

Encapsulados de circuitos integrados

Prof. Juan B. Roldán Aranda

Contenidos

- 1.- Introducción
- 2.- Materiales
- 3.- Tipos de encapsulados
 - 3.1.- Atendiendo a la disipación de potencia
 - 3.2.- Atendiendo al montaje sobre la PCB
- 4.- Problemas térmicos (disipación de temperatura)
- 5.- MCM (Multi Chip Package)
- 6.- Fiabilidad y test
- 7.- Conexiones entre el IC y la PCB. Soldaduras

Requisitos de los encapsulados

- Proteger el circuito del medio ambiente
- Proteger el circuito durante la producción de la PCB
- Ejercer de interfaz mecánica con la PCB
- Ejercer de interfaz para las pruebas de test
- Proporcionar señales adecuadas entre el IC y la PCB
- Proporcionar alimentación al IC
- Disipar el calor producido en la operación del IC
- Bajo costo

Diseño de encapsulados: factores a tener en cuenta

Prestaciones



Super
computadores

PC's

Consumidores
finales de
productos de
consumo

Electrónica
militar

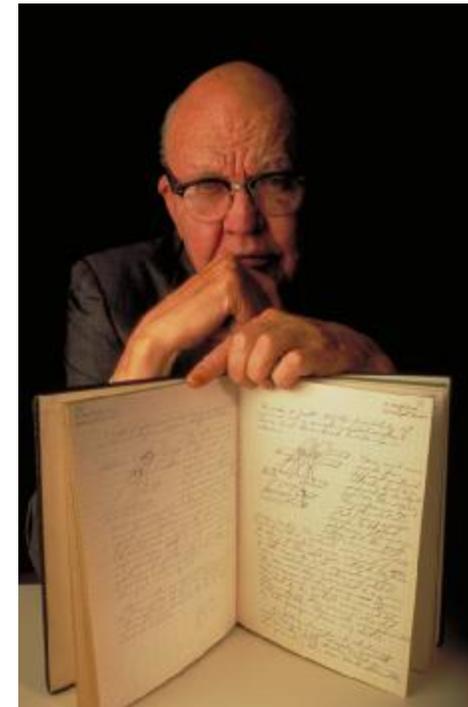
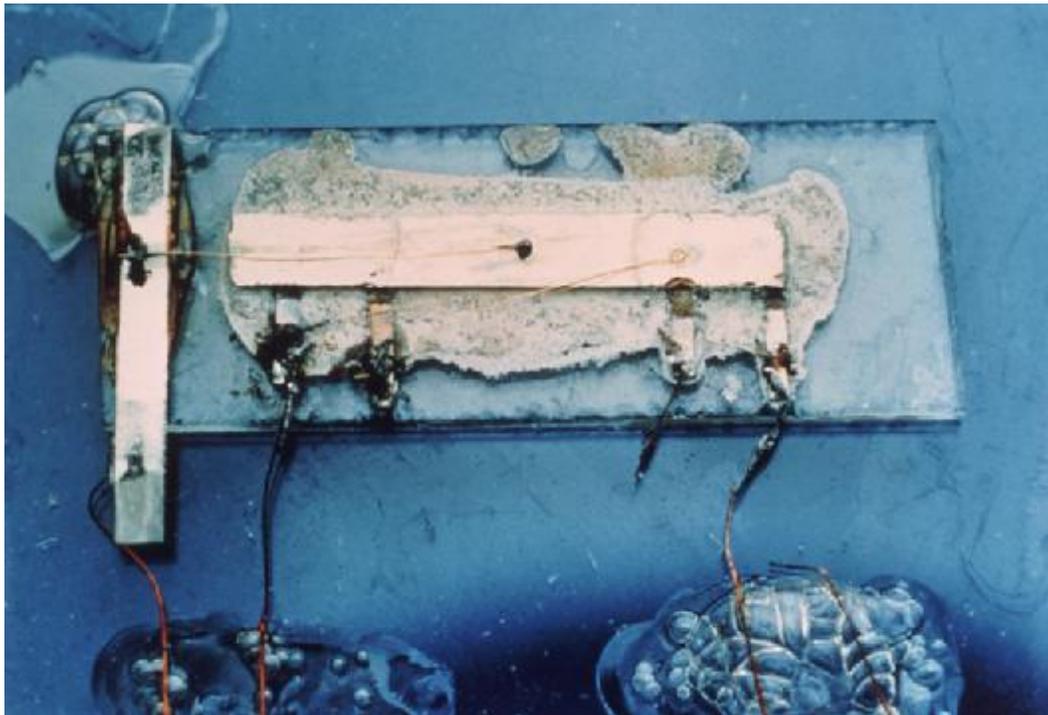


Costo

Fiabilidad

Diseño de encapsulados: factores a tener en cuenta

Primer Integrated Circuit - Jack Kilby inventa el IC en Texas Instruments 1958. Contenía un solo transistor y otros componentes en una lámina de germanio, revolucionó la industria electrónica.

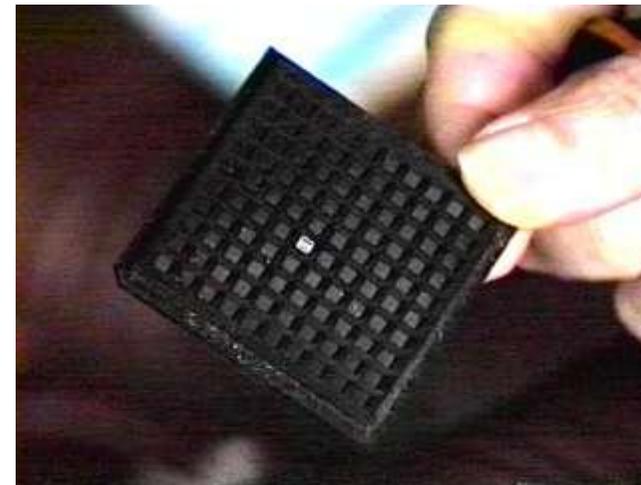


Diseño de encapsulados:

Chips por la similitud a las fichas del poker.

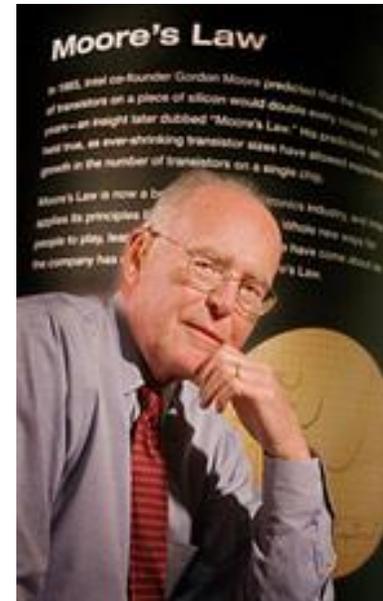


Silicon die



Diseño de encapsulados:

Número de



Intel ha implementado el proceso de 45 nm en noviembre de 2007, AMD entrará en 2008. IBM, Infineon, Samsung, and Chartered Semiconductor han completado una plataforma de procesamiento de 45 nm.

Los sucesores de la tecnología de 45 nm serán 32 nm, 22 nm y 16 nm (fuente: ITRS International Technology Roadmap for Semiconductors).

