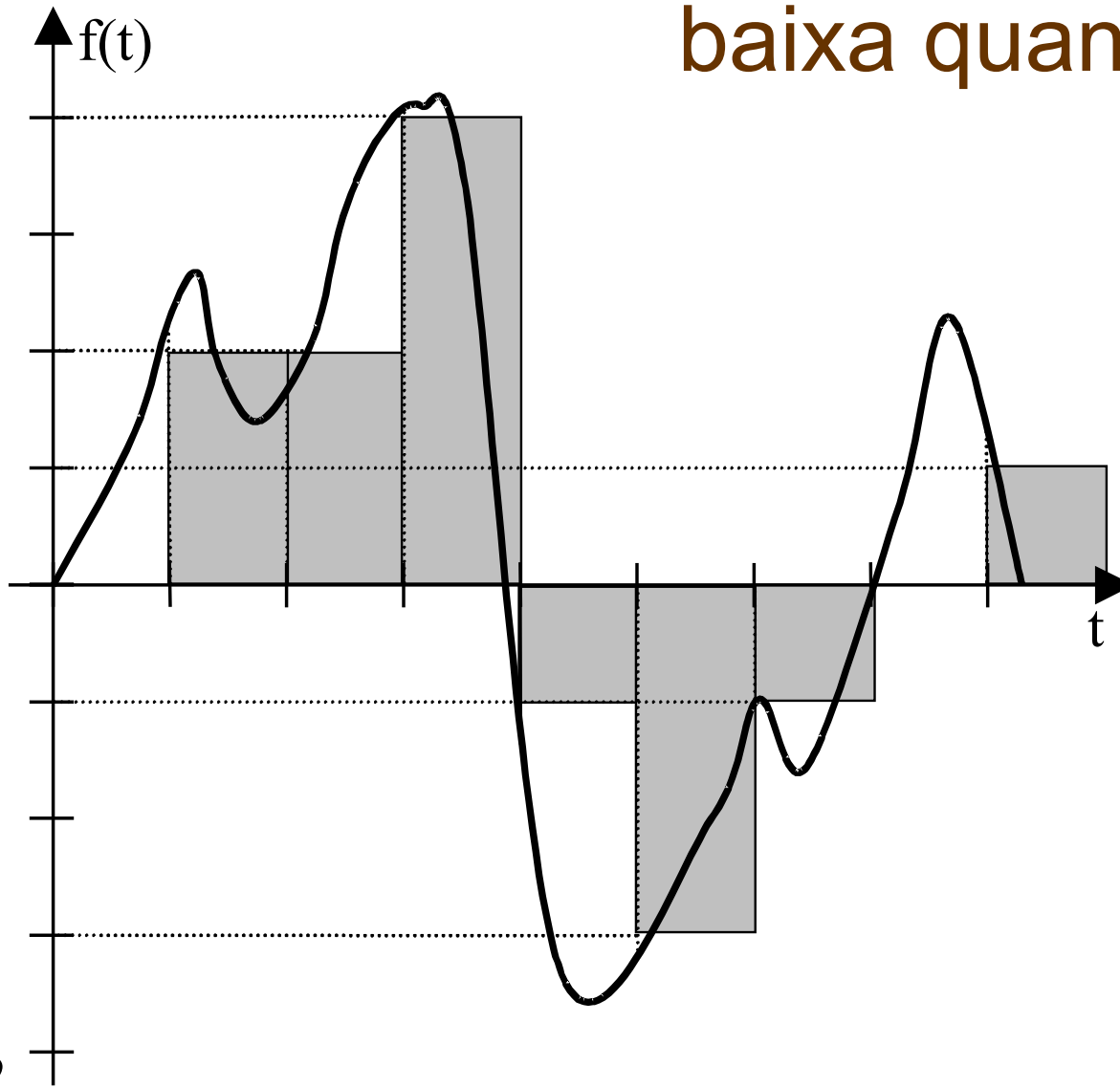
Geração de som

- som sintetizado
 - normalmente usado para música
 - usa uma técnica mais simples que síntese por Fourier: combinação de duas senóides puras (portadora e moduladora)

