

Engenharia electro-óptica

OLIVÉRIO SOARES

*Assistente da Universidade do Porto
em serviço na Universidade de Luanda*

Precedendo a publicação duma série de artigos em Engenharia Electro-óptica o autor realça a progressiva interação entre as ciências da Electricidade e Óptica.

A interpenetração científica entre a óptica e as ciências da engenharia da Electricidade, designadamente as ciências da informação e comunicação tem-se enfortalecido, especialmente após a década de 1930.

Embora a onda luminosa seja um fenómeno electrodinâmico, e a Óptica aparentemente um ramo do Electromagnetismo, existem razões históricas para a independência científica da Óptica.

A radiação electromagnética da banda óptica pode ser detectada pelos nossos olhos — LUZ, requerendo as restantes frequências, detectores apropriados.

As radiações luminosas foram, por isso, as primeiras a ser estudadas sendo só mais tarde descoberta a sua natureza electromagnética. Esta similaridade na natureza física transporta-se para a similitude de sistemas.

É que sistemas de formação de imagens e sistemas de comunicações têm em comum a finalidade de transportar e tratar informação. Embora para os primeiros a informação tenha modulação espacial (distribuição de amplitude no espaço) e nos segundos um carácter temporal (modulação no domínio do tempo), no que se refere a modelo abstracto, a diferença é apenas de legenda.

Assim se explica que com um vigor redobrado, pelas descobertas da década de 60 — designadamente