Materiales

Propiedades necesarias de los materiales utilizados en los encapsulados:

- Buenos aislantes
- Constante dieléctrica baja
- Conductividad térmica alta
- Dureza y resistencia alta
- Estabilidad a las temperaturas de procesado
- Bajo costo

Materiales

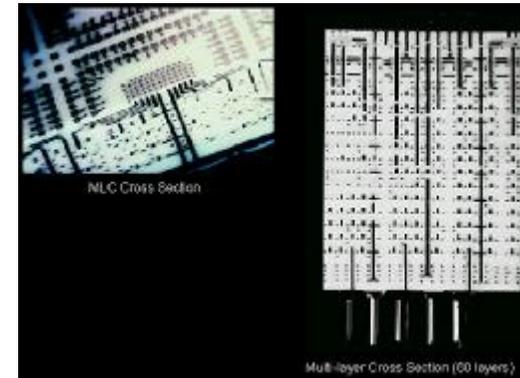
- Cerámicos
 - Conductividad térmica alta
 - Herméticos
 - Caros (a veces más caro que el propio IC)
- Metálicos (han sido utilizados internamente por IBM)
 - Conductividad térmica alta
 - Herméticos
 - Conductividad eléctrica alta (se debe mezclar con otro material)
- Plásticos
 - Baratos
 - Conductividad térmica baja

Tipos de encapsulados

- **Atendiendo a la disipación de potencia**

- Menos de 1 vatio: Plástico
- Menos de 5 vatios: Cerámica estándar
- Hasta 30 vatios: Cerámica especial

60 capas en un sustrato MCM



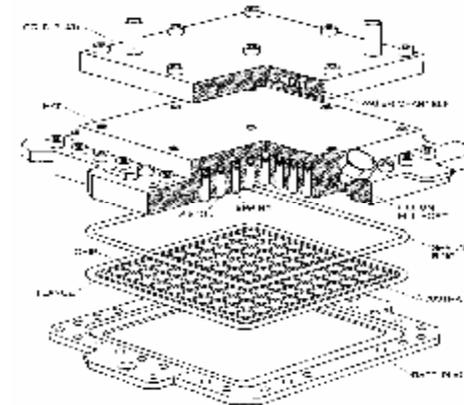
Refrigerador pasivo



Refrigerador activo



Refrigerador por agua en un mainframe



Tipos de encapsulados

Atendiendo al montaje sobre la PCB

- Pin through hole
 - Los Pins atraviesan la PCB
 - Montaje manual sencillo
 - Problema: paso de señales entre pins en la PCB
 - Densidad limitada
- Surface Mount Devices (SMD)
 - Poca superficie en la PCB
 - El montaje requiere máquinas especiales
 - No hay bloqueo de cables en la capas más bajas de la PCB
 - Alta densidad

Tipos de encapsulados

INSERCIÓN	SMD
DIP (dual in line package)	SOP (small outline package)
SIP (single in line package)	TSOP(thin small outline package)
PGA (pin grid array)	QFP (Quad flat package)
	CSP- Chip Scale Packaging
	LGA (Land grid array)
	BGA (Ball grid array)

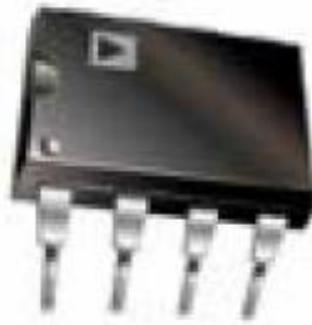
Tipos de encapsulados

DIP = "dual-inline-package"

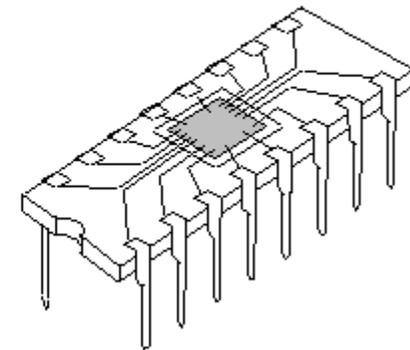
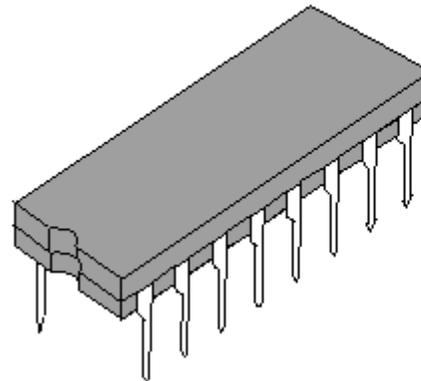
- Desarrollado en los sesenta
- Contactos (pines) perpendiculares al cuerpo del chip
- Bajo número de pines
- Gran tamaño



Ceramic
Dual-in-line



Plastic DIP
~30-40 pins



From Computer Desktop Encyclopedia
© 1998 The Computer Language Co. Inc.

Tipos de encapsulados

Pin Grid Array (PGA)



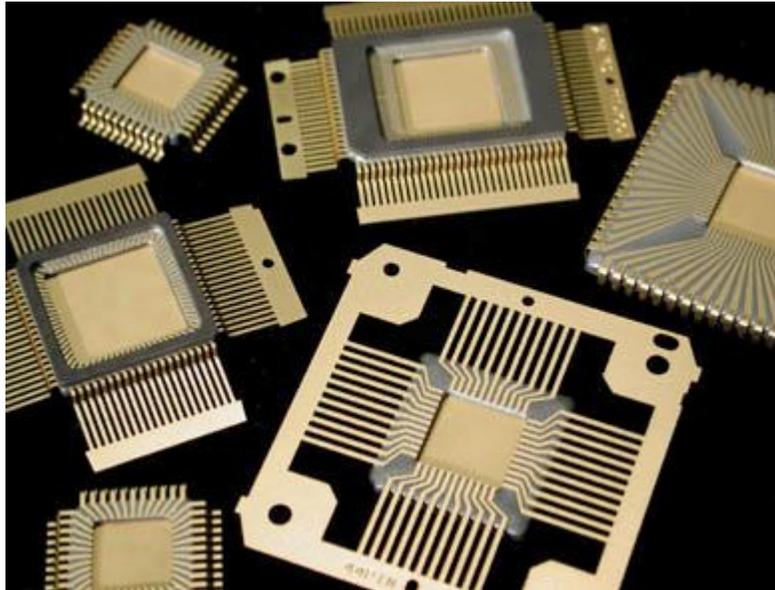
- IC montado en una capa cerámica
- Pins pueden ser insertados y soldados en los agujeros de una PCB
- Ocupa menos espacio que (DIL).
- Número de pines (hasta 400)
- Utilizado antes para CPU's



