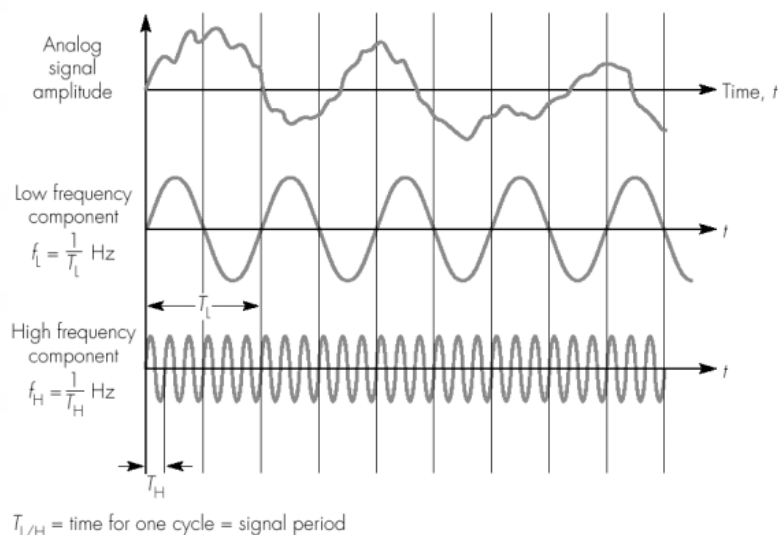


Tópicos

- ✓ Introdução
- • Representação de Informação Multimídia
- • Digitalização
- • Mídias Texto, Imagem, Áudio e Vídeo
- Compressão, Padrões de Compressão
- Comunicação Multimídia
- Protocolos de Rede, Redes Locais
- Redes Sem Fio, Bluetooth
- Sincronismo de Mídias
- Qualidade de Serviço
- Tópicos Avançados: Criptografia, Watermarking;
- Realidade Virtual
- Serviços Multimídia: Video Sob Demanda, Videoconferência
- Sistemas Multimídia Avançados: Ambientes Virtuais Colaborativos

Princípios de Digitalização Sinal Analógico

- Amplitude do sinal varia continuamente com o tempo

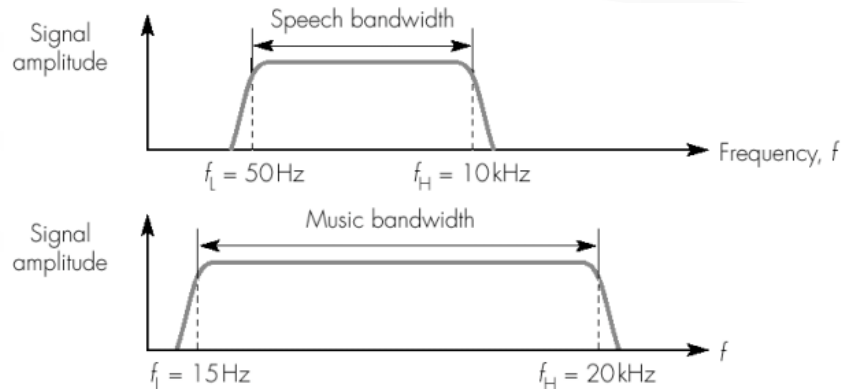


- Análise de Fourier é uma técnica matemática que pode ser usada para mostrar que qualquer sinal analógico, com variação no tempo, é composto de uma soma, possivelmente infinita, de componentes de frequência simples e senoidal, cuja amplitude e fase variam uniformemente.

Princípios de Digitalização

Sinal Analógico

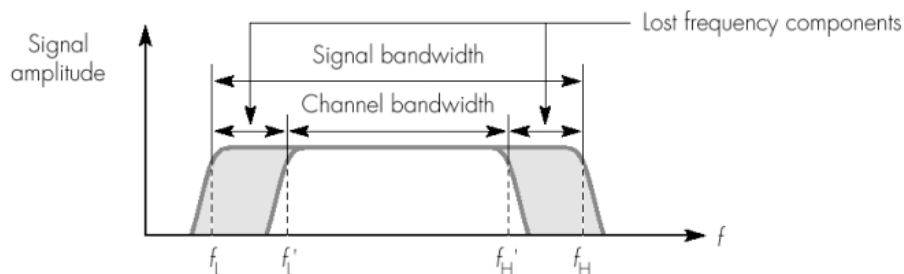
- As faixa de frequências dos componentes de um sinal analógico compõe o que é chamado banda passante do sinal (*signal bandwidth*).



- Sinal de voz: 50Hz a 10KHz
- Música de Orquestra: 15Hz a 20KHz

Princípios de Digitalização

Sinal Analógico

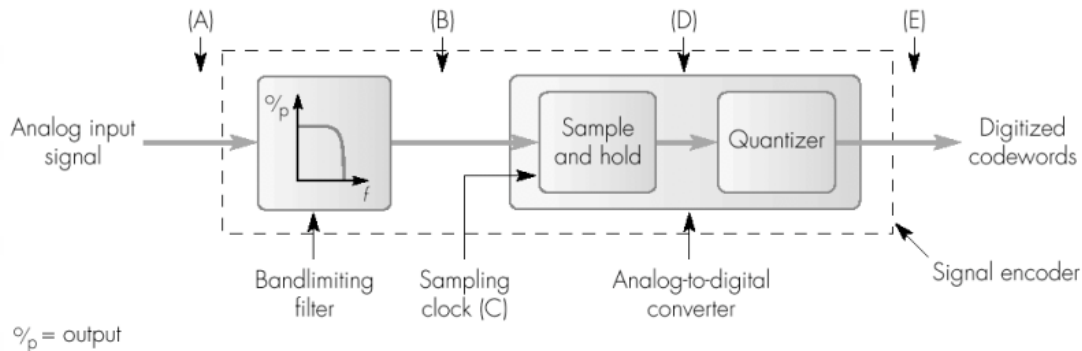


f'_L and f'_H are known as the cut off frequencies of the channel

- Limitação de Banda do Canal de Comunicação
 - Quando um sinal analógico é transmitido em uma rede, é ideal que a banda passante da rede seja igual ou superior àquela do sinal.
 - Caso a banda da rede seja *menor* que a banda do sinal, haverá perda irrecuperável da qualidade do sinal, pela perda das componentes de alta e/ou baixa frequência.