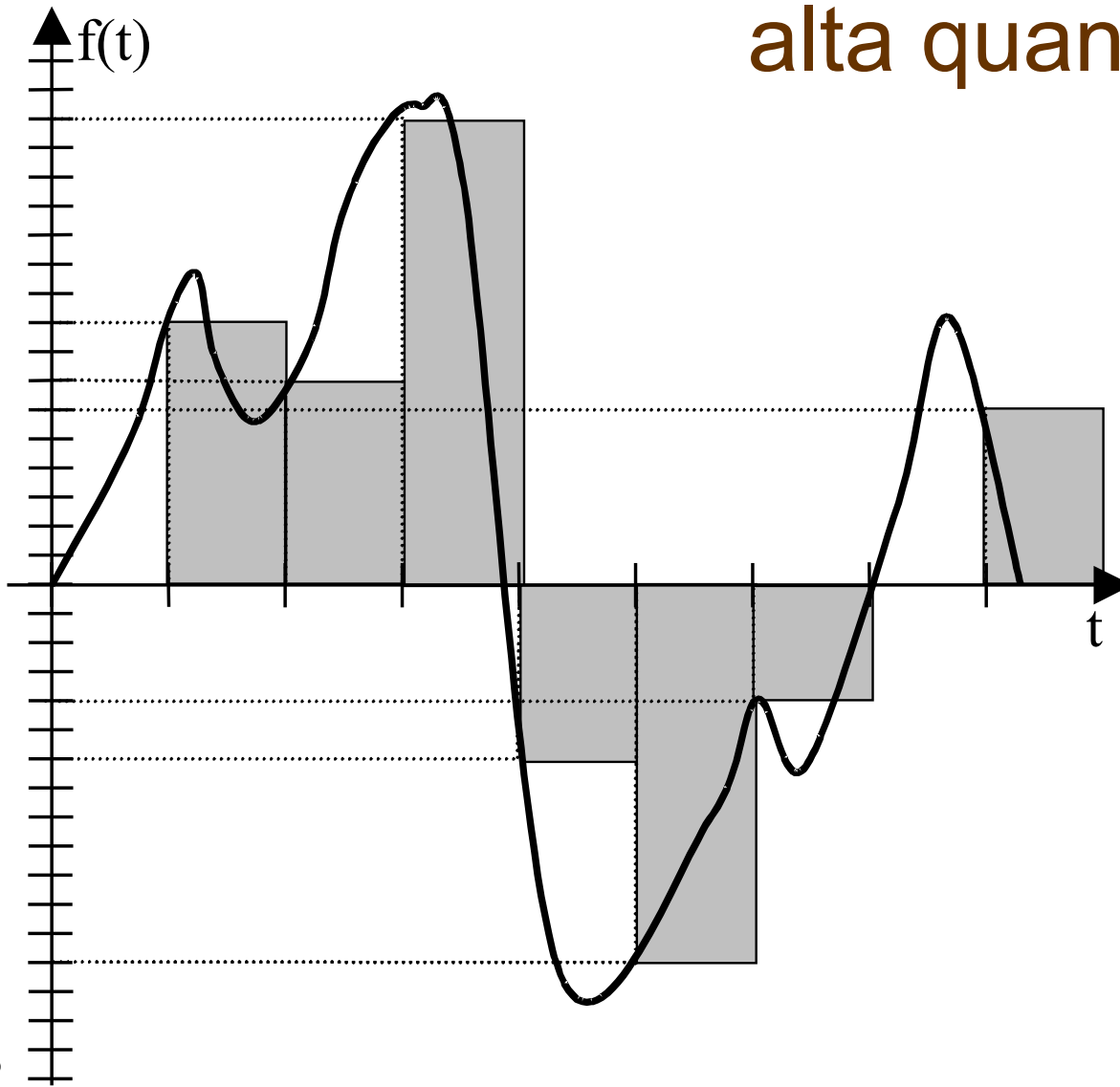
sintetizadores FM atuais
usam 2 ou 4 operadores