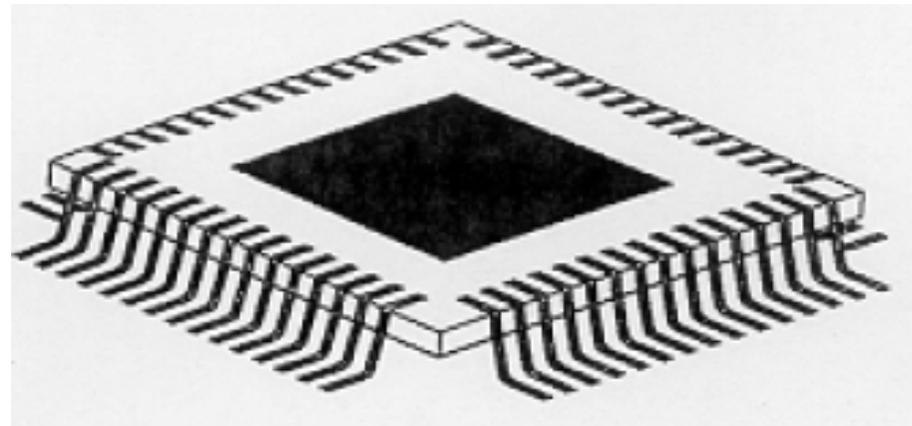
PGA (Pin Grid Array)
or Column Package

Tipos de encapsulados

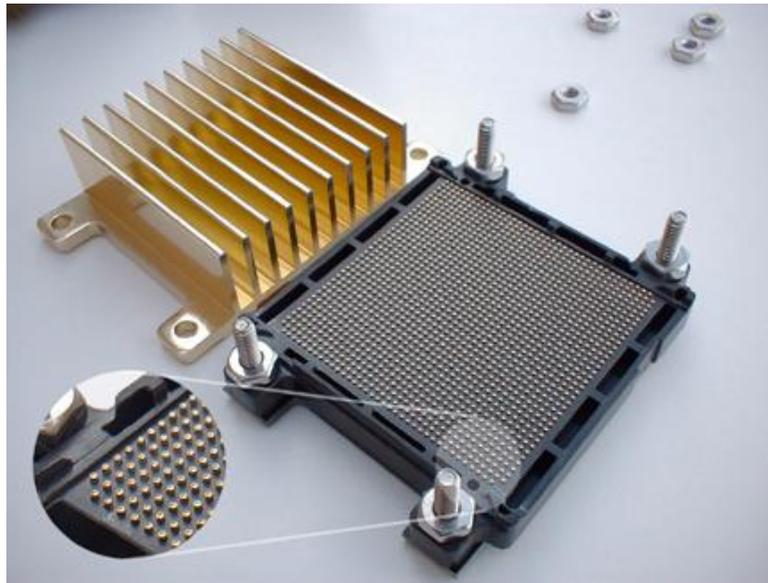
Quad Flat Package (QFP)



- Cerámica o plástico
- Los contactos se proyectan hacia afuera y hacia abajo
- Alto número de pines (hasta 300)
- Barato, pequeño, SMD

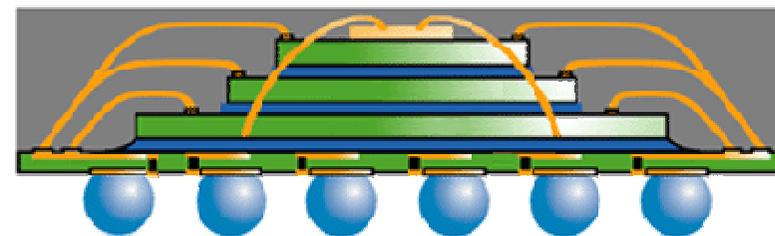
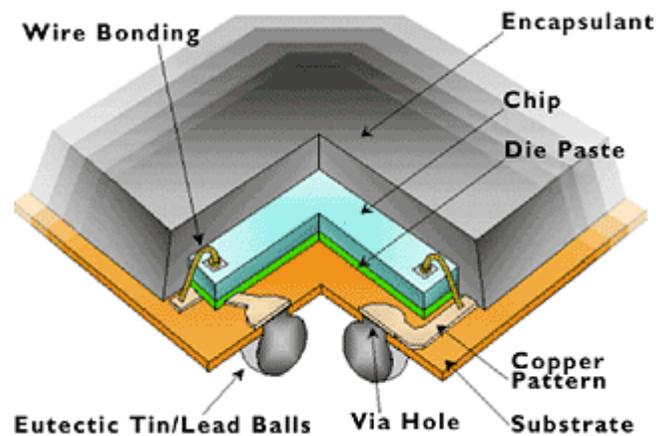


Tipos de encapsulados



Ball Grid Array- BGA

- Solución al problema de producir encapsulados en miniatura para IC con cientos de pines
- Número pines >1700
- Encapsulado avanzado para alta densidad de aplicaciones poco costosas
- La soldadura de las bolas se mantiene en su sitio por tensión superficial
- Mejor transferencia de calor chip-PCB
- Baja inductancia de los pines

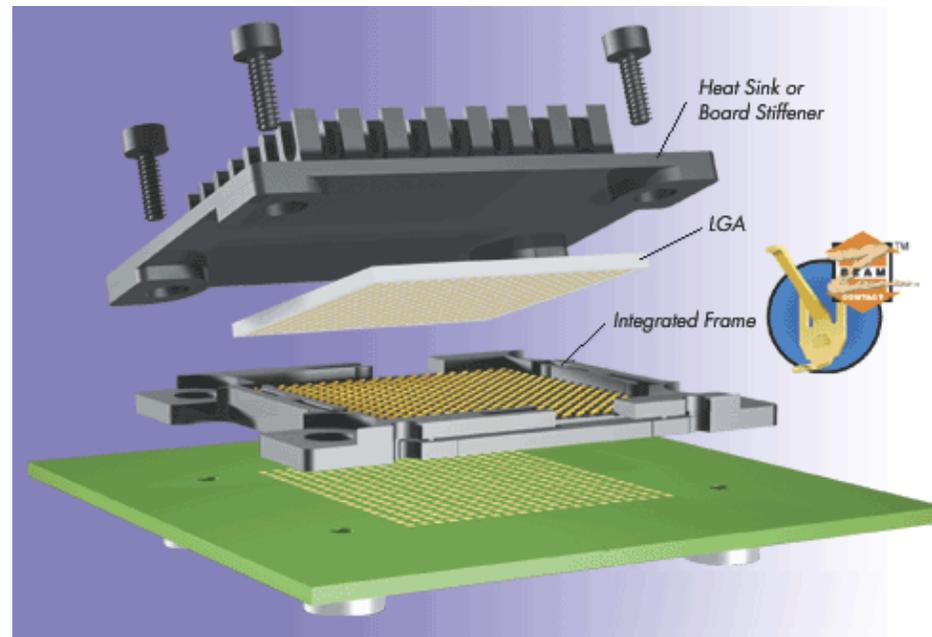
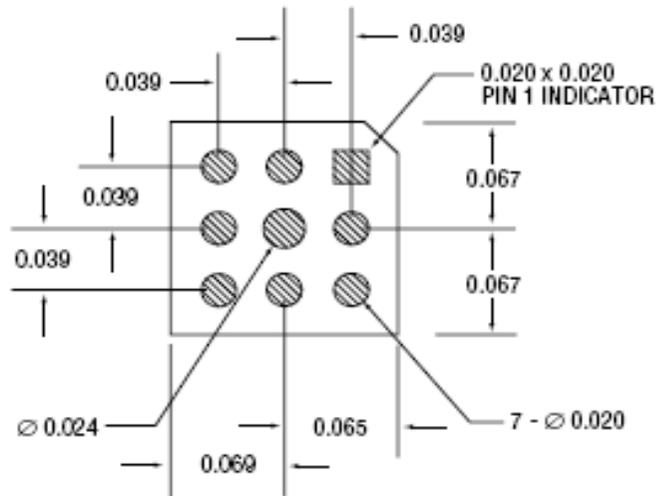