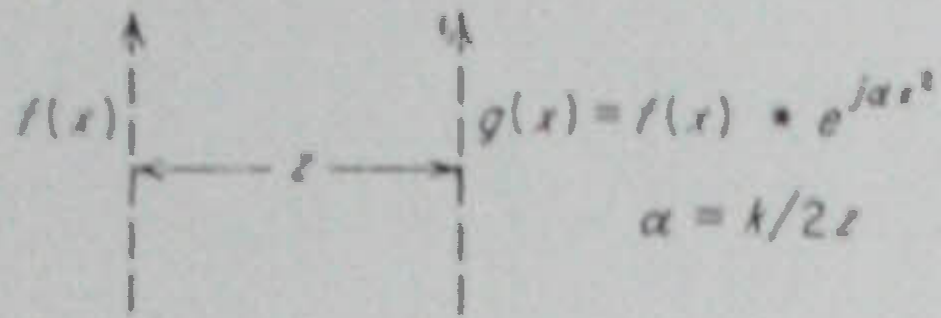
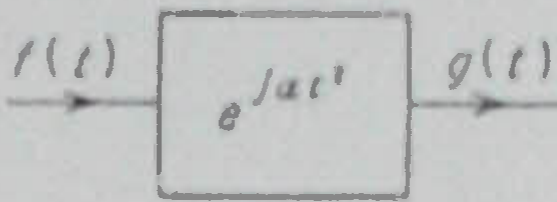
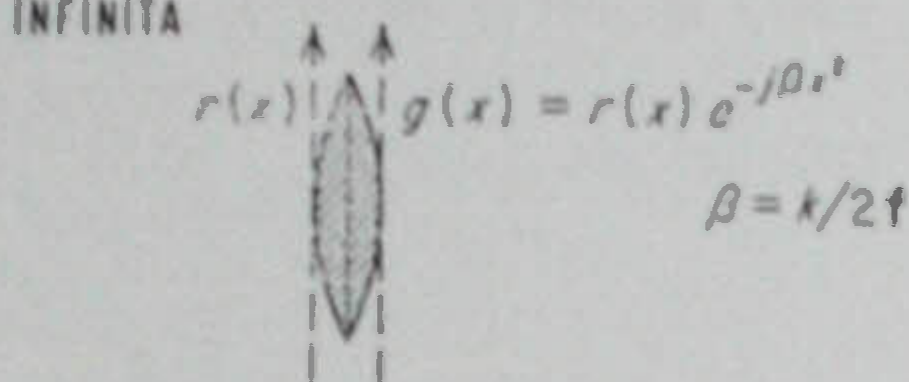
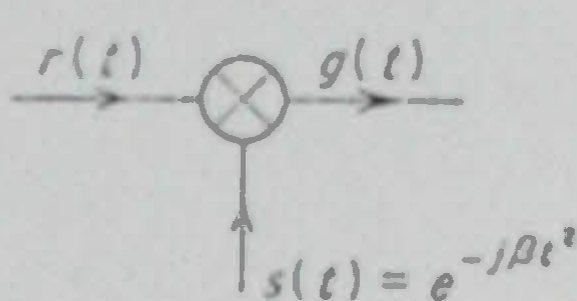
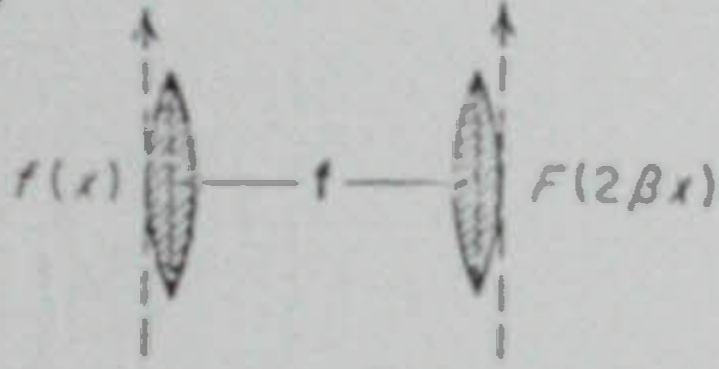
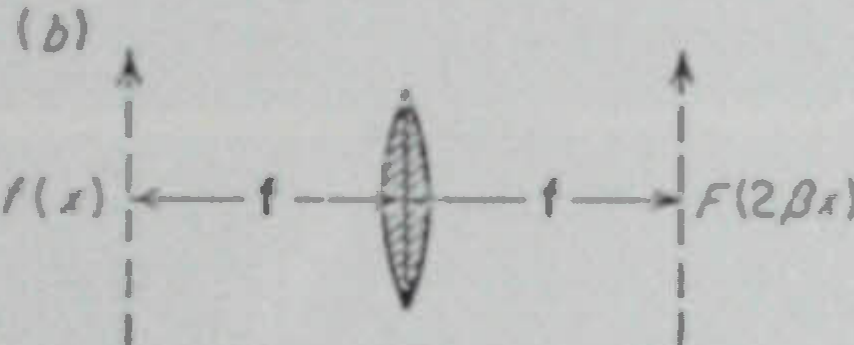
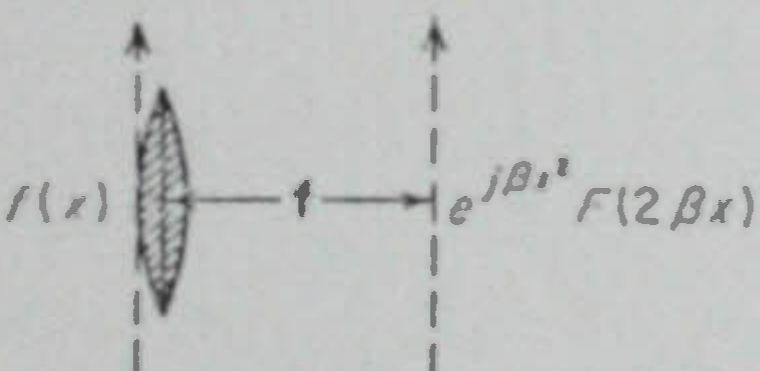
