

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL

A INDÚSTRIA INTERNACIONAL DE COMPONENTES ELETRÔNICOS  
SEMICONDUCTORES

Relatório Final do Convênio  
BNDES/IEI elaborado por Glory  
Macknight sob a coordenação de  
Fábio Stefano Erber

PARTE II

## ÍNDICE

	pg.
Apresentação	
Parte I - Características Atuais da Indústria	
1) Produtos	
a. Definição dos produtos	3
b. Componentes discretos	8
c. Memórias	9
d. Microprocessadores	11
e. Produtos sob-encomenda e semi-encomenda	14
2) Mercados	
a. Difusão da microeletrônica	22
b. Circuitos integrados	23
c. Microprocessadores	29
3) Características da oferta	
a. Produção mundial segundo a origem dos produtores	34
b. Concentração e segmentação de mercados e lideranças	37
b.1. Circuitos integrados	39
b.2. Microprocessadores	39
b.3. Discretos	40
b.4. 'Customs' versus 'standards' e 'big league' versus 'little league'	46
c. Integração e especialização ('captive', 'captive-merchant' e 'merchant')	48
c.1. Empresas de mercado cativo	49
c.2. Empresas de mercado não cativo	55
c.3. Integração para trás: equipamentos e silício	66
d. Internacionalização	68
d.1. Comércio	68
d.2. Produção	70
i. 'front-end operations' e 'back-end'	70
ii. diferenças entre empresas japonesas e norte-americanas	72
iii. Características de produção em ZLPs.	75

## Parte II - Padrão de Competição

1) Inovação	
a. Ritmo de inovação - pesquisa básica e aplicada e obsolescência de produtos	83
b. Inovações em produto e processo	89
c. Gastos em P&D e barreiras à entrada	91
d. Transferência de tecnologia	95
2) Produção: etapas e custos	
a. Etapas do processo	105
b. Características	106
b.1. Aumento da intensidade de capital	106
b.2. Trabalho especializado	116
b.3. Custo de produção de 'wafers' por fatores e etapas	118
c. Miniaturização, rendimento ('yield') e qualidade	120
d. Custos - economias de escala estáticas e dinâmicas	129
3) Preços	
a. Preços, curva de aprendizado e ciclo do produto	133
b. Evolução de preços de alguns produtos - considerações adicionais	135
4) Financiamento	140
5) Apoio governamental	145
Bibliografia	152

## APRESENTAÇÃO

O presente relatório compõe-se de duas partes. Na primeira, faz-se uma descrição da indústria de componentes eletrônicos semicondutores: após uma descrição sucinta dos principais produtos dessa indústria, analisam-se seus principais mercados e as características principais da oferta — a origem dos produtores, o grau de concentração e segmentação de lideranças e a internacionalização da produção.

A segunda parte estuda em mais detalhes o padrão da competição na indústria, especialmente os aspectos relativos à inovação tecnológica, características técnico-econômicas da produção, evolução dos custos, preços e padrões de financiamento, destacando as interrelações entre esses diversos elementos no passado recente e sua projeção para o futuro.

Baseado em fontes secundárias, algumas de caráter confidencial, o relatório privilegia a análise do período mais recente, para o qual foi possível reunir informações, e aponta algumas das prováveis futuras tendências da indústria, salientando, porém, mais o aspecto econômico que o técnico, tratado aqui de forma sucinta.

PARTE I - CARACTERÍSTICAS ATUAIS DA INDÚSTRIA

1) Produtos

a) Definição dos Produtos

"A indústria de semicondutores pode ser definida como o ramo da indústria de componentes eletrônicos que, pela utilização das propriedades dos materiais semicondutores, fornece dispositivos para sistemas e subsistemas de equipamentos eletrônicos finais para os setores de Governo, Industrial, Consumo e Computadores".(5)

Dentro dos componentes eletrônicos incluem-se partes como: circuitos impressos, conectores, memórias de núcleo, guias de onda, teclados, cristais, cabos, chaves, etc., além de semicondutores.

"Os semicondutores são aqueles elementos ou compostos, como o próprio nome diz — com capacidade condutiva inferior à dos condutores, mas que apresentam uma condutividade superior à dos isolantes, isto é, em certas condições podem agir como condutores e, em outras, como isolantes".(4)

"Pelas suas propriedades de serem alternativamente condutores e isolantes realizam tarefas de componentes ativos num circuito elétrico, i.e., podem modular, retificar e ampliar sinais elétricos".(4)

"Os dispositivos semicondutores, cuja condutividade é permitida pelo movimento dos elétrons, operam por 'grupo de elétrons móveis e facilmente controláveis num sólido (germânio ou silício)'. O movimento desses elétrons, em resposta a campos e sinais elétricos aplicados, constituem a ação dos vários tipos de dispositivos".(8)

Em seus vinte e poucos anos, a indústria de semicondutores já viveu três gerações de produtos; a geração dos discretos, início da década de 50 até o presente; a geração dos circuitos integrados, do início dos anos 60 até os nossos dias, e a geração dos circuitos integrados, em larga escala, do início dos anos 70 até o momento.

Dentro de cada geração existem várias famílias de produtos, seguindo, cada uma delas, seu próprio ciclo de vida.

Gerações diferentes parecem ter um período de introdução e crescimento de aproximadamente 10 anos, antes de chegar à maturidade.

A vida do produto, por seu lado, pode ser tão curta quanto de um a três anos. Além de novas gerações que incorporam grandes mudanças quanto a projeto e desempenho, existe, dentro de uma dada geração, um constante processo de melhoramentos.

Os desenvolvimentos na microeletrônica foram tão rápidos, nos últimos anos, que o termo 'revolução' tem sido freqüentemente aplicado, mesmo que incorretamente. Esses desenvolvimentos resultaram em substanciais reduções de custo e em melhoras no desempenho, em termos de confiabilidade e flexibilidade.

Dois desenvolvimentos específicos foram de tal forma importantes que podem ser vistos como as maiores inovações técnicas deste século. (3)

A primeira foi o desenvolvimento do transistor, que foi o primeiro bem sucedido dispositivo eletrônico ativo, todo estado-sólido

do ('solid-state'), capaz de modular, amplificar e retificar sinais eletrônicos.

A segunda foram os circuitos integrados, nos quais muitos dispositivos eletrônicos discretos eram fabricados num pequeno único 'chip' de material semicondutor, tornando assim possível a construção de circuitos microeletrônicos compactos e baratos. O desenvolvimento dos CIs culminou com o advento do microprocessador.

O desenvolvimento da indústria de CIs em ampla escala tem início com os semicondutores eletrônicos no estado sólido e, particularmente, com a invenção do transistor, em 1947, que durante os anos 50 veio substituir as válvulas termoiônicas, em virtude de suas vantagens de tamanho menor, menos necessidade de energia e vida útil mais longa.

Contudo, esses dispositivos eram discretos (individualizados), ativos, e tinham que ser ligados a componentes passivos (como resistores), para formar os circuitos elétricos. O processo planar, desenvolvido em 1959 para a fabricação de transistores, tornou possível, mais tarde, fabricar circuitos completos, incluindo muitos dispositivos ativos e passivos em 'chips' individuais de material semicondutor cristalino. Como o processo planar, e o igualmente importante processo MOS ('metal-oxide semiconductor'), dão melhores resultados no cristal de silício do que no germânio, o cristal de silício passou a predominar, na indústria eletrônica do estado-sólido, como base dos 'chips'.

Os dispositivos discretos desempenham uma única função eletrônica.

Os circuitos integrados desempenham mais do que uma função: têm a estrutura do transistor como bloco construtivo principal, mas incluem muitos componentes e são comumente grupados em duas 'famílias tecnológicas' conhecidas como: bipolar e MOS ('metal-oxide'). Um circuito integrado simplesmente integra funções de milhares de componentes discretos em um 'chip' que, assim integrados, conduzem-se como um único e complexo sistema.

Diferenciam-se por níveis de integração em:

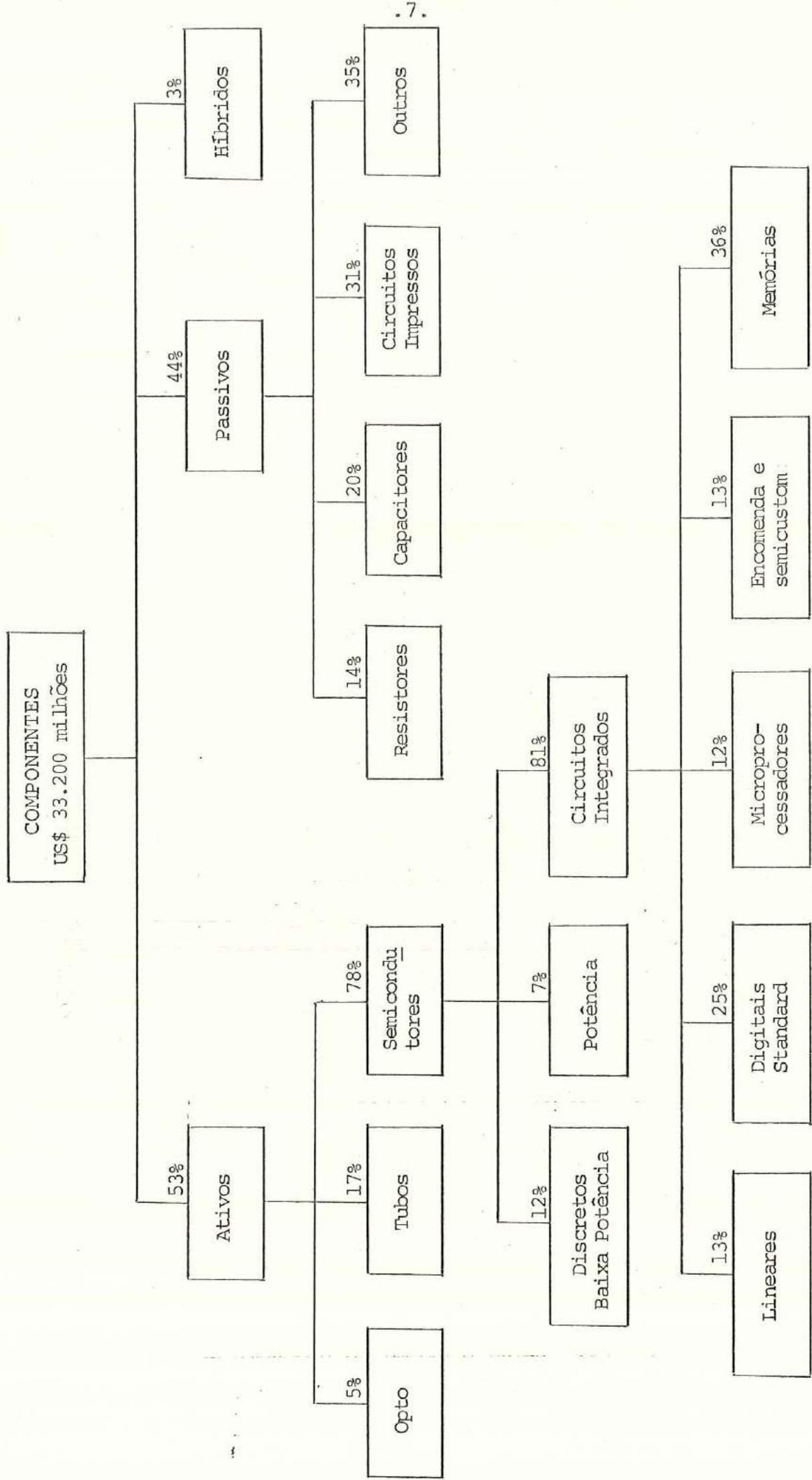
- a) integração em pequena escala (IPE) - 'small scale integration' (SSI)
- b) integração em média escala (IME) - 'medium scale integration' (MSI)
- c) integração em larga escala (ILE) - 'large scale integration' (LSI)
- d) integração em escala muito ampla (IEMA) - 'very large scale integration' (VLSI).