Princípios de Digitalização

Codificadores de Sinal



- A conversão de um sinal analógico em digital é realizado por um circuito eletrônico chamado Codificador de Sinal.
- Composto de dois circuitos principais
 - Filtro Limitador de Banda
 - Conversor Analógico Digital

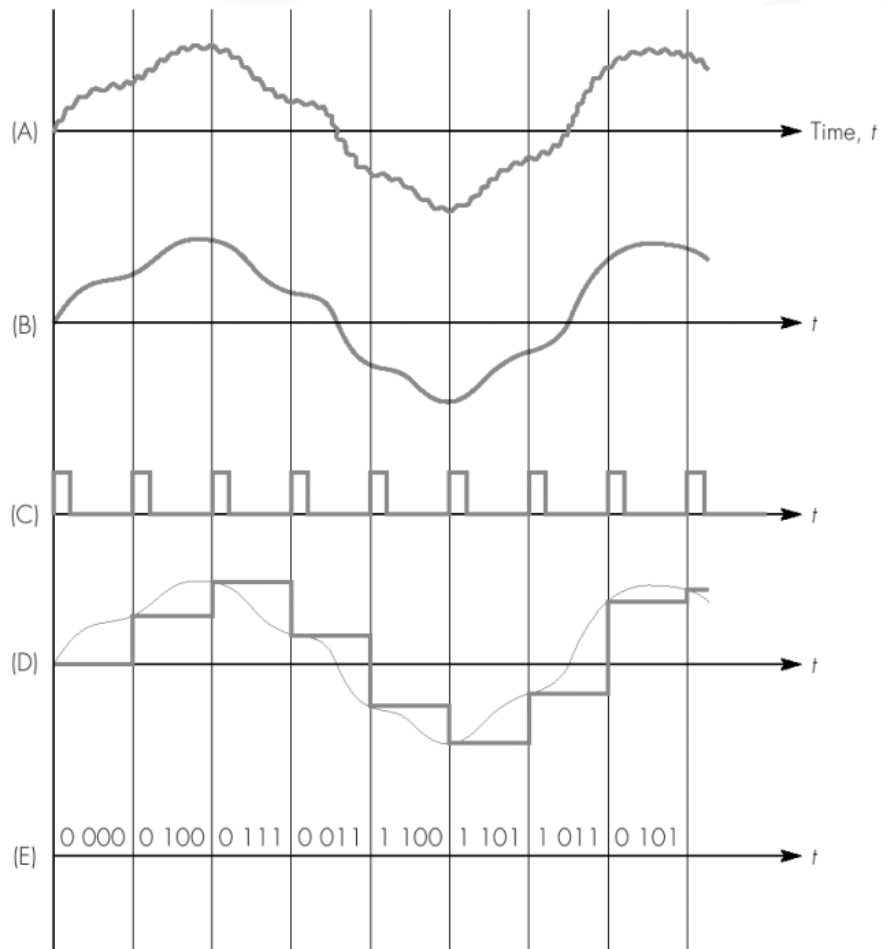
A - Sinal Original

B - Saída do Filtro

C - Relógio de Amostragem

D - Amplitude das Amostras

E - Valor binário da amostra depois da quantização



Princípios de Digitalização

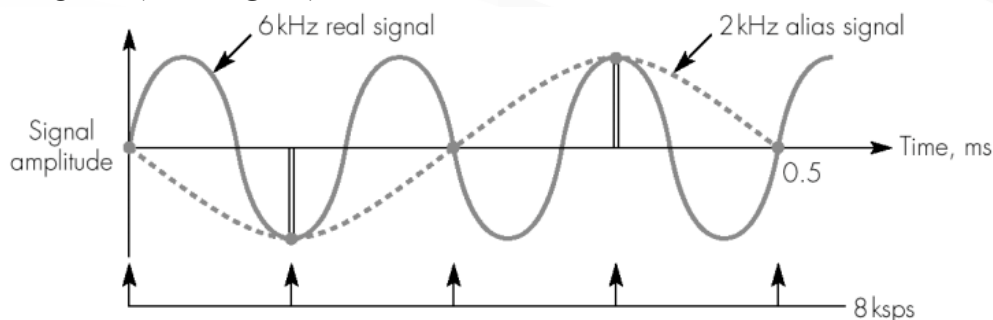
Codificadores de Sinal

- O bit mais significativo de cada amostra resultante indica a polaridade, ou sinal, da amostra (0 - positivo; 1 - negativo)
- É necessário que se amostre a uma taxa maior que a frequência máxima de mudança de fase do sinal e que o número de níveis de quantização seja o maior possível.

Princípios de Digitalização

Taxa de Amostragem

- O teorema de Nyquist diz que, para se obter uma representação precisa de um sinal analógico, a amplitude do mesmo deve ser amostrada à uma taxa igual ou superior a duas vezes a frequência da componente senoidal de mais alta frequência do sinal.
- A taxa de Nyquist é dada em Hz ou em amostras por segundo (sps)
- Amostragens abaixo da taxa de Nyquist introduz componentes de frequência adicionais ao sinal, causando distorção definitiva no sinal original (*alias signal*).



Princípios de Digitalização

Taxa de Amostragem

- O filtro limitador de banda serve para descartar sinais com frequência maior que a taxa de Nyquist, por este motivo o filtro limitador de banda também é chamado filtro *anti-aliasing*.
- Para se evitar o problema de sinais *alias*, a taxa de amostragem é usualmente escolhida de acordo com a banda passante do meio de transmissão ao invés da frequência do sinal. Lembre que o meio de transmissão pode funcionar como um filtro de sinal.
- Ex. 2.1 (63).

Determine the rate of the sampler and the bandwidth of the bandlimiting filter in an encoder which is to be used for the digitization of an analog signal which has a bandwidth from 15 Hz through to 10 kHz assuming the digitized signal:

- (i) is to be stored within the memory of a computer,
- (ii) is to be transmitted over a channel which has a bandwidth from 200 Hz through to 3.4 kHz.