- som codificado
 - PCM: pulse code modulation
- geração por tabelas

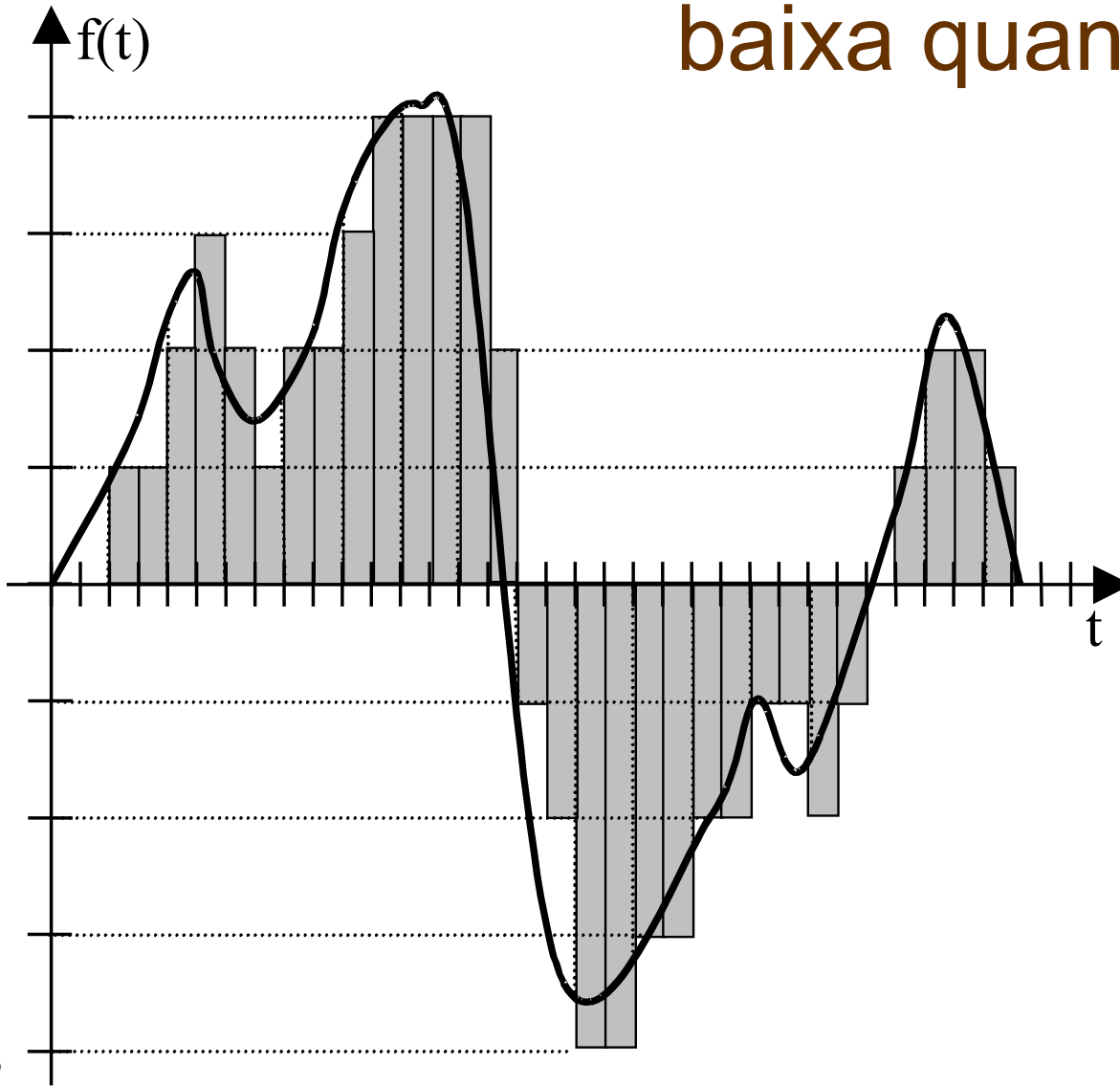
Baixa taxa de amostragem baixa quantização