Os componentes eletrônicos podem ser classificados como na Figura 1, a seguir, que indica ainda a distribuição no mercado mundial. Os semicondutores constituem o grupo mais importante desses produtos, destacando-se os circuitos integrados.

A Microeletrônica refere-se aos componentes eletrônicos semicondutores.

FIGURA 1 - COMPONENTES ELETRÔNICOS - CLASSIFICAÇÃO E PARTICIPAÇÃO NO MERCADO MUNDIAL

- 1980 -



A seguir analisa-se em maior detalhe as características dos principais componentes semicondutores.

#### b) Componentes Discretos

A importância relativa dos componentes discretos na indústria de SC tende a declinar; enquanto em 1979 representavam 35% do valor da produção mundial de SC, estima-se que em 1983 essa participação terá caído para 23%. (II)

Em 1981, o crescimento real em termos mundiais, dos SC discretos, foi grandemente dependente dos transistores de potência MOSFET<sup>(\*)</sup>. Os outros discretos, como tiristores, diodos e retificadores permaneceram estáveis, e os minúsculos aumentos nas vendas apenas igualaram a inflação. Os transistores de pequeno sinal tiveram o pior desempenho dos discretos, uma vez que muitas das suas funções foram sendo incorporadas aos circuitos integrados. (II)

É importante notar que a Motorola (maior fabricante mundial de discretos) prevê que os MOSFETs de potência crescerão até 25% do mercado dos transistores de potência até 1990, enquanto que novos fabricantes de MOSFETs acreditam que chegarão no mínimo a 50%. (II)

---

(\*) A maior parte dos dispositivos microeletrônicos utiliza transistores de efeito de campo ('field-effect transistors'-FETs), com uma construção em sanduíche de semicondutor de metal óxido (MOS). Estes são conhecidos como FETs de tecnologia MOS - MOSFETs. (3)

c) Memórias

Os dispositivos de memória representam um elemento fundamental em qualquer sistema de computação. Mais importante ainda, a tecnologia está em estado de transformação, com considerável potencial para avanços futuros. (3)

Junto com a informação a ser processada, as instruções programadas para a unidade central de processamento (UCP) têm que ser armazenadas em alguma forma de memória, para que a informação seja processada de forma adequada. Os dispositivos de memória constituem o âmago magnético das UCPs e estão disponíveis já há muitos anos.

O desenvolvimento de várias formas de memórias microeletrônicas no estado sólido levou a uma associação ideal com os microprocessadores, tanto que um computador completo num 'chip' já é uma realidade e não mais um sonho.

Os semicondutores de memória são de dois tipos:

1. A memória de acesso randômico (RAM - 'random access memory') que tem as propriedades:
  - (i) tempo-acesso aproximadamente constante para qualquer localização na memória,
  - (ii) o conteúdo das localizações da memória pode ser alterado,
  - (iii) é volátil.
2. A memória apenas de leitura (ROM - 'read-only-memory') tem o padrão de memória pré-programada na época da fabricação pelo

uso de máquinas litográficas especiais.

A memória RAM de 64K é o dispositivo mais atual dessa categoria, com quatro vezes a capacidade de memória dos 'chips' anteriores; domina os novos computadores desta década, tornando-os mais potentes e acessíveis. (c)

64K é a abreviatura para 65.536 'bits' de dados de computador, o que representa quatro vezes a capacidade dos RAMs 16K atualmente muito usados. A memória 64K é assim uma chave para a capacidade do computador de armazenar e processar mais informação, prometendo a possibilidade de computadores ainda menores para desempenhar tarefas maiores.

Os 'chips' 64K começaram a aparecer em 1981, no equipamento das companhias que constroem pequenos sistemas de computador.

Os grandes sistemas que usam RAM de 64K difundem-se em 1982 e 1983, na medida em que o custo do dispositivo se aproxima do preço dos RAMs 16K que poderá substituir.

O RAM 64K é o último de uma série bem sucedida de memórias a semicondutor iniciada em 1971, quando a Intel lançou seu dispositivo 1K. Seguiram-se a esse, o 4K e o 16K e, em ambos os casos, o projeto da Mostek conquistou-lhe posição de liderança, embora a empresa não tivesse sido a primeira a lançar o produto no mercado. (c)

Segundo previsões da Status, o número de chips de 64K excederá, no pico de sua produção, o pico dos chips de 16K, como tem

ocorrido para cada geração sucessiva; em outras palavras, a necessidade de memória aumentaria mais do que a quadruplicação de densidade que a tecnologia está proporcionando a cada dois anos e meio.

A memória RAM de 4K, cujo valor de venda no mercado norte-americano, em 1979, foi de US\$91.5 milhões, representará, segundo alguns, apenas cerca de US\$1 milhão em 1984. O 'state of art' da 64K RAM na tecnologia VLSI faturou, no mercado norte-americano, 1.4 milhões de dólares em 1979, e segundo algumas estimativas representará até US\$472 milhões; ou mais, até 1984. (7)

Os circuitos 'Read-only memory (ROM)' aumentaram tremendamente sua densidade e aplicações, na última década. As memórias ROM (semi-customs) caracterizam-se por um 'array' de células de memória cujo programa é impresso nessas mesmas células nas últimas etapas do processo de fabricação.

As ROM continuarão a ser amplamente aplicadas naquelas áreas de programas relativamente pouco armazenados, como brinquedos, computadores domésticos e jogos de vídeo.

#### d) Microprocessadores

'O microprocessador (MPU) é um dispositivo que realiza aritmética e lógica como um computador, mas numa única fração de pastilha ('chip') integrada, tornando-se um verdadeiro microcomputador quando combinado com um dispositivo de memória.' (8)

Para a indústria de semicondutores, a chegada do microprocessador soluciona os problemas de ter que equilibrar a tendência na direção da miniaturização com a necessidade de aplicações mais gerais para essa tecnologia complexa. A transformação radical que o microprocessador introduziu é de que, agora, é necessário apenas um tipo de 'chip' para centenas de diferentes aplicações.

A razão para essa flexibilidade reside nas características únicas do circuito integrado microprocessador, isto é, sua capacidade de ser programado.

O primeiro microprocessador foi desenvolvido pela INTEL em 1971, em resposta a uma encomenda de um fabricante japonês de calculadoras (BUSICOM), que solicitou um 'chip' processador construído sob encomenda, capaz de realizar aritmética e outras funções e, ainda assim, ser suficientemente barato para possibilitar que o preço da calculadora fosse bastante baixo para criar um mercado de massa. O dispositivo produzido, na forma de um CI-LSI, é mais precisamente chamado de unidade central de processamento ('CPU' - UCP), embora se popularizasse com o nome de microprocessador. Em pouco tempo, o 'chip' inicial foi modificado para incluir dois circuitos de memória: um (conhecido como dispositivo de input/output), para possibilitar que os dados se movam para dentro ou para fora da UCP e, o outro, para possibilitar que o programa comande a UCP. Dessa forma nasceu o microcomputador.

Foi exatamente a natureza não-dedicada do microprocessador que tornou possível os altos níveis de produção de dispositivos, possibilitando a queda do preço.

O poder e a versatilidade do microcomputador foram rapidamente reconhecidos, principalmente quando se verificou que 'juntando' ou conectando muitos deles o resultante 'multi-micros' apresentava a mesma capacidade e eficiência dos computadores de tamanho médio.

Cada microprocessador é apoiado por uma família de 'chips' compatíveis, de objetivos especiais, suplementares, i.e., um MPU Intel 4040 trabalha com um relógio (oscilador eletrônico) 4201, uma memória ROM 4308, e um 'chip' de input/output que resultam em um sistema dedicado. É possível obter um 'chip' que contém todas as funções necessárias para fazer um computador funcionar consistindo de memória, controle e input/output (I/O), como o Intel 8080, Mostek 3870, e o Texas 9940; mas a versão mais comum do microprocessador fornece apenas as funções de controle do microcomputador (MC) e requer 'chips' extras para realizar as funções de memória e funções de interface ('interface'). (3)

Os MPUs não devem ser examinados isoladamente, pois trabalham num sistema onde a memória e os componentes de apoio constituem uma parte razoável do custo do sistema. À medida que a tecnologia de SC avança, o custo do MPU em relação à sua capacidade cai e, assim, a importância do MPU, como percentagem do custo total do sistema, tende a diminuir. Em 1975, o componente mais importante do custo do sistema era o MPU; mas em junho de 1980 as memórias já representavam 60%, e o MPU, 25%, enquanto que os componentes de apoio representavam 15%. (6).