Tipos de encapsulados

Land Grid Array- LGA

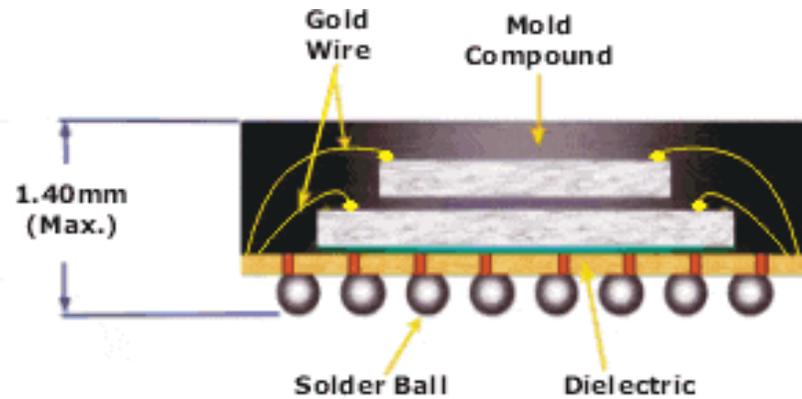
Utilizados por Intel para distribuir más el calor producido en la operación
Más barato que PGA y BGA

Land Pattern (1 mm Pitch)

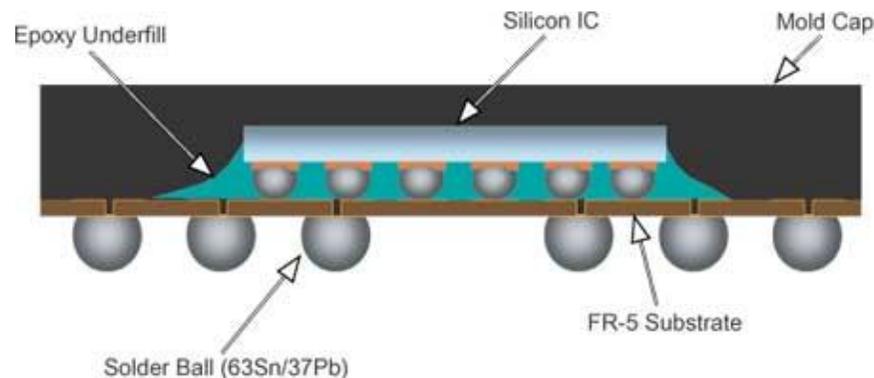


Tipos de encapsulados

CSP- Chip Scale Packaging



Cross-section fcCSP



Definición: Un encapsulado es considerado CSP cuando es menor de un 120% del Die

Usualmente tiene ajuste Flip-Chip Attachment, Flex Tape and Wirebond

Se utiliza para wireless handsets y handheld electronics

Sustratos laminados y cerámicos

Tipos de encapsulados

Who's Who en encapsulados

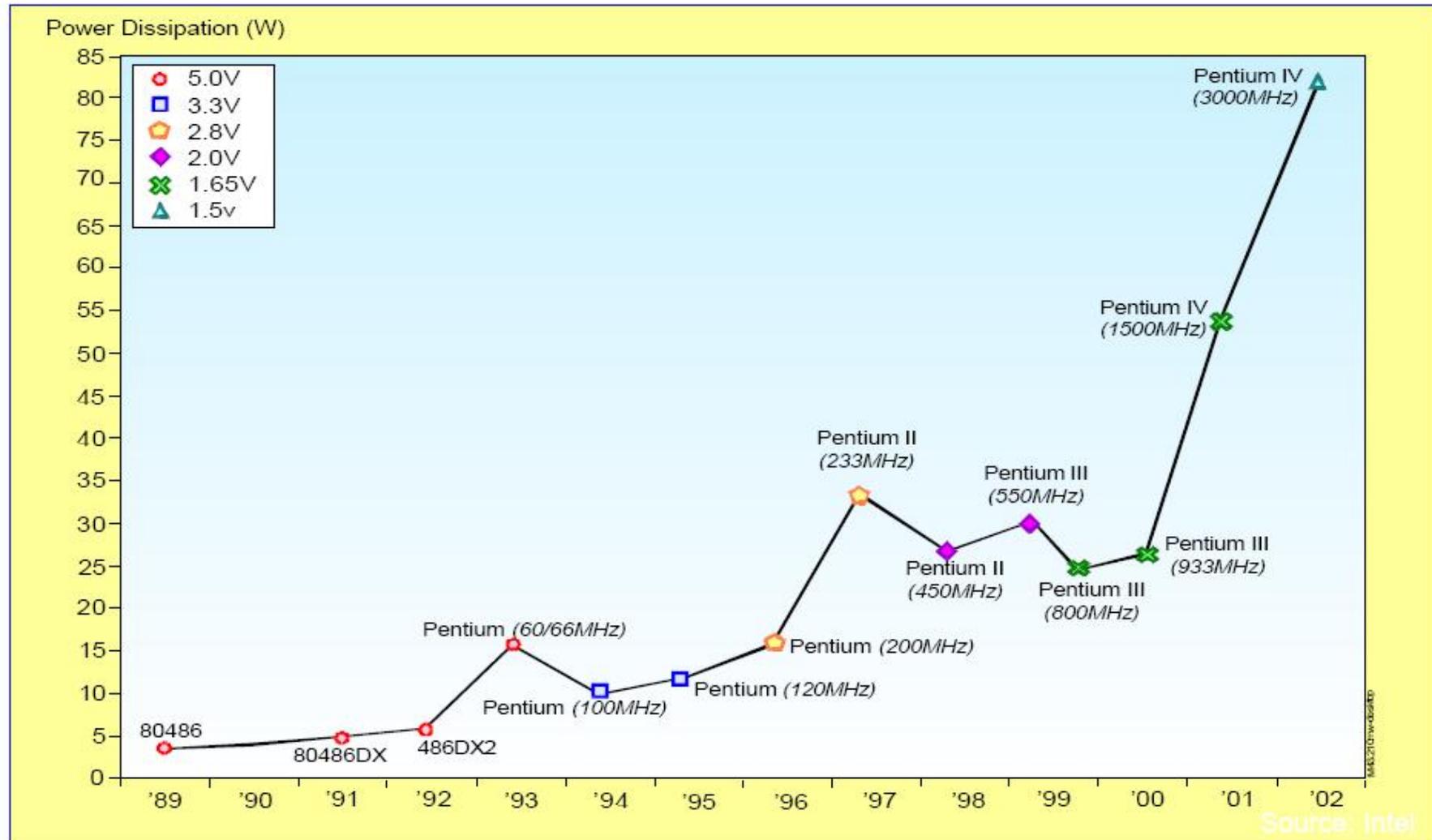
Top 10 Packaging Foundries for 2002				
2001 Rank	2002 Rank	Company	Country	2002 Sales* (\$M)
1	1	Amkor	USA	1407
2	2	ASE Group	Taiwan	1310
3	3	SPIL	Taiwan	634
4	4	ChipPAC	USA	361
5	5	OSE	Taiwan	218
9	6	STATS	Singapore	205
6	7	Carsem	Malaysia	184
8	8	ChipMOS	Taiwan	178
7	9	Walton	Taiwan	176
-	10	KYEC	Taiwan	151