Answer:

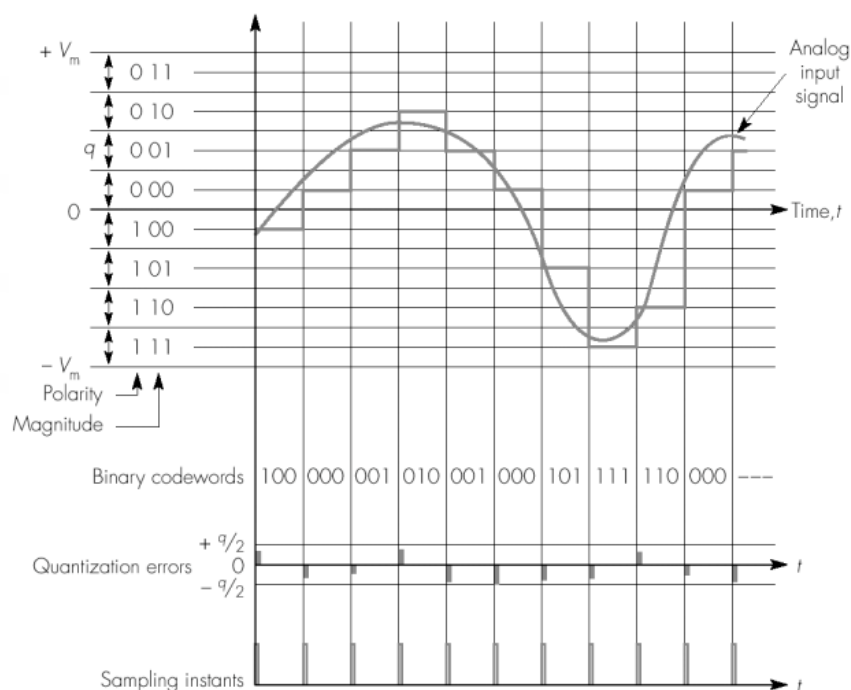
The Nyquist sampling rate must be at least twice the highest frequency component of the signal or transmission channel. Hence:

- (i) The sampling rate must be at least $2 \times 10 \text{ kHz} = 20 \text{ kHz}$ or 20 ksps and the bandwidth of the bandlimiting filter is from 0 Hz through to 10 kHz.
- (ii) The sampling rate must be at least $2 \times 3.4 \text{ kHz} = 6.8 \text{ kHz}$ or 6.8 ksps and the bandwidth of the bandlimiting filter is from 0 Hz through to 3.4 kHz.

In practice, it should be noted that, because of imperfections in filters, some higher frequency components above the filter cut-off frequency may be passed and hence the sampling rate is normally higher than the two derived values. In the case of (ii), for example, it is common to assume that frequency components of up to 4 kHz may be passed by the bandlimiting filter and hence a sampling rate of 8 ksps is normally used.

Princípios de Digitalização

Quantização



Princípios de Digitalização

Quantização

- É um passo necessário, já que não se pode lidar com infinitos valores (contínuos) possíveis para amostras (valores discretos).
- Se V_{max} é o valor máximo representável e n é o número de bits usados por amostra, o intervalo de quantização q é dado por:

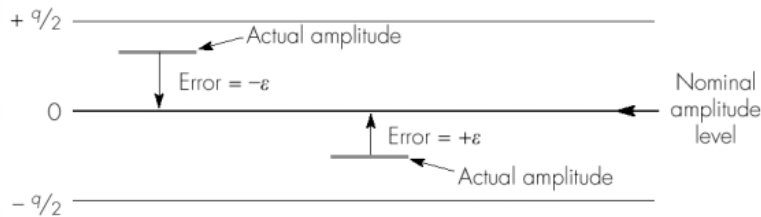
$$q = \frac{2V_{max}}{2^n}$$

- Valores dentro de um intervalo de quantização serão representados pela mesma sequência de bits, o que introduz erros. Tais erros são de até $\pm q/2$.

Princípios de Digitalização

Quantização

- A diferença entre o valor real de uma amostra e seu representante binário é chamado *erro de quantização*. Como este erro varia de amostra para amostra, a distorção causada por tal erro também é chamada *ruído de quantização*.



- Outro fator que influencia na escolha do número de intervalos de quantização é a diferença entre a menor e maior amplitudes do sinal. A taxa entre estes valores é denominada *faixa dinâmica do sinal*, denotada por D . D é usualmente quantificado em uma escala logarítmica chamada decibel, ou simplesmente dB .

$$D = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{\max}}{V_{\min}} \right) dB$$

An analog signal has a dynamic range of 40 dB. Determine the magnitude of the quantization noise relative to the minimum signal amplitude if the quantizer uses (i) 6 bits and (ii) 10 bits:

Answer:

$$D = 20 \log_{10} \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \text{ dB} \quad \text{Quantization noise} = \pm \frac{q}{2} = \pm \frac{V_{\max}}{2^n}$$

$$\text{Hence } 40 = 20 \log_{10} \frac{V_{\max}}{V_{\min}}$$

$$\text{and } V_{\min} = \frac{V_{\max}}{100}$$

$$(i) \quad n = 6 \text{ bits}$$

$$\text{Hence } \frac{q}{2} = \pm \frac{V_{\max}}{2^6} = \pm \frac{V_{\max}}{64}$$

$$(ii) \quad n = 10 \text{ bits}$$

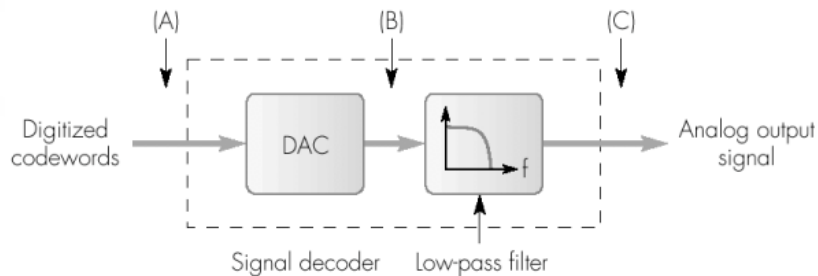
$$\text{Hence } \frac{q}{2} = \pm \frac{V_{\max}}{2^{10}} = \pm \frac{V_{\max}}{1024}$$

As we can see from these values, with 6 bits the quantization noise is greater than V_{\min} and hence is unacceptable. With 10 bits, however, the quantization noise is an order of magnitude less than V_{\min} and hence will have a much reduced effect.