O 'chip' microprocessador de 16-bits amadureceu ao ponto em que já existem muitos e diferentes modelos, e até mesmo fontes secun-

dárias. No entanto, atualmente, a maioria das aplicações ainda emprega os MPUs de 8 ou 4 bits, que já estão disponíveis há algum tempo. (II)

e) Produtos sob-encomenda e semi-encomenda

Os CIs sob-encomenda (custom) e semi-encomenda (semi-custom) são CIs especiais (dedicados) e são contratados, por fabricantes de bens finais eletrônicos.

O projeto de um CI 'custom' é feito inteiramente segundo as especificações do cliente.

Um projeto sob-encomenda para a realização de um CI é o método ótimo, em termos de máximo desempenho e taxa de rendimento (yield) e custo mínimo para a produção de um circuito VLSI.

Os CIs 'semi-custom' são em parte padronizados, tanto projeto quanto fabricação e, 'personalizados' nos passos finais do processo de produção.

Um único chip semi-encomenda VLSI linear ou digital, é um substituto direto de mais de 100 CIs de pequena e média escala de integração (SSI e MSI). Esses dispositivos SSI e MSI correspondem a mais de 70% da complexidade da placa de circuito impresso (printed circuit board), que é utilizada em produtos que se baseiam em MPUs, na qual são montados, além do chip MPU e dos CIs SSI e MSI (ou um semi-custom VLSI), um ou mais chips de memória.

Existem dois tipos de dispositivos semi-encomenda: células padronizadas 'standard cell' e 'gate array' ou 'master slice':

a) os 'standard cell' se utilizam de células de circuitos padronizados (cell library) e, portanto, já testadas, que precisam simplesmente ser arranjadas e interconectadas no silício, da mesma maneira que uma placa de circuito impresso, segundo as especificações do cliente.

A vantagem das 'semi-custom standard cell' é que os elementos do circuito já são testados e, sua desvantagem é a baixa eficiência das interconexões.

b) o 'gate array' é um arranjo de transistores e/ou células de porta; uma matriz de elementos funcionais ou componentes idênticos. Um 'gate array' passa por todos os estágios do processo de fabricação de um chip, com exceção do estágio final em que são feitas as interconexões (metalização), de acordo com os requisitos de projeto do cliente. O 'gate array' é um chip padronizado que pode ser estocado em grandes quantidades, e então finalizado em lotes menores de acordo com as especificações do cliente, através de um ou mais níveis de metalização (em geral, um ou dois).

Enquanto que para um dispositivo padronizado é a empresa-fabricante que decide o projeto e como vai se realizar a produção, no caso dos 'customs' e 'semi-customs', é o cliente-usuário quem decide quanto a todas as etapas do processo de produção.

O processo de produção de dispositivos eletrônicos semicon

dutores tem a característica de ser parcelado até uma etapa de nível bem baixo de intensidade de tecnologia. Por isso, assim como uma empresa fabricante de SC pode localizar qualquer etapa ou parcela menor do processo de produção, no ponto locacional que for mais conveniente, da mesma forma, o cliente-usuário de 'customs' e 'semi-customs' poderá encomendar qualquer etapa ou parcela menor do processo de produção, onde for mais aconselhável do ponto de vista de desempenho, qualidade e preço final do dispositivo encomendado.

O cliente-usuário de CIs 'custom' e 'semi-custom' pode ir diretamente a um fabricante desses CIs e encomendar projeto e fabricação recebendo o chip pronto para ser utilizado, ou encomendar os serviços especializados para cada etapa do processo, como os exemplos:

- O projeto pode ser encomendado de escritórios independentes de projeto de CIs (IC design-house) e a difusão do chip, montagem/testes (fabricação propriamente dita), poderá ser encomendada a uma fundição de silício (silicon foundry), que são instalações industriais dedicadas à manufatura de CIs projetados em outro lugar.

- Comprar um lote de 'semi-customs' ainda não metalizados; fazer o projeto final com um CAD (PAC) próprio; encomendar as máscaras num fabricante especializado; encomendar a metalização final, montagem/testes em outro fabricante.

Alguns fabricantes de SC 'standard' de mercado aberto oferecem serviços de 'fundição de silício', como a Motorola, a National e a Intel.

A opção do cliente-usuário por um CI especial 'custom' ou 'semi-custom' depende da quantidade que deseja encomendar, pois que esta é a variável determinante do custo final do CI.

Os altos custos e o longo período, associados à etapa de desenvolvimento de projeto, restringem o mercado de 'custom' às encomendas em grandes quantidades, enquanto que os 'semi-customs gate array' são viáveis para quantidades muito pequenas e os 'semi-customs standard cell' para quantidades intermediárias.

A tabela a seguir ilustra, com dados um pouco conservadores, os custos e o tempo de desenvolvimento associados às quantidades encomendadas de CIs.

TABELA 1

Quantidades Encomendadas, Custos e Tempo de Desenvolvimento de CIs Sob e Semi-Encomenda

CIs especiais	Quantidade (U)/ano	Tempo de projeto e fabricação	Custo de projeto e fabricação (US\$)
Customs	Acima de 100.000 ou acima de 50.000 com especificação extra*	9 meses a 2 anos (média de 20 meses)	Acima de 100.000 (projeto) acima de 250.000 (inclusive fabricação)
Semi-customs			
standard cell	De 15.000 a 50.000	menos de 6 meses	até 75.000
gate array	De 5.000 a 15.000 (master slice)	10 a 12 semanas	10.000 a 20.000
	De 1.000	4 a 6 semanas	15.000 a 20.000

(\* ) Especificação extra de desempenho: 'very-high-speed', 'very-low-power'.

Elaboração de: II, f, g, ll.

Os 'gate arrays' são os chips especiais mais visados atualmente pelos fabricantes de semicondutores e algumas das maiores empresas do mercado mundial disputam esse mercado como a Texas, Fujitsu, Phillips, NEC, Fairchild, AMI, Plessey, Toshiba, etc.

Cerca de 60 empresas novas estão se disputando para estabelecer um nicho de mercado em 'semi-customs'. Em 'gate arrays' os pesquisadores de mercado dizem que agora existem cerca de quarenta concorrentes incluindo alguns dos maiores fabricantes de computadores que têm fabricação cativa de SC.

A popularidade dos 'gate arrays' deve-se principalmente ao fato de poderem ser encomendados em pequenas quantidades visando nichos de mercado.

Outras características do produto e do processo, como a seguir, representam vantagens adicionais da linha de CIs semi-encomendada 'gate arrays':

a) O tempo e os custos de projeto são reduzidos porque só precisa ser projetado o padrão das interconexões metálicas, o que possibilita, inclusive, obter um projeto correto logo de início.

b) Como o 'design' da metalização é considerado simples-reduz-se a criar o caminho da interconexão das células básicas do 'array'; é parecido com o projeto de um 'printed circuit board' (placa de circuito impresso), com um mínimo de projeto de circuito integrado — é possível realizá-lo com uma equipe não especializada, mesmo porque a padronização das interconexões é ideal para a utilização de

pacotes de programas para 'computer-aided-design'-'CAD' - (Projeto Auxiliado por Computador - PAC).

c) O produto final da operação de projeto são uma ou mais máscaras para a metalização, que podem ser encomendadas fora. A partir das máscaras de metalização, o chip é processado (a metalização é realizada). O estágio de processamento de silício da metalização é o menos complicado de todos os estágios de processamento da pastilha, e consiste basicamente da decapagem, isto é, retirar o alumínio indesejado para deixar à mostra o padrão das interconexões.

Com uma linha de produtos em dispositivos projetados semi-encomenda, um fabricante não precisará ter todas as instalações e os equipamentos de processamento. Poderá ir integrando o seu processo de produção passo a passo com o domínio dos conhecimentos e técnicas de cada etapa realizada anteriormente.

d) Até o estágio imediatamente anterior ao final do processo de fabricação (metalização), o comportamento econômico de uma linha de dispositivos 'gate arrays', do ponto de vista da fundição de silício (do fabricante do circuito) é idêntico ao dos produtos fabricados em grandes volumes e portanto se beneficia das economias dinâmicas de escala e das economias estáticas normais mantendo portanto altas taxas de lucratividade a preços decrescentes. E, ainda, como os escritórios de projeto de semi-encomenda preferem que o cliente participe o máximo possível do projeto do circuito, há um compartilhamento muito grande do conhecimento nas duas direções (do projetista do chip para o projetista do produto final e vice-versa), que resulta em economias horizontais de projeto.

e) Um 'gate array' tem a vantagem de poder ser fabricado em praticamente todas as tecnologias digitais disponíveis - NMOS, CMOS, IIL, CDL, ECL. A tecnologia CMOS, provavelmente, será a tecnologia dominante na indústria, porque oferece muitas vantagens em "semi-customs": mesmo sendo considerada uma tecnologia digital, também pode ser utilizada para funções analógicas.

Graças às novas e capazes ferramentas automáticas de projeto, os dispositivos semi-encomenda são uma alternativa, em relação aos sob-encomenda, crescentemente viável, possibilitando até que os próprios clientes-usuários realizem os projetos dos chips. Prevê-se que os 'semi-customs' serão o segmento de maior crescimento da indústria de SC até o final da década, quando corresponderão a cerca de metade da indústria por volta de 1990. No curto prazo projetam que as vendas de 'semi-customs', que foram da ordem de US\$150 milhões em 1982, vão quadruplicar até 1985.