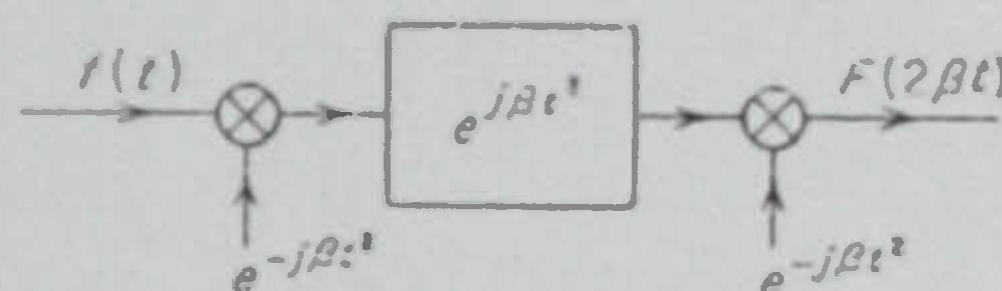
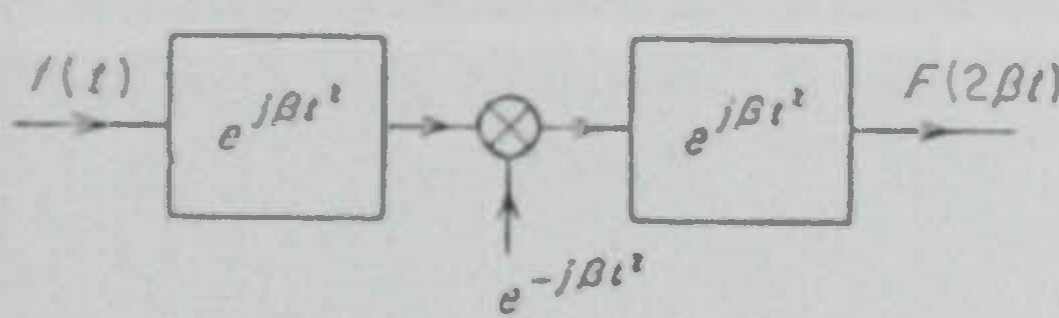
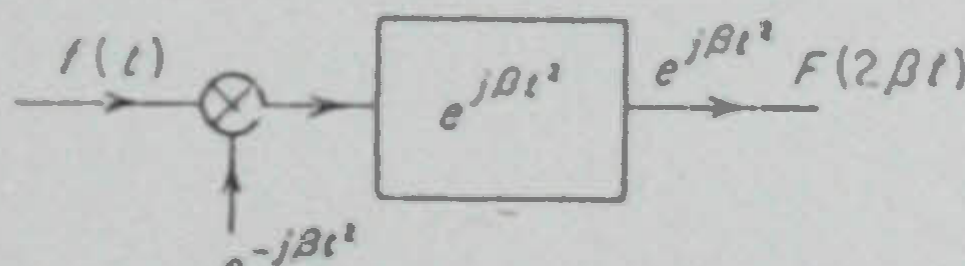
as fontes coerentes, a Óptica e a Electricidade têm vindo a evidenciar um acentuado processo de inter-fertilização científica, sem precedentes nos domínios da ciência.