Princípios de Digitalização

Decodificador Digital

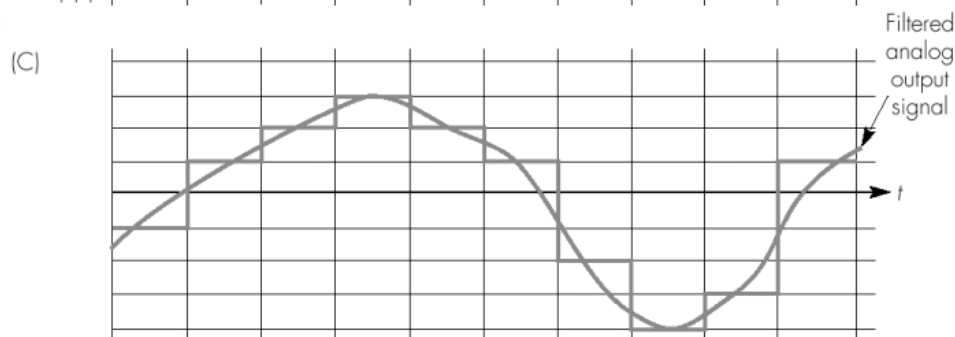
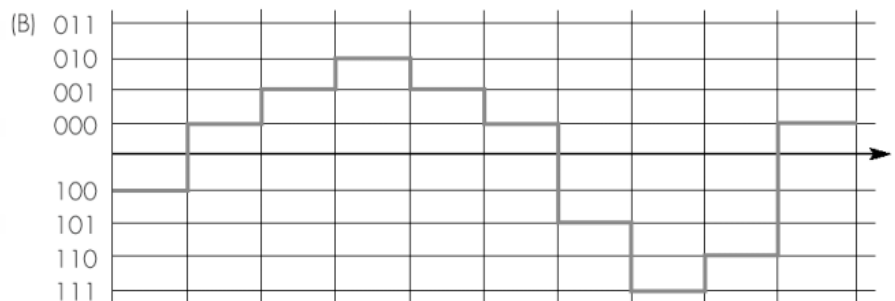
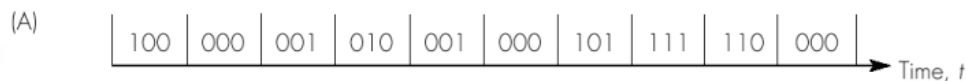
- É um circuito eletrônico que serve para converter um sinal digital de volta para sua forma analógica.
 - Um auto-falante, por exemplo, é um dispositivo analógico, logo um computador, que é um dispositivo digital, precisa usar um decodificador digital para emitir som através de um auto-falante.



- Composto por um Conversor Digital/Analógico (DAC) e um filtro passa baixa.

Princípios de Digitalização

Decodificador Digital



Princípios de Digitalização

Decodificador Digital

- Normalmente o filtro passa baixa filtra as mesmas frequências do filtro de limitação de banda do codificador digital
- Como a maioria das aplicações multimídia implementam comunicação bidirecional, usualmente os codificadores digitais e decodificadores analógicos são construídos em um dispositivo único chamado codificador/decodificador de áudio/vídeo, ou simplesmente codec de áudio/vídeo.

Mídia Texto

Texto Não Formatado

- ASCII, EBCDIC, Unicode

Dec	Hx	Oct	Char	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr	Dec	Hx	Oct	Html	Chr
0	0	000	NUL (null)	32	20	040	€#32;	Space	64	40	100	€#64;	␣	96	60	140	€#96;	`
1	1	001	SOH (start of heading)	33	21	041	€#33;	!	65	41	101	€#65;	A	97	61	141	€#97;	a
2	2	002	STX (start of text)	34	22	042	€#34;	"	66	42	102	€#66;	B	98	62	142	€#98;	b
3	3	003	ETX (end of text)	35	23	043	€#35;	#	67	43	103	€#67;	C	99	63	143	€#99;	c
4	4	004	EOT (end of transmission)	36	24	044	€#36;	\$	68	44	104	€#68;	D	100	64	144	€#100;	d
5	5	005	ENQ (enquiry)	37	25	045	€#37;	%	69	45	105	€#69;	E	101	65	145	€#101;	e
6	6	006	ACK (acknowledge)	38	26	046	€#38;	&	70	46	106	€#70;	F	102	66	146	€#102;	f
7	7	007	BEL (bell)	39	27	047	€#39;	'	71	47	107	€#71;	G	103	67	147	€#103;	g
8	8	010	BS (backspace)	40	28	050	€#40;	(	72	48	110	€#72;	H	104	68	150	€#104;	h
9	9	011	TAB (horizontal tab)	41	29	051	€#41;	)	73	49	111	€#73;	I	105	69	151	€#105;	i
10	A	012	LF (NL line feed, new line)	42	2A	052	€#42;	*	74	4A	112	€#74;	J	106	6A	152	€#106;	j
11	B	013	VT (vertical tab)	43	2B	053	€#43;	+	75	4B	113	€#75;	K	107	6B	153	€#107;	k
12	C	014	FF (NP form feed, new page)	44	2C	054	€#44;	,	76	4C	114	€#76;	L	108	6C	154	€#108;	l
13	D	015	CR (carriage return)	45	2D	055	€#45;	-	77	4D	115	€#77;	M	109	6D	155	€#109;	m
14	E	016	SO (shift out)	46	2E	056	€#46;	.	78	4E	116	€#78;	N	110	6E	156	€#110;	n
15	F	017	SI (shift in)	47	2F	057	€#47;	/	79	4F	117	€#79;	O	111	6F	157	€#111;	o
16	10	020	DLE (data link escape)	48	30	060	€#48;	0	80	50	120	€#80;	P	112	70	160	€#112;	p
17	11	021	DC1 (device control 1)	49	31	061	€#49;	1	81	51	121	€#81;	Q	113	71	161	€#113;	q
18	12	022	DC2 (device control 2)	50	32	062	€#50;	2	82	52	122	€#82;	R	114	72	162	€#114;	r
19	13	023	DC3 (device control 3)	51	33	063	€#51;	3	83	53	123	€#83;	S	115	73	163	€#115;	s
20	14	024	DC4 (device control 4)	52	34	064	€#52;	4	84	54	124	€#84;	T	116	74	164	€#116;	t
21	15	025	NAK (negative acknowledge)	53	35	065	€#53;	5	85	55	125	€#85;	U	117	75	165	€#117;	u
22	16	026	SYN (synchronous idle)	54	36	066	€#54;	6	86	56	126	€#86;	V	118	76	166	€#118;	v
23	17	027	ETB (end of trans. block)	55	37	067	€#55;	7	87	57	127	€#87;	W	119	77	167	€#119;	w
24	18	030	CAN (cancel)	56	38	070	€#56;	8	88	58	130	€#88;	X	120	78	170	€#120;	x
25	19	031	EH (end of medium)	57	39	071	€#57;	9	89	59	131	€#89;	Y	121	79	171	€#121;	y
26	1A	032	SUB (substitute)	58	3A	072	€#58;	:	90	5A	132	€#90;	Z	122	7A	172	€#122;	z
27	1B	033	ESC (escape)	59	3B	073	€#59;	;	91	5B	133	€#91;	[	123	7B	173	€#123;	{
28	1C	034	FS (file separator)	60	3C	074	€#60;	<	92	5C	134	€#92;	\	124	7C	174	€#124;	|
29	1D	035	GS (group separator)	61	3D	075	€#61;	=	93	5D	135	€#93;	]	125	7D	175	€#125;	}
30	1E	036	RS (record separator)	62	3E	076	€#62;	>	94	5E	136	€#94;	^	126	7E	176	€#126;	~
31	1F	037	US (unit separator)	63	3F	077	€#63;	?	95	5F	137	€#95;	_	127	7F	177	€#127;	DEL