O problema com os 'gate arrays' é que são tão fáceis de projetar com um CAD, que a competição nesse campo é intensa.

PARTE I - CARACTERÍSTICAS ATUAIS DA INDÚSTRIA

2) Mercados

a) Difusão da Microeletrônica

A profundidade da mudança que a tecnologia de SC introduz faz da indústria eletrônica e de sua base tecnológica uma indústria de convergência, isto é, uma indústria da qual uma série de indústrias e serviços se tornam dependentes, de uma forma ou de outra. Produz, ao mesmo tempo, um efeito de 'locomotiva', nos materiais, na tecnologia e na produção, para o resto da economia. O seu progresso técnico e sua difusão têm afetado áreas que no passado não se relacionavam com ela. (7)

O efeito multiplicador da indústria de semicondutores é difícil de estabelecer, mas torna-se evidente se observarmos que a indústria a nível de produtos, por exemplo, deu origem a uma série de produtos radicalmente novos (forno de microondas); transformou produtos pela substituição de componentes mecânicos e eletromecânicos por eletrônicos (relógios e calculadoras) e, melhorou produtos tradicionalmente eletrônicos (computadores) pelo acréscimo de capacidade.

Ao nível dos processos produtivos, a microeletrônica deu "novo escopo à automatização industrial" pela incorporação de funções e maior desempenho ao equipamento (máquinas-ferramenta controladas por computador e robôs) e, pela maior complexidade, flexibilidade e capacidade dos sistemas de controle e dos dispositivos de monitoragem para produção contínua (uso do computador como auxiliar de fabricação - CAM - e projeto auxiliado por computador - CAD)". (7) Assim também se dá ao nível da automatização dos escritórios pelo uso de processadores da palavra, copiadoras e 'correio eletrônico'.

Os serviços pessoais e os hábitos de consumo estão sendo mudados pela microeletrônica por intermédio do aumento de auto-serviços (agências bancárias 'eletrônicas'), pela substituição dos serviços pessoa-para-pessoa (lavanderias por máquinas de lavar), pelo desenvolvimento de novos serviços (teletexto) e, ainda, pela possibilidade de interação à distância entre consumidores e vendedores, por meio da telemática (7).

Apresentamos nos itens a seguir os principais produtos da indústria, bem como, algumas aplicações e distribuição do consumo por área geográfica.

#### b) Circuitos Integrados

Desde os anos 60, os Circuitos Integrados (CIs) têm aumentado sempre em importância, como proporção do mercado total de semicondutores. Isso reflete entre outras coisas a crescente digitalização do equipamento eletrônico e dos sistemas. O Quadro 1 mostra essa mudança para o período 1978-1981. Esse curto período ilustra a velocidade da mudança que ora se realiza e que, possivelmente, continuará.

O maior peso relativo do consumo de componentes discretos no Japão, em comparação com os Estados Unidos e Europa Ocidental, mostrado no mesmo Quadro, deve-se provavelmente ao maior peso relativo da produção de bens de consumo na indústria eletrônica japonesa, como é visto a seguir.

## QUADRO 1

Participação dos Componentes Discretos, Integrados e Optoeletrônicos nos Mercados dos EUA, Japão e Europa Ocidental - 1978/81

Países/ Anos	Discretos %	CI's %	Optoeletrônicos %
USA			
1978	27	68	6
1981	18	78	4
Europa			
1978	36	56	9
1981	25	66	9
Japão			
1978	42	53	5
1981	33	62	5

Fonte: Electronics International, "World Markets" January 3, 1980 and January 13, 1981; in Rada (7).

No quadro 2 a seguir vemos o consumo de CI's nos EUA, Japão e Europa Ocidental para 1965 e 1975, assim como uma estimativa para 1985, agregado e "per capita", cabendo destacar a grande expansão dos mercados europeus e japoneses, substancialmente superior à do mercado norte-americano.

Como demonstra o Quadro 3, a principal área de aplicação de CI's nos países desenvolvidos é o processamento de dados, seguido dos bens de consumo durável e as aplicações feitas pelo governo americano, presumivelmente para fins militares e aeroespaciais. Entre 1976 e 1981 a aplicação em processamento de dados expandiu-se subs-

tancialmente, tanto em valor absoluto como em termos de participação relativa no total das aplicações. Tendo em vista a ênfase dada a componentes eletrônicos de alto desempenho no recente programa de armamentos dos EUA é possível que a participação do Governo dos EUA venha a modificar-se.

Notem-se ainda importantes diferenças regionais nas aplicações dadas a CIs. Comparando-se os EUA e o Japão (Quadro 4) verifica-se que enquanto no primeiro predominam as aplicações em computações, no segundo destacam-se as aplicações em bens de consumo. A Europa Ocidental (Quadro 5) apresenta um perfil de aplicações mais próximo ao norte-americano.

Conforme pode ser visto no Quadro 4, as estruturas de uso têm-se modificado com o tempo (note-se, por exemplo, a crescente importância das aplicações em comunicações). Para o futuro é provável que nos Estados Unidos o mercado governamental amplie sua importância e, no Japão, cresçam as aplicações em computação, em virtude tanto das estratégias de competição das empresas líderes como das respectivas políticas governamentais.

## QUADRO 2

CONSUMO DE CIRCUITOS INTEGRADOS POR REGIÃO,  
EM VALOR E PER CAPITA - 1965/85

	US\$ milhões		
	1965	1975	1985
EUA	60	1200	3500
Europa Ocidental	4	480	2200
Japão	7	480	1900
PER CAPITA			
EUA	0.3	5.7	15.9
Europa Ocidental	-	1.9	8.5
Japão	-	4.4	16.2

Fonte: Mackintosh Consultants (III)

## QUADRO 3

CONSUMO DE CIRCUITOS INTEGRADOS NO MERCADO EUROPEU  
OCIDENTAL, AMERICANO E JAPONÊS - 1976-1981

SETORES	1976	1981
	%	%
Processamento de Dados	26	31
Equipamento de Escritório	7	7
Comunicações	11	11
Industrial e Comercial	12	13
Bens de Consumo (exceto TV)	15	15
TV	11	9
Governo dos EUA	18	14
Valor em US\$ bilhões (aprox.)	86,6	155

Fonte: Booz, Allen and Hamilton; 'The Electronics Industry in Scotland - A Proposed Strategy, 1979; in Rada (7).

QUADRO 4

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DAS VENDAS INTERNAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS,  
 POR TIPO DE MERCADO, NOS EUA E JAPÃO, NO PERÍODO 1974/1978

Tipo de Mercado	1974		1975		1976		1977		1978	
	Japão	EUA								
Computação	16.8	40.3	9.8	35.3	12.0	33.4	14.5	35.1	8.8	35.5
Produtos de Consumo	38.5	16.6	41.5	16.3	41.3	10.1	37.8	9.6	35.3	10.5
Industrial	4.8	9.1	5.0	11.1	9.8	11.4	5.8	9.7	4.5	10.6
Comunicações	4.3	4.6	10.3	5.7	4.3	6.1	3.8	7.7	5.5	7.8
Automotiva	1.5	1.0	2.0	0.7	1.8	0.6	3.8	0.8	4.0	1.1
Governo	0	13.7	0.5	15.0	0	11.7	0.3	12.3	0	9.0
Distribuidores	27.3	13.9	28.5	14.4	28.5	21.9	31.5	20.0	39.8	25.0
Outros	6.8	0.8	2.4	1.5	2.3	4.8	2.5	4.8	2.1	0.5

Fonte: Rada (7).

## QUADRO 5

CONSUMO DE CIs NA EUROPA OCIDENTAL POR ÁREA DE APLICAÇÃO  
1980 / 1985

Setores	Anos	
	1980 %	1985 %
Processamento de dados	31.6	32.1
Eletro-domésticos	2.5	3.5
Relojoaria	7.4	7.2
Automotiva	2.8	3.6
Comunicações	13.5	13.0
Entretenimento	28.9	26.7
Controle e instrumentação	13.3	13.9
Valor em US\$ bilhões	1,2	2,3

Fonte: Bessant (2).

c) Microprocessadores

Do ponto de vista do produto, o mercado de microprocessadores (MPVs) pode ser segmentado nas seguintes áreas:

- mercado de 4-bits ou 'low-end' 8 bits ('low-cost controller');
- mercado de 8-bit "midrange 'byte handling'";
- mercado de 16-bit de computação. (6)

A segmentação do mercado mundial de MPUs nesses três segmentos, com dados reais para 1976 e projetados para 1980, está representada no Quadro 6.

Note-se que segundo esta fonte a tendência seria de um aumento mais do que proporcional da participação dos produtos mais complexos (16 bits), em detrimento, principalmente, dos produtos médios (8 bits). No entanto, para o período 1980/85, outras fontes como: 'Creative Strategies International', estimam que as taxas de crescimento serão proporcionais à complexidade dos produtos.

Do ponto de vista das áreas de aplicação, o mercado de MPUs está assim segmentado:

- Industrial
- Computadores
- Telecomunicações
- Consumo
- Militar/Aeroespacial

## QUADRO 6

## O MERCADO MUNDIAL DE MICROPROCESSADORES 1976-80

Categorias de Produtos	1976		1980	
	Valor US\$ 10 <sup>6</sup>	% Do Total	Valor US\$ 10 <sup>6</sup>	% Do Total
4 bit / 8 bit	13	41	32	39
8 bit	14	41	24	29
16 bit	6	18	27	32
TOTAL	33	100	83	100

Fonte: McGlynn (6).