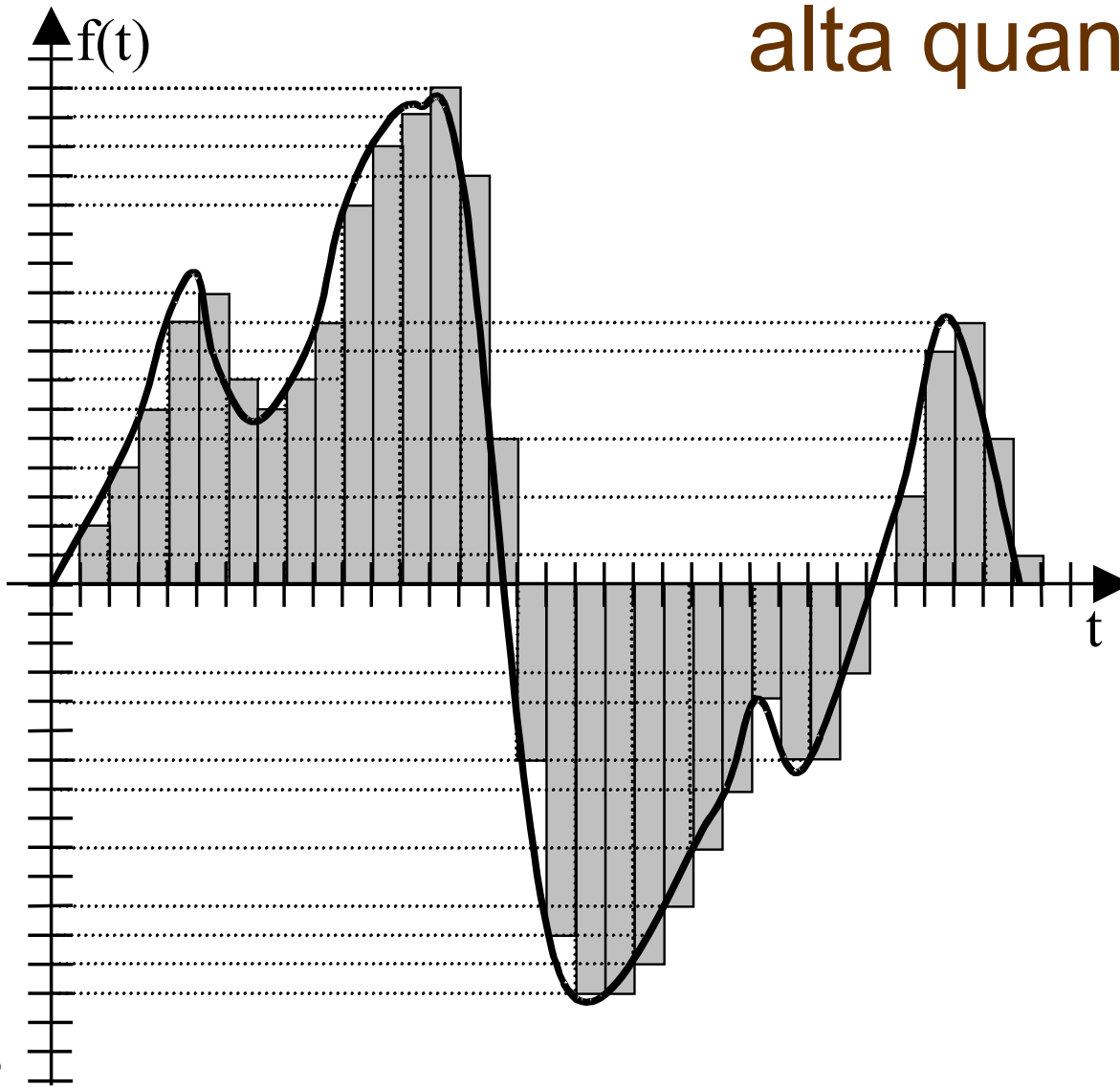
Baixa taxa de amostragem alta quantização