American Standard Code for Information Interchange

128	Ç	144	È	160	á	176	⌘	193	±	209	⌘	225	ß	241	±
129	à	145	é	161	â	177	⌘	194	⌘	210	⌘	226	⌘	242	≥
130	á	146	ê	162	ã	178	⌘	195	⌘	211	⌘	227	⌘	243	≤
131	â	147	ë	163	ä	179	|	196	-	212	⌘	228	Σ	244	[
132	ã	148	ö	164	å	180	†	197	+	213	⌘	229	σ	245]
133	ä	149	ó	165	æ	181	‡	198	‡	214	⌘	230	⌘	246	+
134	å	150	ù	166	⌘	182	⌘	199	⌘	215	⌘	231	⌘	247	⌘
135	ç	151	ú	167	⌘	183	⌘	200	⌘	216	⌘	232	⌘	248	°
136	è	152	û	168	⌘	184	⌘	201	⌘	217	⌘	233	⌘	249	·
137	é	153	ü	169	-	185	⌘	202	⌘	218	⌘	234	⌘	250	·
138	ê	154	Û	170	⌘	186	⌘	203	⌘	219	⌘	235	⌘	251	√
139	ë	156	É	171	¼	187	⌘	204	⌘	220	⌘	236	∞	252	-
140	ì	157	⌘	172	½	188	⌘	205	=	221	⌘	237	φ	253	×
141	í	158	⌘	173	⅔	189	⌘	206	⌘	222	⌘	238	ε	254	⌘
142	î	159	ƒ	174	¼	190	⌘	207	⌘	223	⌘	239	∩	255	⌘
143	ï	158	⌘	175	»	191	⌘	208	⌘	224	⌘	240	≡		

Mídia Texto

Texto Formatado / Hypertexto

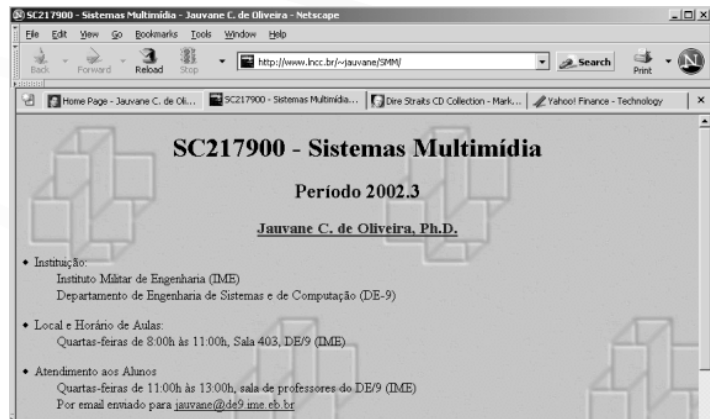
- Texto Formatado
 - Define-se tipo de fonte, itálicos, etc.

```

<B><FONT SIZE=4><P>Formatted Text</P>
</B></FONT>
<P>This is an example of formatted text, it includes:</P>
<FONT SIZE=2>
</FONT><I><P>Italics,</I> <B>Bold</B> and <U>Underlining</P>
</U>
<FONT FACE="French Script MT"><P>Different Fonts</FONT> and <FONT
SIZE=4>Font Sizes</P>
    
```

Formatted text
 This is an example of formatted text, it includes:
Italics, **Bold** and Underlining
 Different fonts and Font Sizes

- Hypertexto
 - HTML, URL, etc.

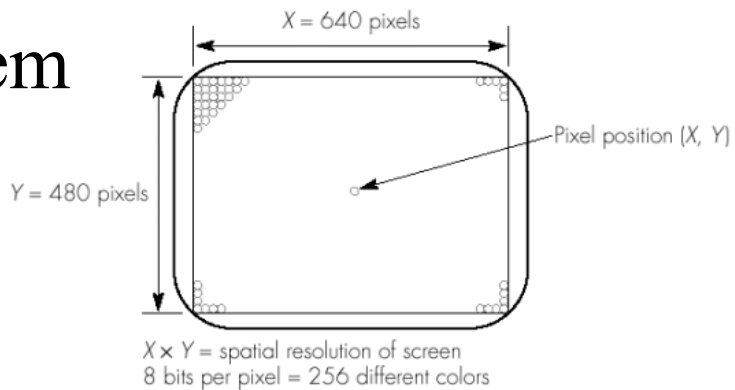


Mídia Imagem

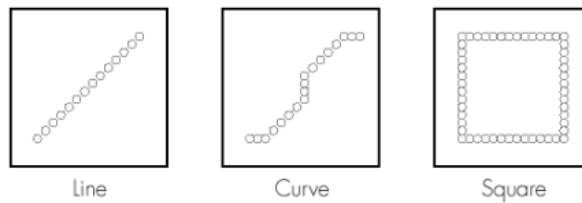
Gráficos

- Display VGA
(Video Graphic Array)
- Pixels ou Pels
- Bitmaps

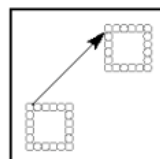
(a)



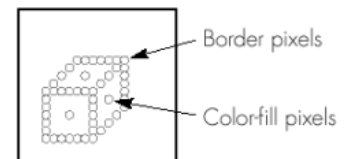
(b)



(c)

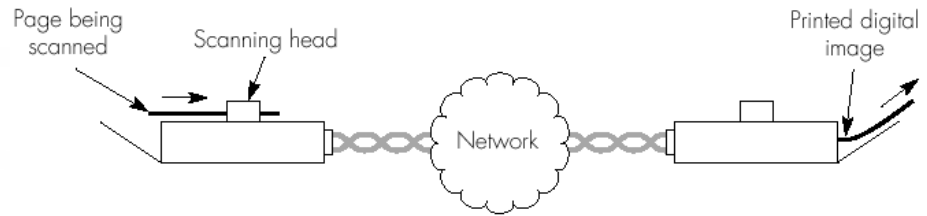


(d)