QUADRO 7  
 APLICAÇÕES DE MICROPROCESSADORES

Categorias de Aplicações	1976		1980	
	Valor US\$ 10 <sup>6</sup>	%	Valor US\$ 10 <sup>6</sup>	%
mercado de 4 bit e 8 bit (low-cost control)				
Industrial	5.2	40	11.2	35
Telecomunicações	3.4	25	8	25
Computadores	2.6	20	-	-
Consumo	1.3	10	11.2	35
Militar/Aero	0.6	5	1.6	5
<b>T O T A L</b>	<b>13.1</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>100</b>
mercado de 8 bit (byte handling)				
Industrial	4.9	35	5	20
Telecomunicações	4.2	30	6	25
Computadores	3.5	25	6	25
Consumo	0.7	5	5	20
Militar/Aero.	0.7	5	2.4	10
<b>T O T A L</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>24.4</b>	<b>100</b>
mercado de 16 bit (computação)				
Industrial	1.7	28	8.1	30
Telecomunicações	2	34	1.4	5
Computadores	1.1	17	9.5	35
Consumo	0.4	7	3	10
Militar/Aero.	0.8	14	5.4	20
<b>T O T A L</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>27.4</b>	<b>100</b>

Fonte: McGlynn. (6)

PARTE I - CARACTERÍSTICAS ATUAIS DA INDÚSTRIA

3) Características da Oferta

a) Produção mundial segundo a origem dos produtores

O Quadro 8 apresenta os valores mundiais de produção de SC discretos e integrados para os anos de 1979/83, além de estimativas para o período 1981/83, distribuídos segundo a origem dos fabricantes. A participação desses produtores no mercado mundial é apresentada no Quadro 9, enquanto que o Quadro 10 mostra como esses fabricantes distribuem suas vendas entre produtos discretos e integrados.

Tomando a indústria como um todo, o domínio dos produtores norte-americanos é substancial (60% das vendas mundiais), estimando-se que registre um pequeno crescimento no futuro próximo. Conforme mostram os Quadros 9 e 10 a seguir, essa liderança é bem mais marcante para circuitos integrados do que para componentes discretos que, porém, representam uma parcela inferior e de rápido declínio da produção das empresas norte-americanas. No entanto, mesmo na área de circuitos integrados, o domínio das empresas norte-americanas não é homogêneo: em memórias, p.ex., os fabricantes japoneses dominam 70% do mercado de 64K RAM. Essa segmentação de lideranças é vista a seguir com mais pormenores para os principais componentes SC.

## QUADRO 8

DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE SEMICONDUTORES, DISCRETOS  
E CIs, EM VALOR E SEGUNDO A ORIGEM DOS PRODUTORES - 1979/83

LOCALIZAÇÃO	MILHÕES DE DÓLARES				
	1979	1980	1981	1982	1983
E.U.A.					
CIs					
Mercado Aberto	4.671	6.360	7.000	8.750	10.900
Produção Cativa	2.010	2.695	3.050	4.010	5.015
CI TOTAL	6.681	9.055	10.050	12.760	15.915
DISCRETOS	1.944	2.080	2.100	2.250	2.425
TOTAL DE SEMICONDUTORES	8.625	11.135	12.150	15.010	18.340
EUROPA OCIDENTAL					
CI TOTAL	600	710	765	880	1.055
DISCRETOS	1.050	1.100	1.200	1.240	1.305
TOTAL DE SEMICONDUTORES	1.650	1.810	1.985	2.120	2.360
JAPÃO					
CI TOTAL	1.750	2.580	2.970	3.715	4.700
DISCRETOS	1.180	1.360	1.450	1.700	1.810
TOTAL DE SEMICONDUTORES	2.930	3.940	4.420	5.415	6.510
RESTO DO MUNDO					
CI TOTAL	675	740	835	1.100	1.500
DISCRETOS	1.025	1.060	1.100	1.150	1.300
TOTAL DE SEMICONDUTORES	1.700	1.800	1.935	2.250	2.800
TOTAL DE CIRC. INTEGRADOS	9.706	13.085	14.620	18.455	23.170
TOTAL DE DISCRETOS	5.199	5.600	5.850	6.340	6.840
TOTAL DE SEMICONDUTORES	14.905	18.685	20.470	24.795	30.010

Fonte: Status, 1981. (II)

QUADRO 9

DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE SEMICONDUTORES, DISCRETOS E CIs SEGUNDO A ORIGEM DOS PRODUTORES - EM PERCENTAGEM DO TOTAL MUNDIAL - 1979/83

ANOS	E. U. A.				EUROPA OCIDENTAL				JAPÃO				RESTO DO MUNDO			
	(a <sub>1</sub> ) CI	(b <sub>1</sub> ) D	(c <sub>1</sub> ) T	(a <sub>2</sub> ) CI	(b <sub>2</sub> ) D	(c <sub>2</sub> ) T	(a <sub>3</sub> ) CI	(b <sub>3</sub> ) D	(c <sub>3</sub> ) T	(a <sub>4</sub> ) CI	(b <sub>4</sub> ) D	(c <sub>4</sub> ) T	(a <sub>4</sub> ) CI	(b <sub>4</sub> ) D	(c <sub>4</sub> ) T	
1979	68.83	37.39	57.87	6.18	20.19	11.07	18.03	22.69	19.65	6.96	20.02	11.41	6.96	20.02	11.41	
1980	69.20	37.14	59.60	5.42	19.65	9.69	19.72	24.28	21.08	5.66	18.93	9.63	5.66	18.93	9.63	
1981	68.74	35.90	59.35	5.23	20.51	9.70	20.31	24.79	21.59	5.72	18.80	9.45	5.72	18.80	9.45	
1982	69.14	35.49	60.54	4.77	19.56	8.55	20.13	26.81	21.84	5.96	18.14	9.07	5.96	18.14	9.07	
1983	68.69	35.45	61.12	4.55	19.08	7.86	20.28	26.46	21.69	6.48	19.01	9.33	6.48	19.01	9.33	

$$(a_1) + (a_2) + (a_3) + (a_4) = (b_1) + (b_2) + (b_3) + (b_4) = (c_1) + (c_2) + (c_3) + (c_4) = 100\%$$

CI = Circuitos Integrados

D = Discretos

T = Total dos Semicondutores

Fonte: Elaboração de Status 1981 (II).

QUADRO 10  
DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE SC SEGUNDO A ORIGEM  
DOS FABRICANTES

Localização	1979	1980	1981	1982	1983
E.U.A.					
CIIs	77	81	82	85	87
Discretos	23	19	18	15	13
Total SC	100	100	100	100	100
EUROPA OCIDENTAL					
CIIs	36	39	39	42	45
Discretos	64	61	61	58	55
Total SC	100	100	100	100	100
JAPÃO					
CIIs	60	65	67	69	72
Discretos	40	35	33	31	28
Total SC	100	100	100	100	100
RESTO DO MUNDO					
CIIs	40	41	43	49	54
Discretos	60	59	57	51	46
Total SC	100	100	100	100	100
Total de CIIs	65	70	71	74	77
Total de Discretos	35	30	29	26	23
Total de SC	100	100	100	100	100

Fonte: Elaboração de: Status, 1981 (II).

b) Concentração e segmentação de mercados e lideranças

O Quadro 11, a seguir, mostra a concentração na produção de componentes discretos e integrados e a participação mundial e regional dos sete maiores. Note-se que embora as empresas norte-americanas sejam as maiores produtoras mundiais (vejam-se quadros 12 e 14), o grau de concentração da produção dos EUA é bem inferior ao do Japão e ao da Europa. A Europa Ocidental, aliás, tem taxas de concentração muito superiores às outras regiões. Esta característica se mantém mesmo excluindo a produção cativa no mercado americano.

Note-se ainda que a concentração na produção de CIs tende a ser inferior à de discretos para os três e para os sete maiores fabricantes mundiais, ao nível mundial e na produção americana e japonesa, sugerindo que a maior maturidade do produto não conduz a uma dispersão da produção.

Note-se que os dados disponíveis a nível de empresas não incluem aqueles referentes à produção individual dos produtores de SC exclusivamente cativos, como a IBM, que é o maior fabricante mundial de SC. A nível agregado estima-se que a produção cativa de CIs corresponde a cerca de 30% da produção total dos EUA, tendendo a crescer (veja-se quadro 8 ).

A parcela de mercado agregado mascara facilmente a presença de uma dada empresa em um segmento de mercado específico. Por exemplo, no mercado norte-americano de semicondutores, a American Micro Devices deteve aproximadamente 2% do total em 1979, mas sua parcela de circuitos integrados é muito maior. Em microprocessadores, sua

família AM 2900 no segmento de 4-bit domina 70% do mercado (em volume); a AMD produz 57% desse volume, e o resto divide-se entre oito fornecedores de segunda fonte. Assim, a sua parcela do mercado de vendas é de 57%, e a parcela de mercado da tecnologia é de 70%. Entre as empresas que constituem uma segunda fonte desse MPU estão a Fairchild, a Hitachi, a Nippon Electric, a Philips, e a Siemens. A Siemens, por sua vez, possui 20% da AMD.

O produtor cativo, por seu lado, fabrica semicondutores para o seu próprio consumo, e os fabricantes de mercado não-cativo, nos EUA, por exemplo, destinam aproximadamente 35% de sua produção às próprias subsidiárias.

Por exemplo, embora, como vimos, os produtores americanos dominem a produção de CIs, no caso de memórias RAM de 64K<sup>(\*)</sup> o poder, de fato, em termos de mercado, está com os japoneses (70% do mercado mundial de RAM 64K), e as empresas norte-americanas correm o perigo de perder para eles uma importante parcela de outras memórias. Os japoneses entraram tarde no mercado dos 16K, mas acabaram por conquistar 40% das vendas mundiais. Os líderes asiáticos, atualmente, são a Nippon Electric Co. (NEC), e a Hitachi Ltd. (c)

Os fabricantes norte-americanos de memórias RAM (Intel, Mos tek, Motorola, Texas), movimentam-se agora rapidamente, na tentativa de inverter a situação, e não será de surpreender se no ano de 1983 ficarem com uma parcela razoável do mercado.

---

(\*) O 'chip' de memória 64 RAM será, provavelmente, o produto individual de maior vendagem na história da indústria de SC. Em 1981, o valor das vendas foi de 110 milhões de dólares, e em 1982 as vendas atingiram cerca de 600 milhões de dólares, sendo que em 1983 poderão chegar a 1 bilhão e 200 milhões de dólares.