São disso expressão significativa as notáveis contribuições das duas últimas décadas para a Óptica moderna, directamente estimuladas ou originadas por progressos nas ciências da Engenharia Electrotécnica, designadamente ciências das comunicações, electrónica das micro-ondas e rádio-astronomia. A estas contribuições ligam-se nomes da Engenharia da Electricidade, como: Theodore Maiman, Denis Gabor, E. Leith, J. Upatnieks, E. M. Marcuse, para citar apenas alguns.

A diversidade e número crescente de artigos, formalmente pertença da Óptica, publicados em revistas tradicionalmente dedicadas a Engenharia Electrotécnica e Electrónica, é indício duma interação, animada de extrema vitalidade productiva. Mas a razão do presente incremento de interação não é só directa consequência do explosivo interesse pelas comunicações por canais ópticos. Para além das técnicas ópticas serem largamente utilizadas em processamento de sinais, memórias e reconhecimento de imagens, existe sobretudo uma identificação de teorias de sistemas, transformações e processos estocásticos, em paralelo com a identidade de carácter físico, evidenciado nas equações de Maxwell.

Senão consideremos alguns exemplos. Para a análise de sistemas, o integral de Fourier representa um «conceito auxiliar», e na teoria da difração uma quantidade física. A analogia entre computação óptica e detecção heterodina nos sistemas de comunicações é evidente. A coincidência de nomenclatura corresponde por vezes um mesmo princípio funcional, como nas estru-

ANALOGIAS ELECTRO-ÓPTICAS

SISTEMA ÓPTICO	SISTEMA ELÉCTRICO
DIFRAÇÃO  $g(x) = f(x) * e^{j\alpha x^2}$ $\alpha = k/2z$	FILTRO DE FASE QUADRÁTICO  $f(t) \rightarrow e^{j\alpha t^2} \rightarrow g(t)$
LENTE INFINITA  $g(x) = r(x) e^{-j\beta x^2}$ $\beta = k/2f$ FINITA $g(x) = r(x) e^{-j\beta x^2} p_q(x)$	GERADOR LINEAR DE FM CONTÍNUO  $s(t) = e^{-j\beta t^2}$ TRUNCADO $s(t) = e^{-j\beta t^2} p_r(t)$
PLANOS DE FOURIER $f(x) \leftrightarrow F(u)$ EXACTO (a)  $F(2\beta x)$ (b)  $F(2\beta x)$ COM DISTORSÃO DE FASE  $e^{j\beta x^2} F(2\beta x)$	ANALISADOR DE ESPECTRO $f(t) \leftrightarrow F(\omega)$ EXACTO (a)  $F(2\beta t)$ (b)  $F(2\beta t)$ COM DISTORSÃO DE FASE  $e^{j\beta t^2} F(2\beta t)$

turas ressonantes e de controlo por realimentação (Lasers, Fibras Ópticas, Controle Interferométrico para Máquinas, etc.).

Enquanto num limitado número de casos os sinais eléctricos necessitam ser tratados por processos estocásticos, a geração de ondas ópticas é intrinsecamente aleatória.

Poder-se-ia elaborar longa lista, demarcando o forte paralelismo entre as duas disciplinas científicas. Insistindo, com pertinentes exemplos:

DIFRAÇÃO:

Campo Fresnel

Campo de Fraunhofer

Resposta dum filtro com característica quadrática de fase

Transformada de Fourier

Focagem

Lente

Planos focais

Contraste de fase

Melhoria do Contraste

Interface

Coerência

Interferómetro de Michelson

Interferómetro de Fabry-Perrot

Compressão de impulsos

Gerador linear de FM

Transformadas de Fourier

Deteção de Fase

Filtragem

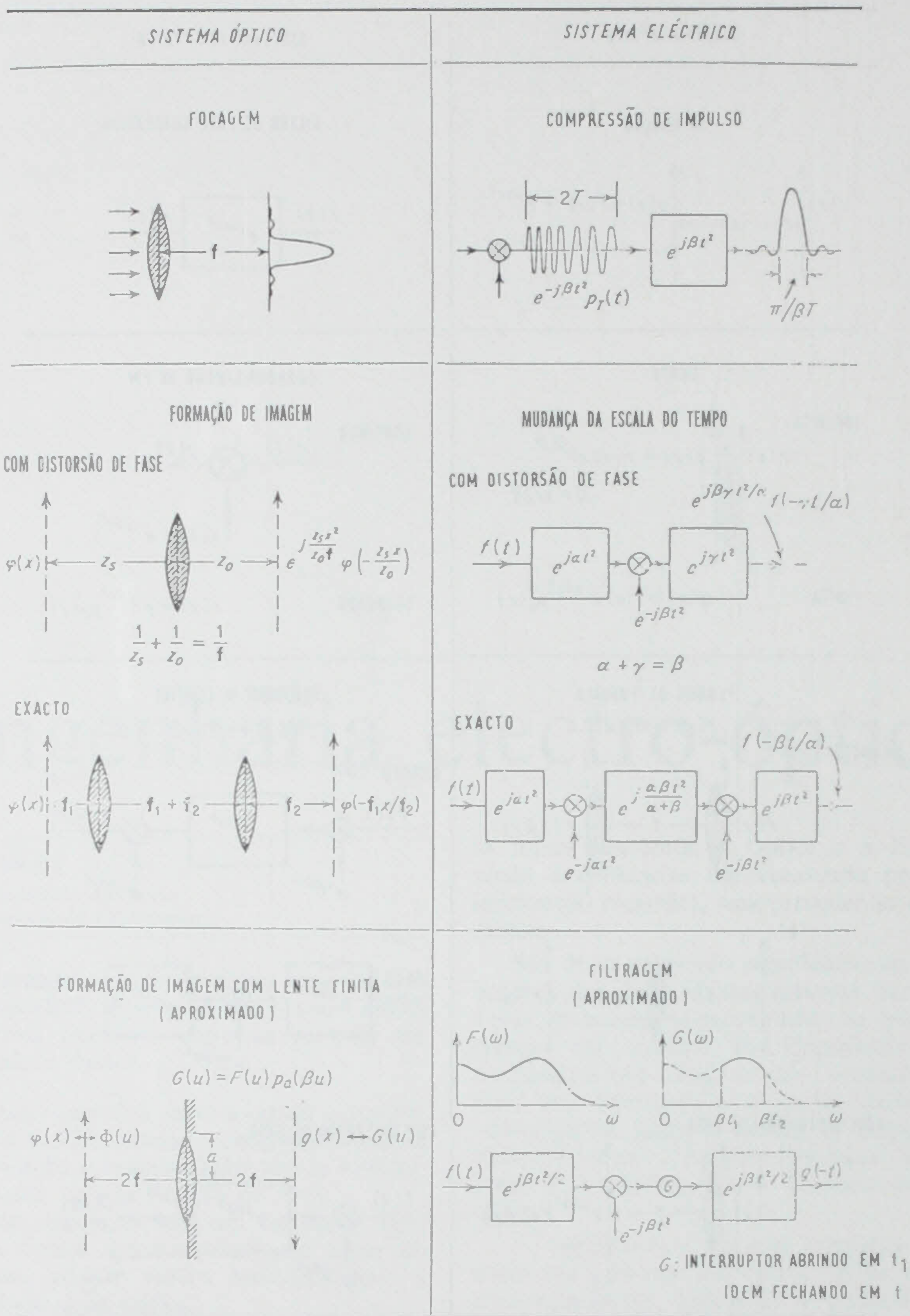
Derivação Multipolar

Auto-correlação

Correlacionador constituído por uma linha de atraso e um adicionador

Filtro de Banda

A semelhança prolonga-se para além do campo dos modelos lineares e invariantes — domínio de Fourier. Certas componentes ópticas não lineares (p. e. os filmes



fotográficos) têm características entrada-saída directamente análogas às características não lineares de componentes electrónicas (diodos, válvulas electrónicas etc.), e o tratamento matemático poderá ser idêntico.

E é, também, importante reconhecer que a semelhança de estruturas matemáticas pode ser explorada tanto no processo de análise como no de síntese. Tal como o espectro duma função temporal pode ser intencionalmente manipulado de maneira engenhosa, também o espectro duma função espacial tratado com critério produzirá resultados. A óptica moderna está enri-

quecida de importantes exemplos de sucedidas aplicações das técnicas de síntese de Fourier — o microscópio de contraste de fase de Zernike, filtros interferométricos, técnicas de melhoria de contraste de imagem para mencionar somente alguns.

Reconhecimento e exploração criteriosa destas semelhanças básicas estendidas pelo domínio das ciências ligadas ao electromagnetismo vêm estabelecendo novas áreas de pesquisa científica e aplicações industriais, criando um corpo de conhecimentos — Ciência e Engenharia Electro-Óptica