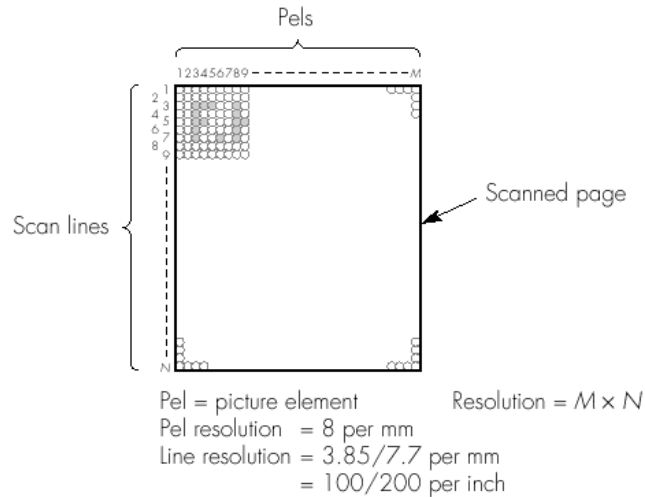


Mídia Imagem

Documentos Digitalizados



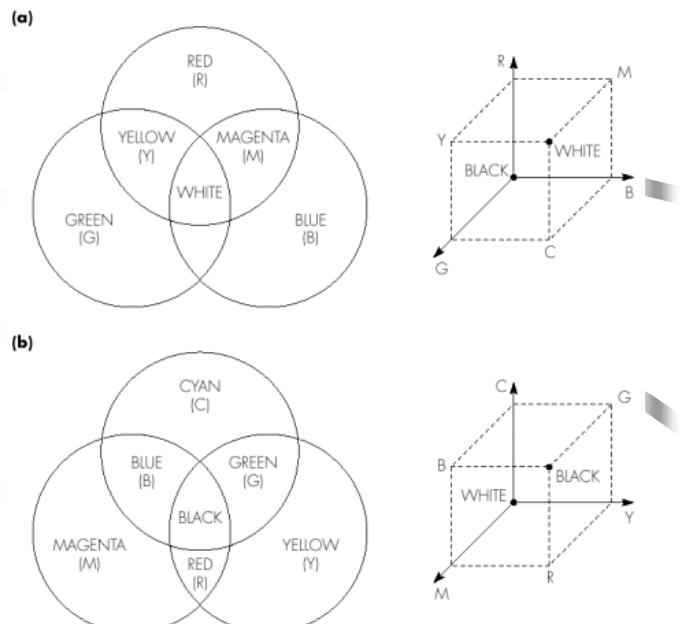
- FAX
- Scanner



Mídia Imagem

Introdução às Cores

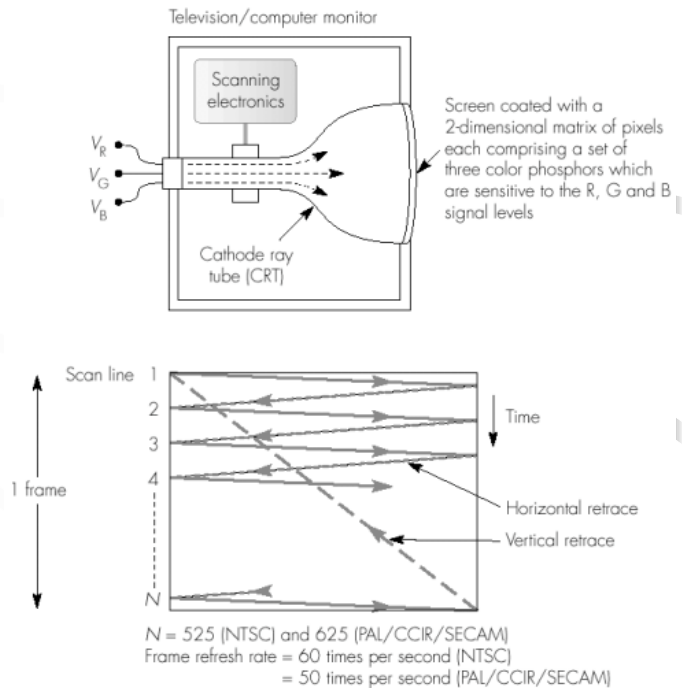
- O olho humano vê uma única cor quando três cores primárias são apresentadas simultaneamente.
- Componentes Aditivas partem do preto e vão caminhando em direção ao branco a medida que as cores componentes são acrescentadas.
 - Display
- Componentes Subtrativas partem do branco e caminham em direção ao preto a medida que as componentes são acrescentadas.
 - Impressão



Mídia Imagem

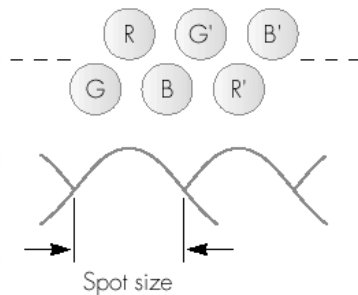
Introdução à Tecnologia Raster-scan

- Canhão de elétrons de precisão, ou raster, varre a tela inteira.
- A tela é composta de um número bem definido de linhas horizontais. A primeira linha inicia no canto superior esquerdo da tela e a última termina no canto inferior direito. O canhão volta à primeira linha depois da última (Varredura Progressiva).
- O interior da tela é coberto com uma camada de fósforo sensível à luz, que emite luz quando energizado pelo canhão de elétrons (de acordo com a intensidade do canhão num dado momento).



Mídia Imagem

Introdução à Tecnologia Raster-scan



R, G, B/R', G', B' = phosphor triads

- Em caso de se desejar uma imagem em preto e branco, um único canhão de elétrons é utilizado, juntamente com um fósforo sensível ao branco.
- Para imagem em cores três canhões são utilizados, juntamente com uma matriz bi-dimensional de pixels. Cada pixel sendo composto de uma tríade de fósforos sensíveis à cor.
- Cada pixel tem o formato de um ponto, cuja cor se mistura com os pixels vizinhos. À distância têm-se a impressão de uma imagem contínua.