*estimates (Source: Semiconductor Technology Center)

Problemas térmicos

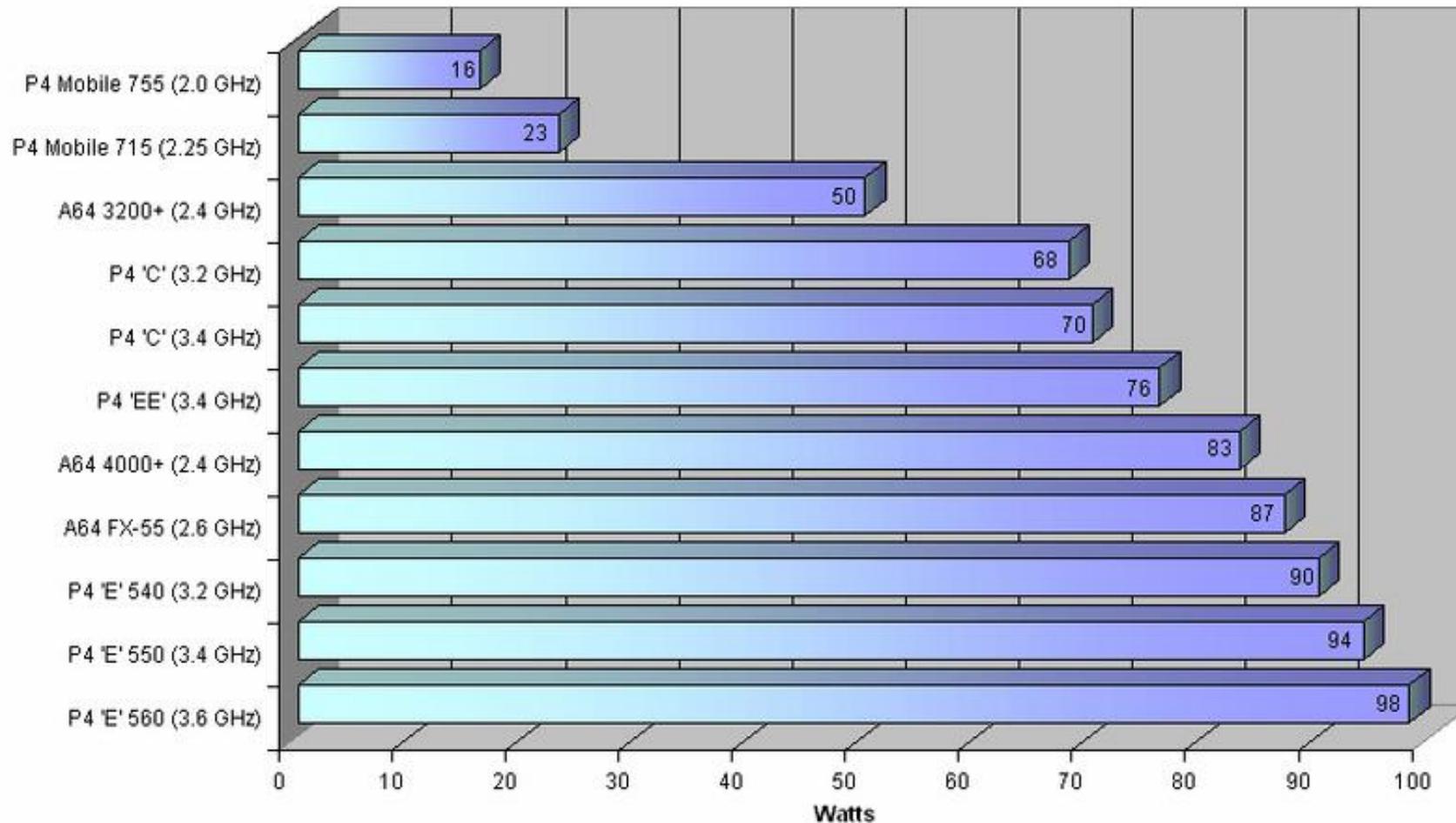
- Factor más importante para controlar la fiabilidad
- Necesitan ser resueltos para permitir a los micros operar a la temperatura adecuada
- Factores importantes para manejar:
 - Potencia de entrada
 - Flujo de aire
 - Características térmicas del encapsulado
 - Temperatura ambiente
- El encapsulado debe sacar el calor del IC al ambiente
- El calor se extrae del encapsulado por:
 - Aire: Flujo de aire natural, forzado y mejorado (montando un disipador)
 - PCB: Transportado a la PCB por los pines
 - Líquido: Utilizado en grandes mainframe computers