Alta taxa de amostragem baixa quantização



Alta taxa de amostragem alta quantização



Tamanhos de arquivos

Amostra	Taxa	Canais	Bytes/seg	Bytes/min
8	11.025	1	11.025	661.500
8	22.050	1	22.050	1.323.000
8	44.100	1	44.100	2.646.000
8	11.025	2	22.050	1.323.000
8	22.050	2	44.100	2.646.000
8	44.100	2	88.200	5.292.000
16	11.025	1	22.050	1.323.000
16	22.050	1	44.100	2.646.000
16	44.100	1	88.200	5.292.000
16	11.025	2	44.100	2.646.000
16	22.050	2	88.200	5.292.000
16	44.100	2	176.400	10.584.000

Necessidades

- Qualidade telefônica: 8KHz, 8 bits (máx. 12)
- Rádio AM: 10KHz, 12 bits
- Voz humana: 16KHz, 14 bits
- Rádio FM: 25 KHz, 16 bits
- Qualidade de CD: 44,1 KHz, 16 bits

Geração de tabelas

- mistura de técnicas
 - amostragem digital de sons de instrumentos
 - armazenagem em tabelas
 - geração por mistura de som das tabelas
- tabelas são tipicamente ROM
- processamento exige RAM, seja da placa, seja do processador

Compressão

Lei μ :

$$y(x) = \frac{V \cdot \log(1 + \mu x / V)}{\log(1 + \mu)}$$

Lei A :

$$y(x) = \frac{A \cdot x}{1 + \log A} \quad \text{Valores de } x \text{ menores que } A$$

$$y(x) = \frac{V \cdot (1 + \log(Ax / V))}{1 + \log A} \quad \text{Valores maiores que } A$$

Portas Sound Blaster

base=
220H,
240H,
260H,
280H

Offset	Descrição	Acesso
00H	FM Music Status Port	read
00H	FM Music Register Address Port	write
01H	FM Music Data Port	write only
02H	Advanced FM Music Status Port	read
02H	Advanced FM Music Register Address Port	write
03H	Advanced FM Music Data Port	write only
04H	Mixer Chip Register Address Port	write only
05H	Mixer Chip Data Port	read/write
06H	DSP Reset	write only
08H	FM Music Status Port	read
08H	FM Music Register Port	write
09H	FM Music Data Port	write only
0AH	DSP Read Data Port	read only
0CH	DSP Write Command/Data	write
0CH	DSP Write-Buffer Status (bit 7)	read
0EH	DSP Read-Buffer Status (bit 7)	read only
10H	CD-ROM Command or Data Register	read/write
11H	CD-ROM Status Register	read only
12H	CD-ROM Reset Register	write only
13H	CD-ROM Enable Register	write only

Porta MIDI

base=300H, 330H

Offset	Descrição	Acesso
00H	Data Port	read/write
01H	Status Port	read
01H	Command Port	write

- velocidade: 31250 bps
- 8 bits de dados, 1 start bit e 1 stop bit
- transmissão assíncrona
- conector DIN de 5 pinos