### b.1) Circuitos Integrados

O Quadro 12, a seguir, apresenta as estimativas de produção de 1978 a 1979, para os 27 maiores fabricantes de CIs da Europa, do Japão e dos EUA, que respondem por quase três quartos da produção mundial de CIs. Nota-se a liderança das empresas norte-americanas, embora algumas firmas japonesas (como a NEC e a Hitachi) já detenham consideráveis valores de produção cuja importância é obscurecida ao tomarem-se os valores agregados. Refletindo a penetração americana na Europa, registra-se a presença da ITT como a terceira maior produtora da região.

Embora, como vimos, a produção de CIs apresente um grau de concentração elevado, as posições de liderança, entre os maiores, não são estáveis, testemunhando o alto grau de competição no mercado. Tais mudanças podem ser vistas no Quadro 12, que mostra as diferentes taxas de crescimento alcançadas pelos dez principais produtores americanos no período 1979/81 e as conseqüentes modificações no seu 'ranking'.

### b.2) Microprocessadores

O Quadro 13, a seguir, apresenta os maiores fabricantes mundiais de MPUs, em 1978: note-se, uma vez mais, a segmentação de mercados: a Texas Instruments, por exemplo, lidera na produção de MPUs de 4 e 6 bits, mas não está entre os principais produtores de MPUs de 8 bits, liderada pela Intel que, por sua vez, não é significativa na produção de MPUs de 4 bits.

b.3) Discretos

O Quadro 14, a seguir, apresenta os maiores fabricantes mundiais de SC discretos: a importância desses produtores na fabricação de CIs é substancialmente diversa, conforme pode ser visto pelo Quadro 15, que compara o 'ranking' dos dez principais produtores de SC discretos com o seu 'ranking' entre 27 principais produtores mundiais de CIs. O mesmo Quadro mostra ainda que a relação entre o valor da produção de SCs discretos e CIs é substancialmente maior entre os produtores europeus do que entre os produtores norte-americanos e japoneses, (com exceção da Matsushita), confirmando o relativo atraso tecnológico dos primeiros em relação aos demais.

## QUADRO 11

CONCENTRAÇÃO NA PRODUÇÃO DE SC DISCRETOS E CIs:  
PARTICIPAÇÃO MUNDIAL E REGIONAL DOS PRINCIPAIS  
FABRICANTES - EM PORCENTAGEM - 1979

Lide- rança	DISCRETOS				CIs				
	Mundial	EUA	Japão	Europa Ocid.	Mundial	EUA A	B	Japão	Europa Ocid.
Maior Prod.	8.7	19.5	16.4	27.8	9.3	13.6	19.4	25.6	33.7
3 Maiores	21.6	39.5	46.5	59.7	19.6	28.5	40.8	57.9	68.7
7 Maiores	38.9	n.d.	n.d.	n.d.	32.7	48.1	68.9	83.5	94.0

Nota: EUA (A) - Participação sobre o total da produção de CIs, incluindo a produção cativa.

EUA (B) - Participação sobre a produção de mercado aberto apenas.

Fonte: Quadros 8, 12 e 14.

QUADRO 12  
PRINCIPAIS PRODUTORES DE CIRCUITOS INTEGRADOS  
E.U.A.

Posição em 1980	Fornecedor	1979 US\$10 <sup>6</sup>	80/79 %	1980 US\$10 <sup>6</sup>	81/80 %	1981 US\$10 <sup>6</sup>
1	TI	907	36	1230	4	1280
2	NATIONAL	490	47	720	11	800
3	MOTOROLA	510	34	685	8	740
4	INTEL	460	34	615	13	695
5	FAIRCHILD	365	23	450	6	475
6	SIGNETICS	265	48	390	13	440
7	MOSTEK	220	66	365	8	395
8	AMD	207	40	287	17	335
9	RCA	165	22	200	5	210
10	HARRIS	120	54	185	14	210
TOTAL		3714	35	5127	9	5580

EUROPA (em US\$ 10 <sup>6</sup> )		
Companhia	1978	1979
NEC	280	448
HITACHI	200	316
TOSHIBA	180	250
MITSUBISHI	90	122
FUJITSU	80	122
MATSUSHITA	85	113
TOKYO SANYO	60	90
SHARP	40	57
OKI	25	38
SONY	20	28
TOTAL	1060	1584

EUROPA OCIDENTAL (em US\$10 <sup>6</sup> )	
Companhia	1979
PHILIPS	202
SIEMENS	130
ITT	80
SGS-ATES	70
THOMSON-CSF	40
PLESSEY	25
FERRANTI	17
TOTAL	564

Fonte: Status, 1981. (II)

QUADRO 13  
 PRINCIPAIS PRODUTORES DE MICROPROCESSADORES - 1978

	EMPRESA	PRODUÇÃO (1000 Unidades)
4-bit	Texas Instruments	9.400
	National Semiconductor	2.535
	Rockwell International	2.475
	Nippon Electric	1.600
	Total	16.010
8-bit	Intel	1.661
	Fairchild	951
	Motorola	950
	National Semiconductor	750
	Synertek	710
	Mostek	670
	Rockwell International	660
	Zilog	540
	Advanced Micro Devices	445
	General Instruments	425
Total	7.762	
16-bit	Texas Instruments	182
	National Semiconductor	91
	General Instruments	60
	Intel	31
Total	364	

Fonte: Business Week. (e)

QUADRO 14  
 PRINCIPAIS PRODUTORES MUNDIAIS DE COMPONENTES DISCRETOS  
 VALOR DA PRODUÇÃO - 1979/81

EMPRESA	VALOR DA PRODUÇÃO (US\$ MILHÕES)		
	1979	1980	1981
MOTOROLA	380	450	480
TI	268	315	343
PHILIPS	292	305	320
TOSHIBA	194	232	260
SIEMENS	205	211	235
HITACHI	190	210	233
NEC	165	203	220
RIECHATSHUSHITA	146	160	173
THOMSON-CSF	130	150	160
GE	120	135	146
MITSUBISHI	104	122	130
RCA	122	120	125
FAIRCHILD	102	110	116
AEG TELEFUNKEN	90	96	100
OUTROS	1.850	2.781	2.809
T O T A I S	4.358	5.600	5.850

Fonte: Status, (II)

QUADRO 15  
 PRINCIPAIS PRODUTORES DE SC DISCRETOS -- RELAÇÃO  
 ENTRE PRODUÇÃO DE DISCRETOS E CIRCUITOS INTEGRADOS  
 E SUA POSIÇÃO NA PRODUÇÃO DE CIs - 1979

PRODUTOR	D/CI (%)	RANKING EM DISCRETOS	RANKING EM CIs (1)
MOTOROLA	74.5	1	2
TI	29.5	2	1
PHILIPS	144.5	3	12
TOSHIBA	77.6	4	9
SIEMENS	157.7	5	14
HITACHI	60.1	6	7
NEC	36.8	7	5
MATSUSHITA	129.2	8	18
THOMSON-CSF	325	9	23
GE	(2)	10	(2)

(1) Ranking entre os 27 maiores produtores de CIs: 10 dos EUA; 10 do Japão e 7 da Europa.

(2) Não incluída entre os dez maiores produtores de CIs dos EUA.

Fonte: Quadros 12 e 14.

b.4) 'Customs' versus 'standards' e 'big league' versus 'little league'

Os produtos da indústria de semicondutores eletrônicos podem ser padronizados (standards) de aplicação universal ou sob-encomenda (customs) para aplicações específicas.

Os fabricantes de SC eletrônicos estão grupados em duas grandes categorias: empresas líderes do mercado mundial - 'big league' - e o grupo das pequenas empresas - 'little league'.

Até bem pouco tempo atrás era bem clara a distinção dos dois grupos quanto à especialização em produtos: os padronizados, fabricados em massa, eram da área da 'big league' e os sob-encomenda, fabricados em pequenas quantidades, da 'little league'.

Na 'onda' (1975) dos microprocessadores, originalmente um sob-encomenda que se tornou um standard da indústria, e com as novas técnicas dos semi-encomenda, o mercado para esses produtos explodiu tornando sem distinção clara a fronteira das duas estruturas.

Hoje em dia, as empresas líderes do mercado mundial entraram firmemente nos dispositivos sob e semi-encomenda e algumas empresas, como a Intel, muito bem sucedidas no mercado de 'customs' estão entrando para a 'big league' e fabricando em massa, dispositivos universais, padronizados.

A base industrial da 'big league' são as economias dinâmicas de escala que aparecem na produção em grandes volumes como resul

tante do aprendizado.

As vantagens de custo resultantes de operações de grandes volumes, nos mercados de padronizados, refletem-se na estratégia de preço da 'big league', que acompanha os preços da curva de aprendizado. Os preços são baseados em reduções de custo associados a grandes volumes. Essa política da empresa é ainda sustentada por uma estratégia de comercialização agressiva.

Os mercados de produtos sob-encomenda, de baixos volumes e aplicações específicas, forçam as empresas da 'little league' a uma dinâmica de competição diferente, de altos preços e baixos volumes.

No mercado de dispositivos sob-encomenda as empresas da 'little league' seguem a estratégia de capturar 'nichos' especializados de mercado. As posições de quase-monopólio assim criadas, quando o 'nicho' é grande, possibilitam preços competitivos mais suaves e margens de lucro expressivos.

As empresas da 'little league' são vitais para a indústria. Podem inovar constantemente liderando o caminho para novos produtos e processos.

A inovação, aliás, é o elemento de passagem de uma empresa da 'little league' para a 'big league' quando a aplicação do produto é bastante ampla. Esses casos, contudo, não são muito comuns na indústria.

Um produto sob-encomenda comercialmente bem sucedido torna

se um standard e entra numa curva de aprendizado que possibilita que das sucessivas de preço.

A passagem de uma empresa do grupo das pequenas, fabricante de produtos sob-encomenda, para o grupo das grandes, de produtos padronizados, não é fácil porque coloca sérios problemas de ajustamento a uma dinâmica de competição completamente nova e muito intensa.