Problemas térmicos

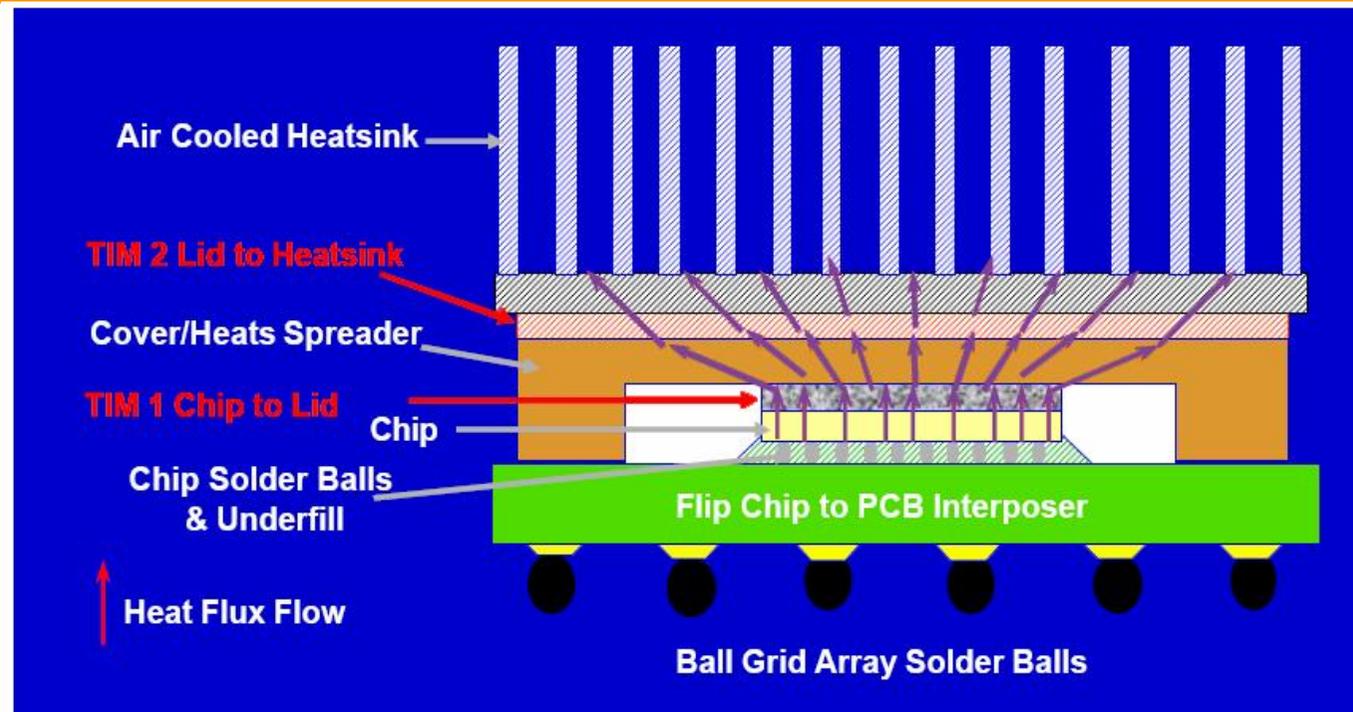


Problemas térmicos

Power consumption



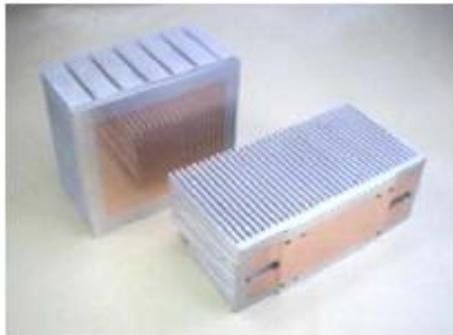
Problemas térmicos



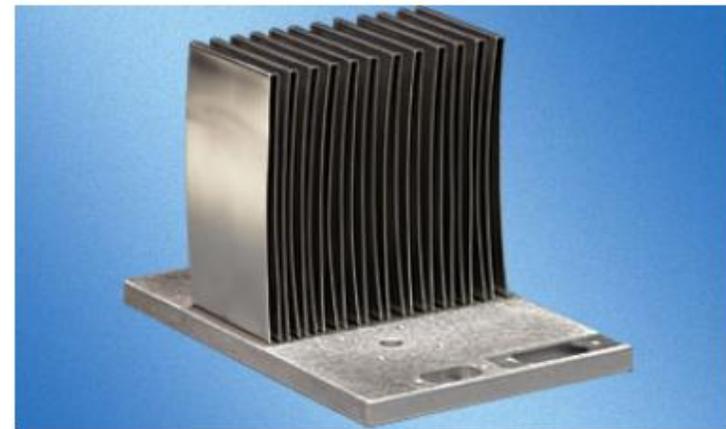
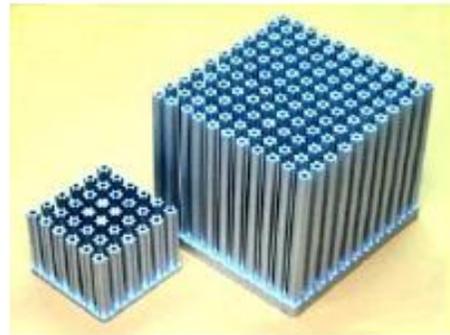
- Técnica: Thermal Interface Material (TIM)
 - Utilizada para aumentar la transferencia de calor entre superficies
- Tipos de materiales utilizados: lubricante térmico, materiales que cambian de fase, adhesivos térmicos, resinas, pad térmico

Problemas térmicos

- Técnica: Disipador de calor
- Funciona a través de conducción de calor y de convección de aire



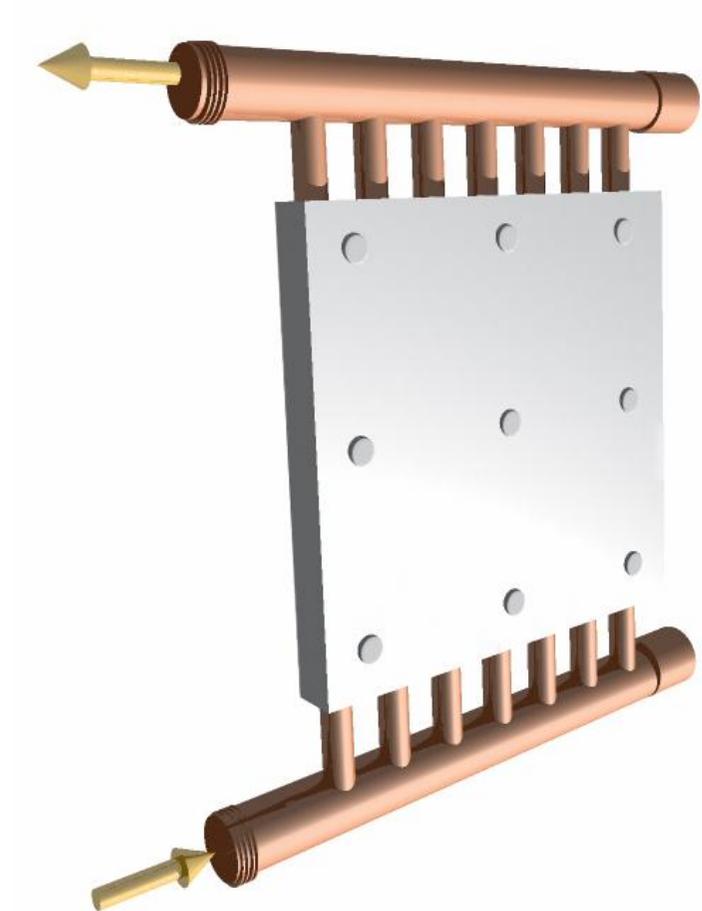
Heat sinks from Alpha



Folded fin heat sink, ERM Thermal Tech Inc.