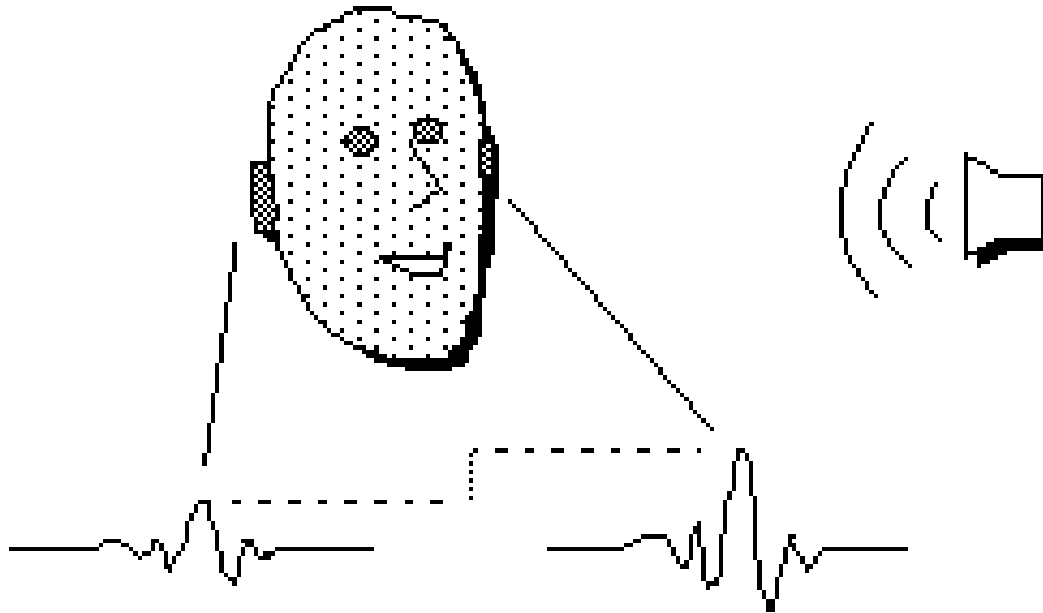
Placas Sound Blaster

Função	SB 8	SB Pro	SB 16	SB16 ASP	SB 32	SB 64	PCI128
Taxa de amostragem (KHz)	4 a 15	4 a 44,1	4 a 44,1	4 a 44,1	4 a 45	4 a 45	4 a 48
Taxa de reprodução (KHz)	4 a 44,1	4 a 44,1	4 a 44,1	4 a 44,1	4 a 45	4 a 45	4 a 48
Estéreo	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Quatro alto-falantes	não	não	não	não	não	não	sim
Processamento (bits)	8	8	8/16	8/16	8/16	8/16	8/16
Sintetizador FM	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
vozes com 2 operadores	11	20	20	20	20	20	20
vozes com 4 operadores	11	11	11	11	11	11	11
Sintetizador Wave Table	não	não	não	não	sim	sim	sim
vozes	--	--	--	--	32	64	128
Misturador (mixer)	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Controle de tom	não	não	sim	sim	sim	sim	sim
Compressão de hardware	não	não	não	sim	não	não	não
Conector	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA	ISA	PCI