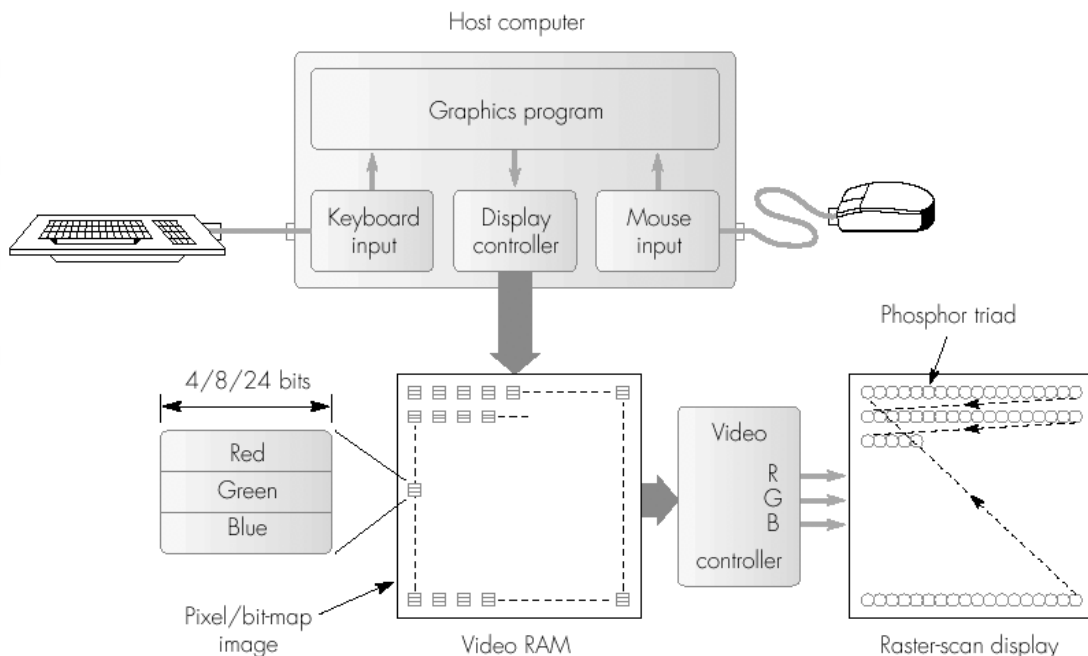
Mídia Imagem

Introdução à Tecnologia Raster-scan

- O fósforo usado em aparelhos de TV perdem a luminosidade muito rápido, o que permite a apresentação de uma sequência de imagens, que o olho humano percebe como uma imagem em movimento se a frequência de atualizações for suficientemente alta.
- Quando a frequência de atualizações não é alta o suficiente nota-se o que se denomina “*flickering*”, que consiste de uma imagem sumir da tela antes que a próxima seja apresentada. Para evitar este fenômeno, é necessário atualizar a tela com uma frequência de pelo menos 50 vezes por segundo. Utiliza-se, portanto, a frequência da corrente elétrica (50Hz ou 60Hz) para controlar a frequência de atualizações da imagem.
- Em um computador, a representação da imagem a ser apresentada é armazenada na memória de vídeo e a controladora de vídeo continuamente converte os dados digitais em sinal analógico (atraves de um DAC) e apresenta a imagem no monitor.

Mídia Imagem

Introdução à Tecnologia Raster-scan



Mídia Imagem

Profundidade do Pixel

- O número de bits por pixel é denominado *profundidade do pixel*, e determina o número de cores que podem ser reproduzidos em cada pixel.
 - 12 bits (4 por componente de cor) resulta em 4096 possíveis cores.
 - 24 bits (8 por componente de cor) resulta em mais de 16 milhões de cores possíveis (2^{24}), porém como o olho humano não consegue distinguir entre este número de cores tão alto, muitas vezes um subconjunto de tais possíveis cores é utilizado (*Tabela de Cores* ou CLUT).

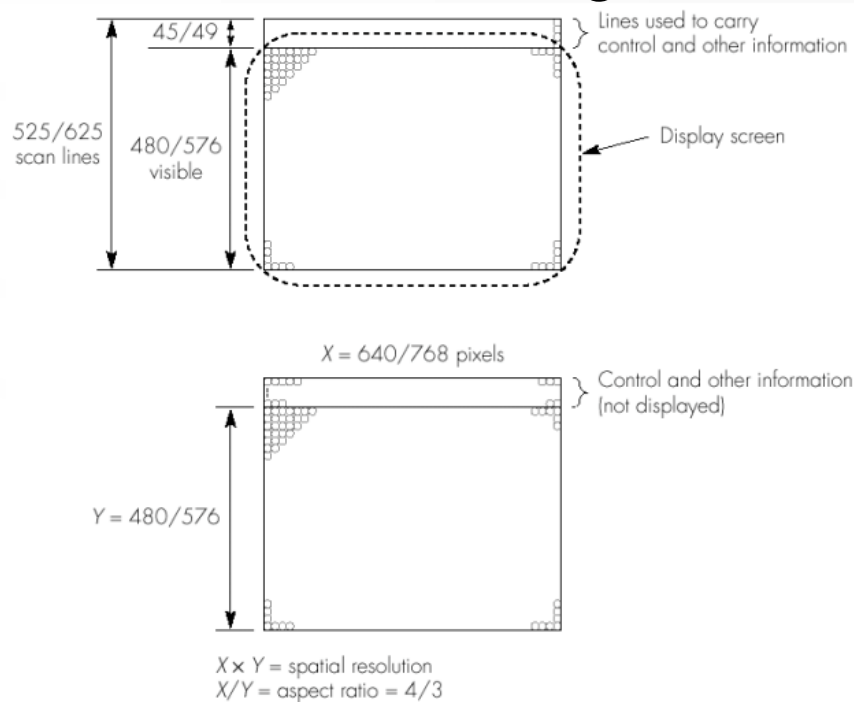
Mídia Imagem

Formato da Imagem

- Taxa dada pelo número de linhas na imagem e o número de colunas.
 - TV tem formato de imagem 4:3.
 - Cinema e TV de tela larga tem formato de imagem 16:9.
- Padrões de TV
 - NTSC - National Television Standards Committee (525 linhas) mas somente 480 linhas são apresentadas.
 - PAL (625 linhas) mas somente 576 linhas são apresentadas)
 - CCIR (mesmo que PAL)
 - SECAM (mesmo que PAL)

Mídia Imagem

Formato da Imagem



Derive the time to transmit the following digitized images at both 64 kbps and 1.5 Mbps:

- a $640 \times 480 \times 8$ VGA-compatible image,
- a $1024 \times 768 \times 24$ SVGA-compatible image.

Answer:

The size of each image in bits is:

$$\text{VGA} = 640 \times 480 \times 8 = 2.457600 \text{ Mbits}$$

$$\text{SVGA} = 1024 \times 768 \times 24 = 18.874368 \text{ Mbits}$$

Hence the time to transmit each image is:

$$\text{At 64 kbps: VGA} = \frac{2.4576 \times 10^6}{64 \times 10^3} = 38.4 \text{ s}$$

$$\text{SVGA} = \frac{18.874368 \times 10^6}{64 \times 10^3} = 294.912 \text{ s}$$