Problemas térmicos

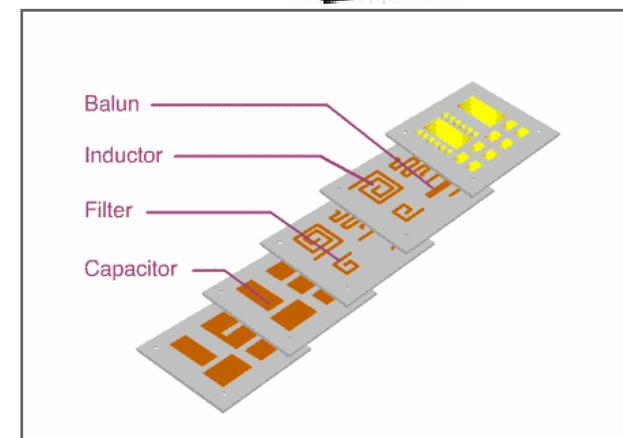
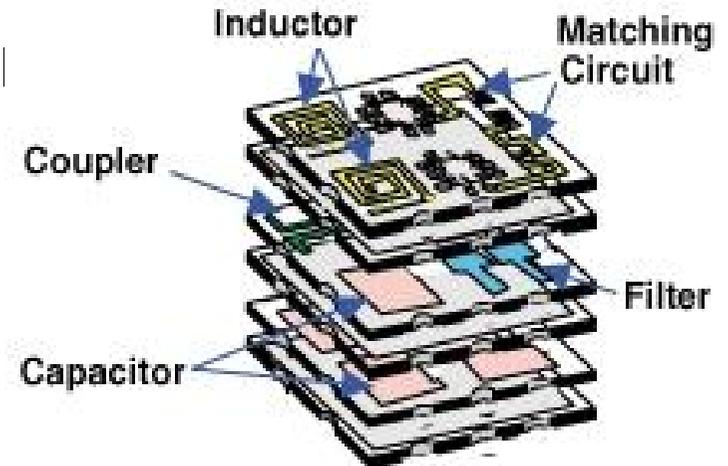
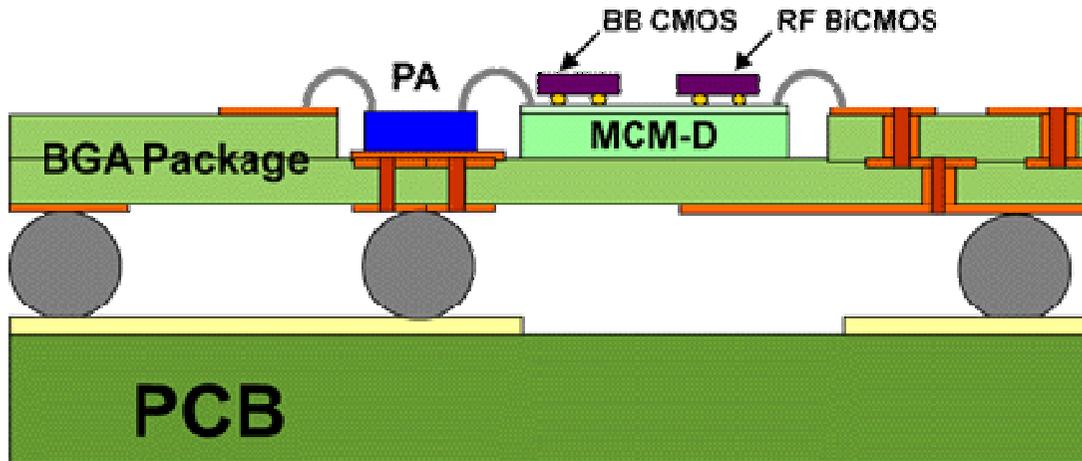
- Técnica: LCC - Liquid Cooled Cold Plate
- Estructura muy compacta
- Provee superficie isoterma
- Alta disipación de calor



MCM (Multi Chip Package)

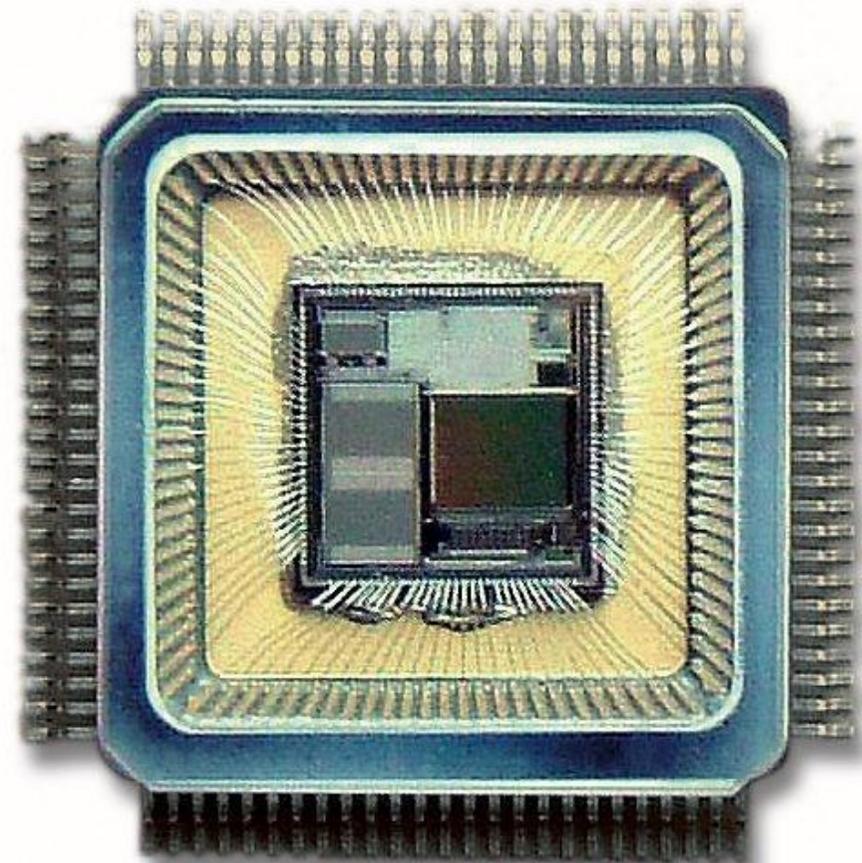
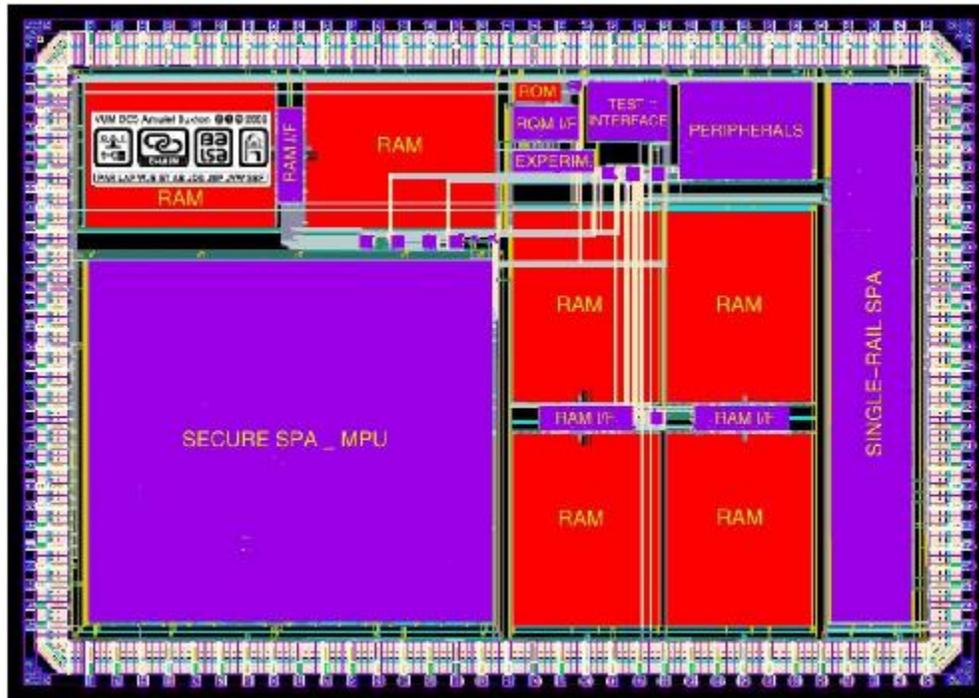
SiP- System In a Package (MCM)

- El mercado de los wireless (RF) es el principal demandante
 - Motorola, Philips, Conexant, etc
- LTCC (Low Temperature Co-fired Ceramic) is the Substrate of Choice
 - CBGA Package



MCM (Multi Chip Package)