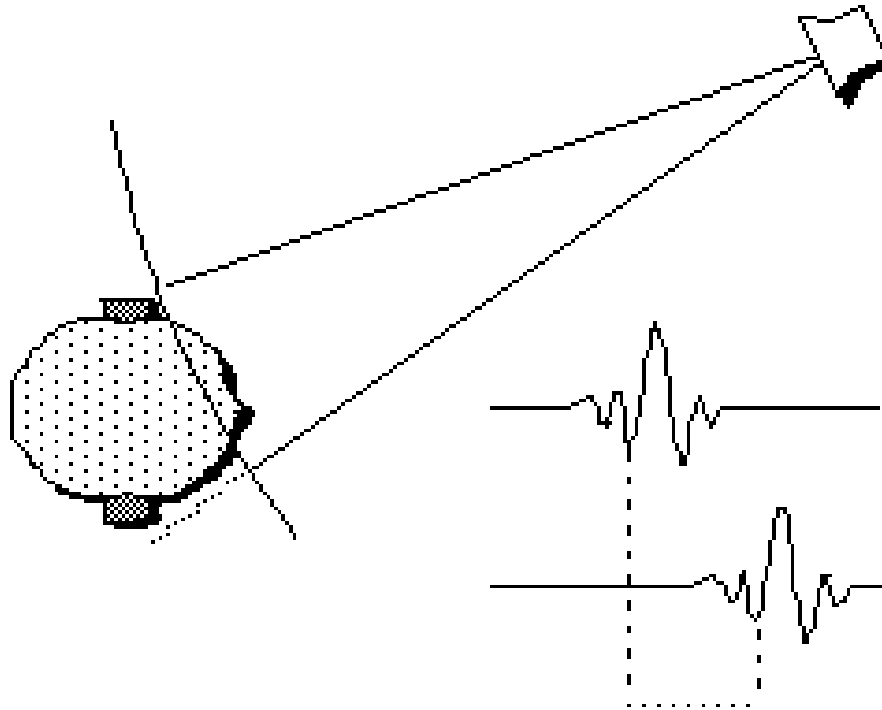
Som 3D

- Mono
 - uma única fonte do som (0 D)
- Estéreo
 - duas fontes de som (dois alto-falantes) (1 D)
- Som surround
 - várias fontes de som, localizadas ao redor do ouvinte (2 D, esquerda/direita, frente/atrás)
- Som 3D
 - duas ou mais fontes de som
 - pretende reproduzir o som tal como recebido pelos dois ouvidos
 - som em três coordenadas (esquerda/direita, frente/atrás, acima/abaixo)

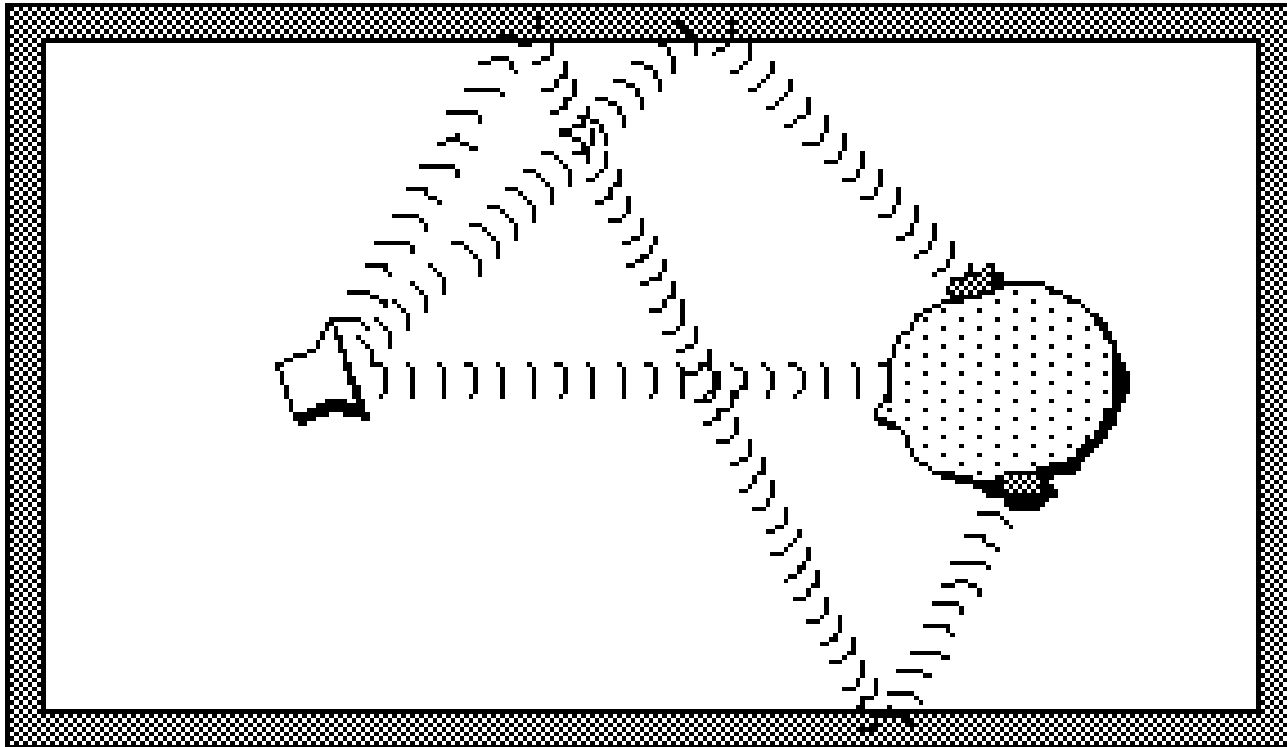
Interaural Intensity Difference (IID)