O momento atual é de expansão dos produtos sob-encomenda e representa uma oportunidade única para empresas e países entrantes na indústria de semicondutores eletrônicos fazendo parte da 'little league'.

A competição deve aumentar dentro da 'little league' e nos produtos sob-encomenda desta com aqueles da 'big league' tornando as áreas de atuação dos dois grupos não tão distintos.

A estrutura dominante tende a ser a da 'big league' em produtos padronizados. São os recursos competitivos da 'big league' que devem ser objetivados por aquelas empresas e países que estão buscando o desenvolvimento autônomo da tecnologia microeletrônica.

c) Integração e Especialização ('captive', 'captive-merchant' e 'merchant')

Se levarmos em consideração a integração vertical, as empresas da indústria de SC de produtos padronizados ('standard') da

(big league' podem ser classificadas em empresas de mercado cativo e de mercado não-cativo.

As empresas de mercado cativo alocam toda a sua produção de SC ao próprio grupo (não vendem para o mercado) e as empresas de mercado não-cativo destinam toda ou parte da produção ao mercado.

#### c.1) Empresas de Mercado Cativo

As empresas de SC de produção cativa são integradas verticalmente, em componentes e bens finais, e os grupos a que pertencem, geralmente são especializados na indústria eletrônica.

O Quadro 16 apresenta uma relação dos fabricantes norte-americanos de SC eletrônicos de oferta cativa.

A produção cativa desempenha um papel importante na indústria de SC. Conforme se pode observar no Quadro 8, a produção cativa total de CIs nos EUA é praticamente estável no período analisado (79-83) — aproximadamente 30%. As firmas que produzem exclusivamente para uso próprio, como a IBM, estão não só entre os maiores fabricantes do mundo, como são também das que mais gastam em P&D em SC. Além da indústria de computadores, setor originalmente eletrônico, em que todas as empresas importantes mantêm produções cativas, outros setores, como a indústria aeroespacial (p.ex. a Lockheed e a Martin-Marietta), máquinas de escritório (p.ex. a Xerox), e telecomunicações (p.ex. Western Electric e Northern Telecom) contam com instalações de P&D, desenvolvimento de protótipos e fabricações em escala piloto e comercial.

QUADRO 16  
FABRICANTES DOS EUA DE SC ELETRÔNICOS  
DE OFERTA CATIVA

Empresas

Aerobet Electro Systems  
Amdhal Corporation  
Ampex Corporation  
Bell Telephone Labs  
Boeing Company  
Burroughs  
Chrysler Corp.  
Control Data Corp.  
Cutler Hammer/Eaton  
Data General  
Datel Systems  
Delco Electronics Div.  
Digital Equipment  
Eastman Kodak  
E.Systems Inc.  
John Fluke MFG  
Ford Aerospace Communications  
Foxbord Company  
Four-Phase System Inc.  
General Dynamics  
General Electric  
Gould Inc.  
GTE Laboratories  
Hewlett-Packard  
Honeywell  
IBM  
Lockheed Missiles & Space  
Magnavox  
Martin Marietta Aerospace  
McDonnell-Douglas  
Micro-Rel  
NCR  
Northern Telecom  
Northrop  
Rosemount  
Sandia Labs  
Sperry  
Storage Technology Corp.  
STC-Microtechnology Corp.  
Stenberg Carlson  
Tektronic  
Uti-Essex Group Inc.  
Western Electric  
Westinghouse  
Xerox

Os dois maiores produtores cativos são a IBM e a AT&T (por intermédio de sua subsidiária, a Western Electric). O Quadro 17 mostra a gama de atividades desenvolvidas por essas empresas de componentes eletrônicos SC.

São muitas as vantagens das instalações cativas. Entre as mais importantes está a possibilidade de obter economias horizontais de projeto, pela integração dos projetos do circuito e do sistema final, pois o custo de produzir o projeto do circuito junto com o sistema é inferior ao custo de produzi-los separadamente. Isso sem considerarmos as vantagens quanto ao desempenho final do sistema.

Os fabricantes cativos podem beneficiar-se das economias estáticas de escala que se relacionam ao tamanho das instalações; por pertencerem a grandes grupos, por disporem de facilidades para a captação de recursos financeiros e, ainda, pela disponibilidade financeira para capital fixo e de giro de suas coligadas.

Contudo, os cativos enfrentam problemas quanto a obter aquela massa crítica necessária para usufruir das economias dinâmicas de escala e, assim, competir também em preços com os ofertantes do mercado aberto.

Os componentes usados pelos fabricantes cativos são de natureza diferente daqueles das empresas que vendem no mercado aberto (não cativo). Os objetivos visados pelos fabricantes cativos quanto a componentes são a confiabilidade e o desempenho.

As divisões de semicondutores dos grupos aos quais pertencem

cem os fabricantes cativos de SC, possivelmente não são tão lucrativas quanto as dos fabricantes de mercado não-cativo. Ocorre que o mercado em que competem não é o de SC, mas, sim, dos equipamentos. Deter a fabricação, e, principalmente, a pesquisa básica no campo de SC, é para eles uma condição vital para a competitividade em seus principais mercados.

É assim que a maior parte da pesquisa básica em semicondutores é desenvolvida pelos laboratórios das empresas de mercado cativo, e os cativos são responsáveis pela maior parte das inovações de processo.

Nos últimos anos, segundo Status-81, a continuidade e o controle da oferta emergiram como a razão mais importante para o estabelecimento de uma grande capacidade de produção cativa, depois da escassez de partes críticas em 1979 e no começo de 1980.

As vantagens e desvantagens da fabricação cativa são enumeradas no Quadro 18 a seguir.

## QUADRO 17

IBM E WESTERN ELECTRIC. PESQUISA E PRODUÇÃO DE  
SCs EM DIVERSAS LOCALIZAÇÕES

LOCALIZAÇÃO	LAB. P & D	LAB. PROTÓTIPO	PROD. ESCALA PILOTO	PRODUÇÃO COMERCIAL	NOTAS
<u>IBM</u>					
Yorktown	X				
Rochester		X			
Hopewell Jct.				X	
Essex Jct.		X	X	X	
San Jose	X	X			
Tucson			X	X	
Austin			X	X	(planejada)
Manassas	X	X	X		Ativ. para fins militares
<u>ALEMANHA</u>					
Siedelfingen			X	X	
Böblingen	X	X	X		
<u>FRANÇA</u>					
			X	X	
<u>JAPÃO</u>					
	X				Pesq.s/junção de Josephson
<u>SUIÇA</u>					
	X				
TOTAL	6	5	7	6	
<u>WESTERN</u>					
<u>EUA</u>					
Allentown		X	X	X	MPUs e RAMs
Reading				X	Memórias
TOTAL		1	1	2	

Fonte: Status 81. (II)

QUADRO 18

FABRICAÇÃO CATIVA DE VLSI - VANTAGENS CONTRA DESVANTAGENS

VANTAGENS

- 'Turnaround' rápido
- Produção de baixo volume
- Otimização do Desenho
- Circuitos de Propriedade Cativa
- Invenção
- Imagem Técnica
- Posição de Barganha
- Controle de Confiabilidade
- Continuidade de Fornecimento
- Controle de Prioridade nas entregas
- Manutenção do Valor Agregado

DESVANTAGENS

- Dificuldade em atrair pessoal especializado
- Massa crítica
- Gama restrita de produtos
- Período de aprendizagem
- Preços de barganha ao comprar
- Falta de fornecedores alternativos
- Desempenho
- Não-partilha de custo
- Falta de serviços de aplicação
- Investimento de capital

Fonte: Status/81. (II)

## C.2) Empresas de Mercado Não-cativo

As empresas de SC de produção não-cativa podem pertencer a grupos não-especializados na indústria eletrônica ou a grupos especializados na indústria eletrônica, ou podem, ainda, ser completamente independentes.

As empresas de SC de mercado não-cativo, quando pertencentes a grupos não-especializados na indústria eletrônica, são também denominados de empresas 'captive-merchant'. Os dispositivos fabricados são em parte alocados no próprio grupo e, em parte, vendidos no mercado aberto.

As empresas de SC de mercado não-cativo, quando pertencentes a grupos especializados na indústria eletrônica, ou quando completamente independentes, são ainda denominadas de empresas 'merchant'.

Os quadros a seguir apresentam uma listagem dos maiores produtores mundiais de SC nas duas categorias de análise enunciadas, a saber: fabricantes de SC 'captive-merchant' (Quadro 19) e 'merchant' (Quadro 20).

QUADRO 19  
 FABRICANTES 'CAPTIVE-MERCHANT' DE SC  
 RECEITAS EM US\$ 10<sup>6</sup>  
 - 1979 -

Empresas	Receitas
Philips	505
-Signetics	265
NEC	559
-Electronic Arrays	16
Hitachi	498
Toshiba	462
-Maruman (1980)	10
Siemens	356
-Litronix	31
-Dickson	17
-FMC	14
RCA	276
Matshushita	222
General Electric	120
-Inter	92
Mostek	210
Fujitsu	208
Mitsubishi	195
ITT	185
Thomson-CSF	160
AEG-Telefunken	135
Sanyo	129
SGS-ATES	120
Harris	115
Hewlett-Packard	95
TRW	75
Rockwell	70
Spectronic	65
Synertek (*)	65
Raytheon	54
Westinghouse	53
Delco (General Motors)	52
Precision Monolithics (Bourns)	21
Zilog (Exxon Inform. Systems)	20
Hughes	12

Fonte: Rada (7).

(\*) Receita conjunta de Spectronic e Synertec, empresas do grupo Honeywell.

QUADRO 20  
FABRICANTES 'MERCHANT' DE SC  
RECEITAS EST. EM US\$ 10<sup>6</sup>  
-1979-

Empresas	Receitas
Texas Instruments	1212
Motorola	919
National Semiconductors	616
Fairchild (Schlumberger)	469
Intel	440
General Instruments	202
AMD (20% Siemens)	206
AMI (25% Bosch)	95
Unitrode (15% Schlumberger)	69
Analog Devices (Standard Oil)	55

Fonte: Rada (7).