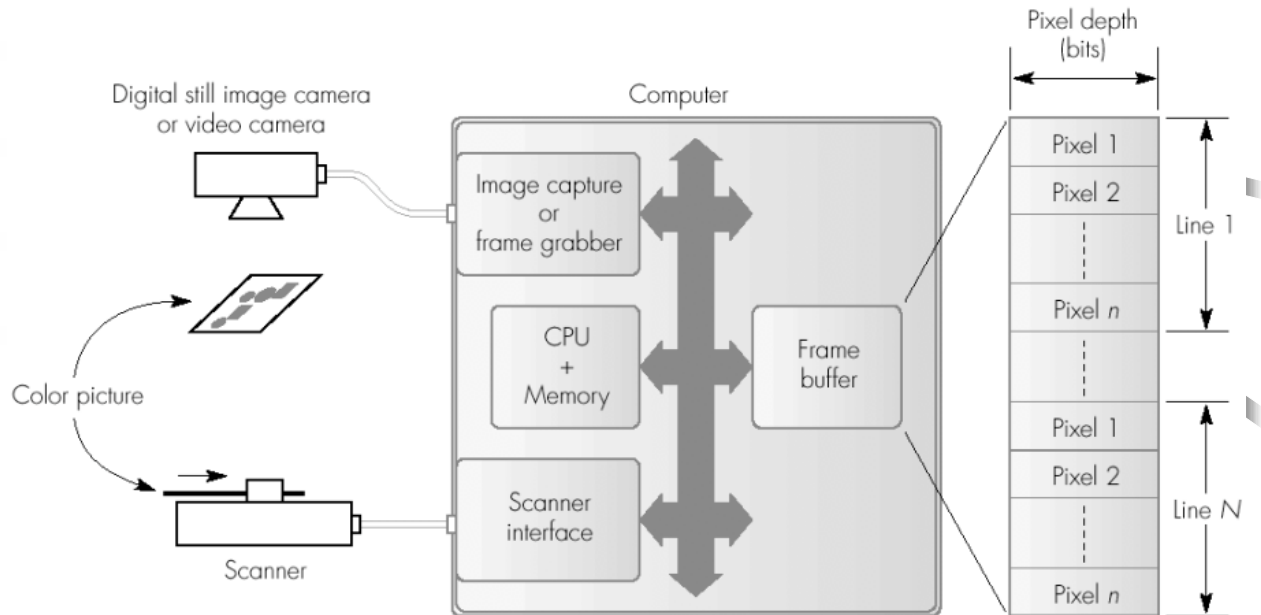
$$\text{At 1.5 Mbps: VGA} = \frac{2.4576 \times 10^6}{1.5 \times 10^6} = 1.6384 \text{ s}$$

$$\text{SVGA} = \frac{18.874368 \times 10^6}{1.5 \times 10^6} = 12.5829 \text{ s}$$

As we can see, the times to transmit a signal image at 64 kbps are such that interactive access would not be feasible, nor at 1.5 Mbps with the higher-resolution SVGA image.

Mídia Imagem

Cameras Digitais e Scanners



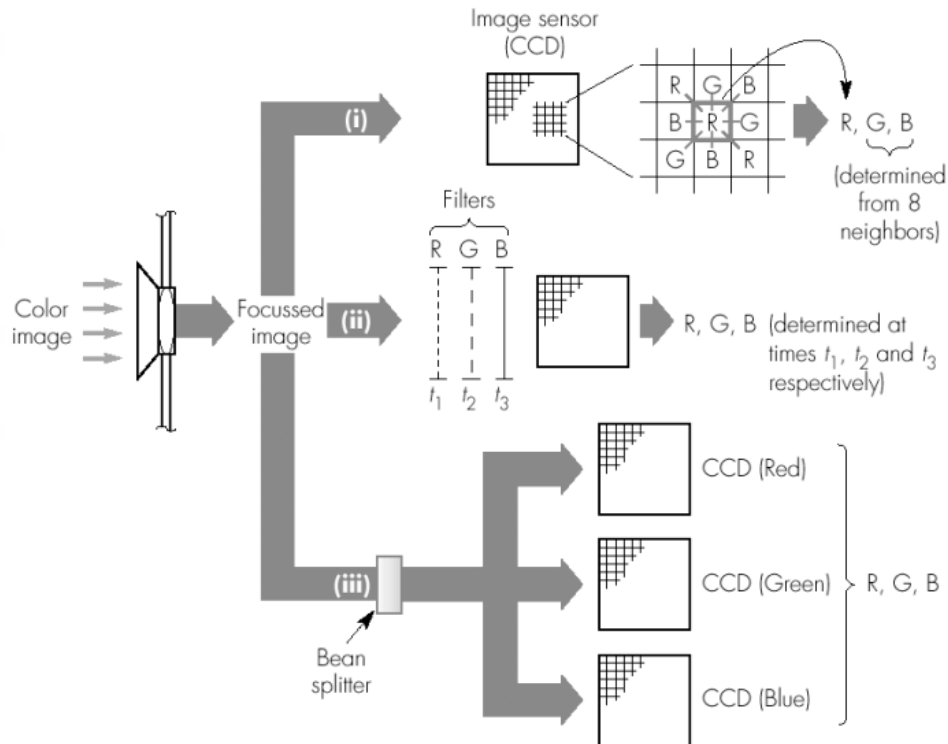
Mídia Imagem

Cameras Digitais e Scanners

- Imagem é capturada por um sensor de imagem, um chip de silício.
 - Em cameras consiste de uma grade bi-dimensional de células fotosensíveis chamadas *photosites*. Quando uma foto é tirada cada *photosite* armazena a intensidade da luz que incidiu sobre o mesmo, posteriormente sendo convertido num sinal elétrico equivalente através de um ADC.
 - Em um scanner o funcionamento é similar, mas somente existe uma fileira de *photosites* que varre o objeto.
- Um tipo de sensor muito comumente utilizado é o CCD (*charge-coupled device*).

Mídia Imagem

Cameras Digitais e Scanners



Mídia Imagem

Imagens em Cores

- A superfície de cada *photosite* é coberta com um filtro vermelho, verde ou azul, de modo que o *photosite* armazena a intensidade daquela componente que incide sobre o mesmo. A cobertura por filtros são realizadas em grades de 3x3 pixels. As componentes RGB são então calculadas através de interpolação com os valores das outras componentes provenientes dos pixels vizinhos (método mais comum em câmeras de qualidade médias).
- Cada pixel é capturado com cada um dos três filtros, o que requer tres varreduras. Este método é usado em câmeras de alta qualidade, mas não podem ser utilizadas com vídeo.
- Utiliza-se tres sensores, cada um deles tem todos os *photosites* com filtros de cada uma das cores. Uma única varredura é necessária, com o feixe de luz sendo repartido em três internamente. Utilizados em equipamentos profissionais de alta qualidade (imagem ou vídeo).
- ≡ Depois de capturados, os valores são digitalizados por um CCD, uma linha por vez e transferidos para um registro de saída. De tal registro os valores são amplificados e digitalizados através de um ADC e o bitmap é finalmente enviado para o computador (ou armazenado), talvez após compressão.