Interaural Time Difference (ITD)



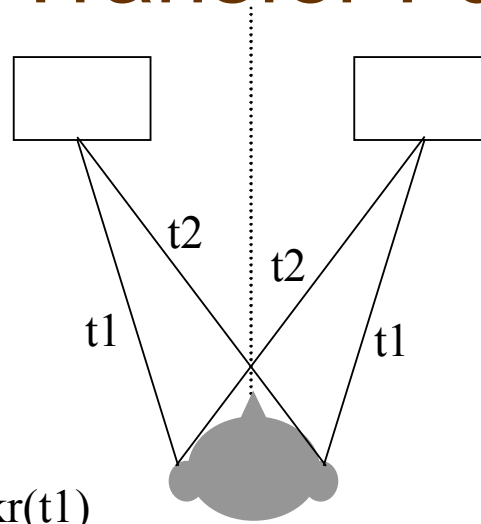
Direct to Reverberant Ratio (DRR)



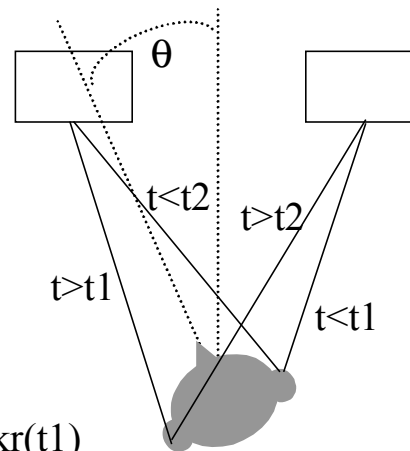
Head-Related Transfer Function

HRTF

Left Ear =
 $\text{RightSpkr}(t_2) + \text{LeftSpkr}(t_1)$



Left Ear \neq
 $\text{RightSpkr}(t_2) + \text{LeftSpkr}(t_1)$



Alto-falantes

- Resposta em frequência
 - de 20 Hz até 20 KHz
 - alto-falantes específicos para frequências baixas (woofers e subwoofers), médias e altas (tweeters).
- Distorção Harmônica Total
 - aceitável 0,1%,
 - estúdios de gravação 0,05%.
 - alto-falantes em computadores 10%
 - fones de ouvido distorção em torno de 2%

THD - total harmonic distortion

Alto-falantes

- Potência
 - medida em Watts
 - especifica a quantidade de amplificação disponível
 - o padrão acurado é o valor RMS (root mean squared), que indica o valor médio contínuo ao longo do tempo

Alto-falantes

- Baixas frequências
- Woofer – de 40 Hz até 1 KHz
- Tweeter – de 2KHz a 20 KHz
 - Velocidade do som no ar: 340 m/s
 - Onda de 34 Hz: 10 m
 - Onda de 340 Hz: 1 m (um Woofer chega)
 - Onda de 3400 Hz: 0,1 m (10 cm) (vários Tweeters)
 - Onda de 20 KHz: 1,7 cm