Essa classificação, que utiliza os critérios de integração e especialização, é interessante na medida em que vai diferenciar os produtores norte-americanos dos japoneses e europeus, e explica grandemente sua estratégia empresarial.

Pela observação dos quadros anteriores percebe-se que os produtores de mercado cativo são principalmente norte-americanos; os 'captive-merchant' são principalmente, da Europa e do Japão, e os 'merchant' são norte-americanos. Todos os principais fabricantes europeus e japoneses são 'captive-merchant', como pode ser visto no Quadro 21, que mostra a participação de SC e outros produtos eletrônicos nas vendas dos principais produtores mundiais de SC. É essa, talvez, a principal diferença estrutural com os EUA; onde estão baseados os 'merchant producers'.

Os 'captive-merchant' europeus são também os maiores fabricantes do setor de engenharia elétrica e eletrônica, como a Philips, a Siemens, a AEG-Telefunken, a Thomson-Brandt, e a SGS, que é parte da Società Finanziaria Telefonica, subsidiária do IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale); a Plessey (Inglaterra) é parte da Plessey Company Ltd., e a Ferranti (Inglaterra), é parte de um grupo altamente diversificado em computadores, instrumentação e engenharia.

Os 'captive-merchant' japoneses pertencem a grandes grupos empresariais ('keiretsu') diversificados em outros ramos industriais e no setor serviços, principalmente o ramo financeiro, por exemplo: a NEC pertence ao grupo Sumitomo e depende grandemente de seus empréstimos, a Fujitsu pertence ao grupo do Banco Dai-Ichi Kangyo (DKB), a Oki faz parte do grupo do Banco Fuji, a Hitachi lidera um 'keiretsu' de quarenta empresas.

Os 'captive-merchant' norte-americanos, por seu lado, ou pertencem a grupos europeus ou japoneses ou, quando pertencem a grupos norte-americanos, estes são altamente diversificados em outros ramos industriais, e sem ligações de capital com o sistema financeiro.

Os fabricantes norte-americanos de SC 'merchant', na sua maioria, originalmente, eram empresas ofertantes de SC, exclusivamente, e, com o tempo foram integrando verticalmente na direção de bens finais eletrônicos, o que lhes pareceu lógico diante do vulto da montagem que já realizavam nos próprios produtos (SC), indo um pouco além e completando a montagem (em bens finais eletrônicos), detendo assim todos os lucros e maximizando o valor agregado.

Observe-se que o SC é o 'âmago' tecnológico dos bens finais eletrônicos e, portanto, é muito mais fácil, para um fabricante de SC integrar para a frente em bens finais, do que ao contrário.

À medida que as empresas se movimentam na direção da integração vertical em bens finais, aumenta a taxa de retorno sobre o patrimônio líquido, o que é explicado pelo aumento do valor unitário das vendas por unidade de produto vendido, em que o conteúdo de componentes 'solid-state' é muito alto (calculadoras).

Numa classificação ainda mais minuciosa, identificamos dois grupos de 'merchant-suppliers' (Quadros 20 e 21):

- As empresas do Grupo A são aquelas que integraram amplamente para bens finais, para as quais os SC, atualmente, representam

no máximo a metade do seu faturamento (SC: menos de 50% do faturamento), como a Texas e a Motorola; vendem para suas coligadas, fabricantes de bens finais eletrônicos (em geral, eletrônicos de consumo) e para o mercado aberto.

- As empresas do Grupo B são aquelas que dependem principalmente da venda de semicondutores. Incluem-se nessa categoria em empresas importantes como a Fairchild, a Intel e a National.

A National e a Intel estão sempre aumentando seus negócios em sistemas e subsistemas.

A National, por não acreditar que os produtos eletrônicos de consumo sejam bastante lucrativos, entrou no mercado de computadores, formando a National Advanced System.

A estratégia de integração vertical da Intel é oferecer 'soluções', pelo aumento do conteúdo do 'software' nos componentes ('firmware'), de acordo com as necessidades do cliente.

De fato, isso significa que seus produtos são auto-contidos e, assim, são parte do mercado de sistemas, embora não ofereçam produtos de consumidor ou produtos profissionais na sua forma física. Isso está mudando, e é provável que a Intel entre no mercado de sistemas no sentido tradicional.

A Fairchild, totalmente dependente da venda de semicondutores, foi adquirida pelo grupo Schlumberger (grupo francês de prospecção de petróleo).

Nesse contexto, se aplicarmos o critério rígido de mais de 50% de vendas em semicondutores, já não se torna possível afirmar que indústria norte-americana se compõe de 'produtores independentes' ('merchant').

Finalmente, o que se pode concluir é que a indústria de se micondutores é dominada por empresas integradas verticalmente e, dentro delas, é a especialização dos grupos que vai diferenciá-las e ex plicar estratégias empresariais diferentes.

A tendência para a integração vertical será acentuada no futuro, com a tecnologia VLSI. Há razões econômicas relacionadas com onciências de capital e financiamento que serão examinadas adiante.

A integração vertical apresenta diferentes vantagens: uma empresa integrada verticalmente detém, inicialmente, um mercado cati vo para novos componentes, o que pode permitir-lhe percorrer mais ra pidamente a curva de aprendizado e explorar economias de escala, es- táticas e de escopo.

Um produtor 'captive-merchant' ou 'merchant' integrado em bens finais pode receber fundos de outra divisão do grupo, tanto pa- ra investimentos de capital como para sustentar prejuízos ou baixas taxas de lucro, enquanto disputa, em preço, a liderança no mercado para o seu produto.

Desde meados da década de 70, a intensidade de capital na indústria de SC aumentou rapidamente, essencialmente pela necessida- de de uma rápida mudança tecnológica e das características de expansão

QUADRO 21  
 COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO 'MIX' DE VENDAS DOS PRINCIPAIS  
 PRODUTORES DE SC - 1978/80

PRODUTORES	COMPONENTES SEMICONDUCTORES	OUTROS PRODUTOS ELETRÔNICOS	OUTROS
a) EUA			
Mostek (1978)	93.0		
American Micro System (1978)	89.0		
Advanced Micro Devices (1978)	89.0		
Intel Corp. (1978)	75.0		
Fairchild (1978)	70.2	29.8	
National Semiconductors (1979)	70.0	30.0	
Intersil, Inc. (1978)	69.0		
Texas Instruments (1979)	47.4	43.7	9.5
Motorola (1979)	36.9	49.0	14.4
General Instruments (1980)	28.2	50.8	21.0
b) JAPÃO			
NEC	20.0	80.0	
Sony	18.0	82.0	
Sanyo	13.0	87.0	
Fujitsu	11.0	89.0	
OKI	8.0	92.0	
Toshiba	7.0	93.0	
Mitsubishi	6.0	94.0	
Hitachi	5.0	70.0	25.0
Sharp	4.0	96.0	
Matsushita	3.0	87.0	10.0
c) EUROPA OCIDENTAL			
Plessey (1978)	16	70	14
Thomson-CSF (1978)	13	87	
Ferranti (1979)	7	85	8
Siemens (1978-est.)	6	60	34
Philips (1978-est.)	3	66	31
AEG-Telefunken (1978-est.)	2		

Fonte: Rada (7).

na capacidade.

Dois elementos essenciais da manutenção ou da criação de uma vantagem comparativa nessa indústria são a disponibilidade de capital e seu custo relativo. Nesse contexto, a integração vertical e a estrutura da indústria tornam-se importantes, dado que as grandes empresas têm melhores possibilidades de financiamento, seja de fontes privadas ou públicas. Nessa área também é vital o apoio governamental, mas esse ponto será melhor explorado em outro item.

As empresas de SC do Japão, além de contarem com as vantagens já citadas da integração, contam, ainda, com a vantagem de participarem de grupos que incluem firmas do sistema financeiro, o que lhes facilita enormemente a captação de recursos para as atividades da empresa, vantagem ampliada pelos menores custos do mercado financeiro japonês, em comparação com os europeus e americanos.

Essa integração vertical coloca-as em posição comparativamente forte para o futuro, embora não tenham ainda atingido a capacidade de inovação dos norte-americanos, exceto em alguns campos, como o de memórias.

A necessidade de capital desempenhou um papel importante quanto a alterar a estrutura da indústria dos EUA. No início dos anos 70 compunha-se essencialmente de produtores independentes com grande capacidade de inovação tecnológica e que operavam em um ambiente empresarial especializado. Contudo, a necessidade dessas empresas de terem acesso a recursos financeiros, e a necessidade de grandes empresas de obter tecnologia, explica o fato de que restam muito pou

cos fabricantes independentes.

A despesa de capital relativa aos fundos internamente gerados pelas empresas membros da US Semiconductor Industries foi a seguinte, em percentagem, de 1975 a 1979.

<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
45%	70%	98%	112%	108%

Fonte: Rada (7)

O maior número de aquisições de capital de empresas de semicondutores, por grupos e empresas maiores, ocorreu durante 1977 e depois disso. O quadro 22 a seguir mostra as aquisições a partir de 1969.

Como pode ser constatado pelo quadro, uma proporção maior das aquisições foi por empresas européias, no esforço de obter um rápido acesso à tecnologia e a uma parcela maior de mercado. A principal motivação das empresas adquiridas foi a necessidade de capital.

Embora o histórico da indústria européia não se revele particularmente vigoroso, especialmente em circuitos integrados, e apesar de a sua parcela do mercado mundial registrar apenas um pequeno aumento, essa situação é passível de mudar, no futuro.

Há três razões principais para isso. A primeira, indubitavelmente, é a estrutura verticalmente integrada, que a esta altura de maturidade da indústria representa uma importante vantagem. A segunda é uma atitude mais flexível quanto à compra de tecnologia por intermédio de aquisições, mais do que pela tentativa de desenvolver