SoC- System on a chip



FIABILIDAD Y TEST

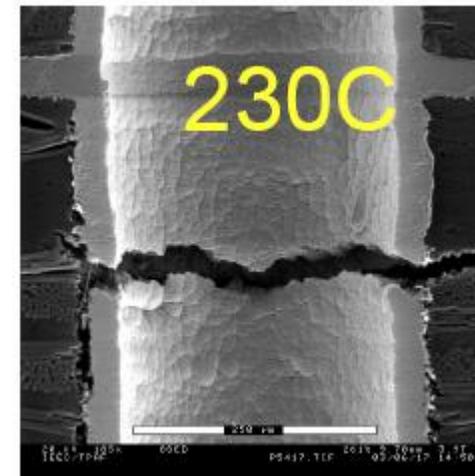
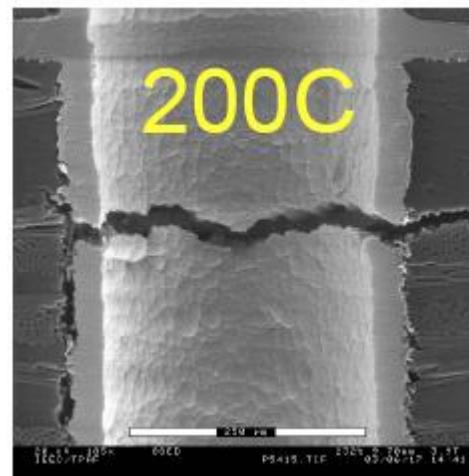
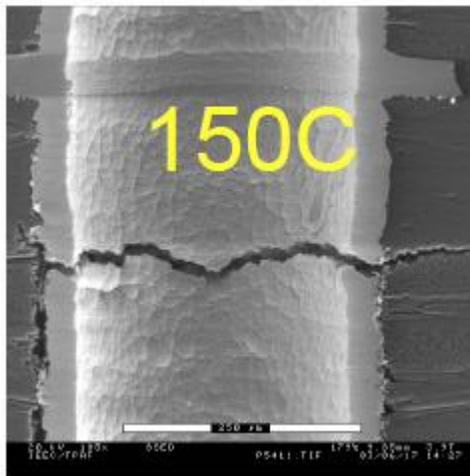
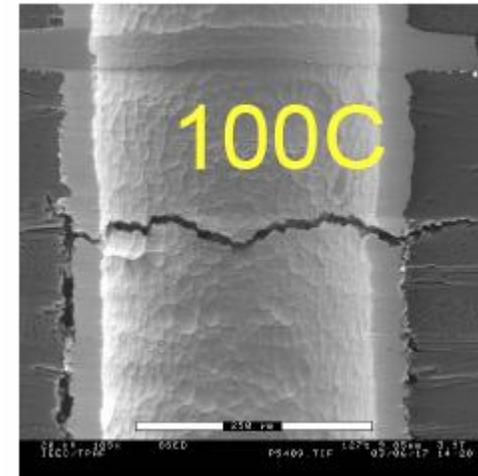
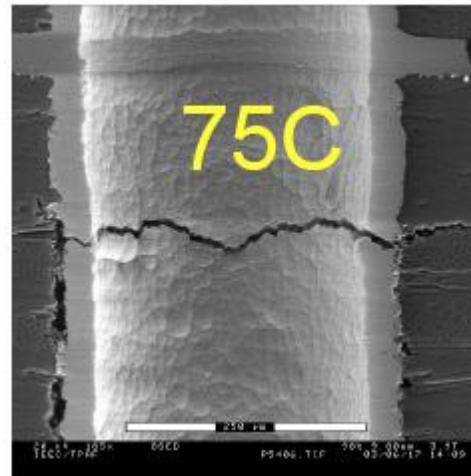
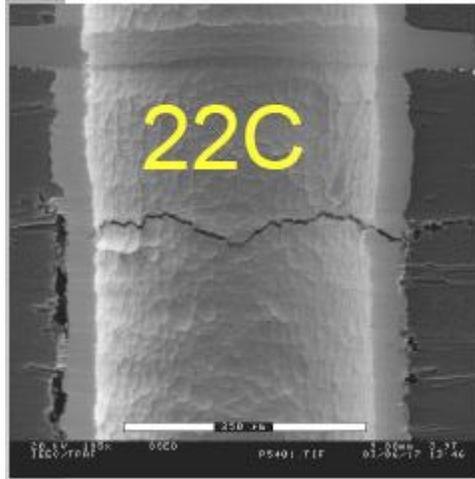
Puntos a tener en cuenta en la fiabilidad y test de encapsulados

- Es uno de los pilares de la electrónica
- Emplea muchas disciplinas
- Factores ambientales determinantes
- Evalúa vidas medias de años en semanas
- Explora mecanismos de fallo de todo tipo

FIABILIDAD Y TEST

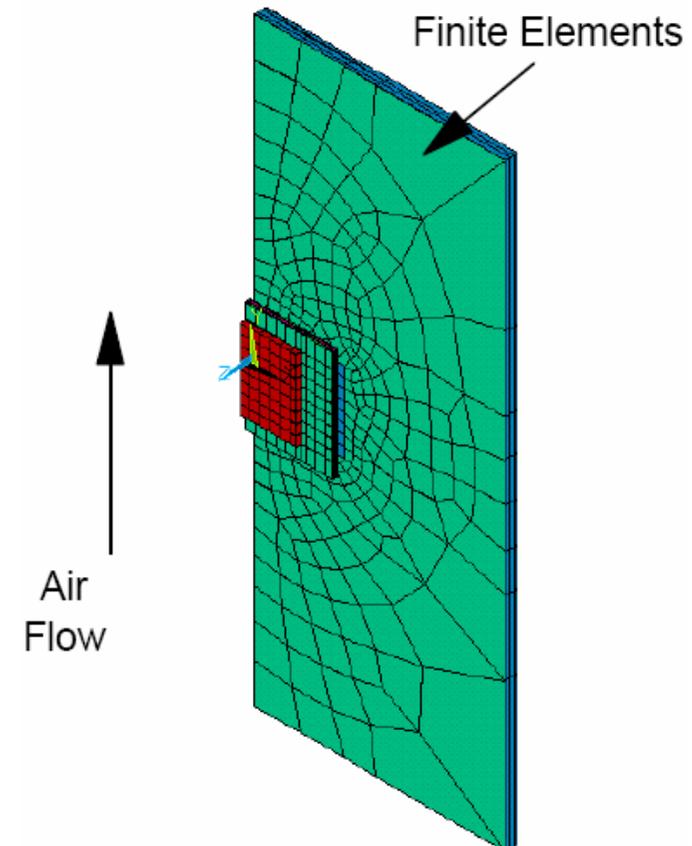
- Procesado de datos de producción (aplicaciones militares)
- Previsión de Fiabilidad
 - Análisis de diseño
 - Selección de materiales
 - Control de procesos
 - Entendimiento de la aplicación
 - Atmósfera limpia

FIABILIDAD Y TEST



FIABILIDAD Y TEST

- Testar y modelar
 - Flujos de aire
 - Temperatura
 - Deformación
 - Stress y fatiga de soldaduras



FIABILIDAD Y TEST

- Aceleración de mecanismos que producen fallos
 - Temperatura/humedad/voltaje è corrosión & migración
 - Ciclos térmicos è stress, oxidación acelerada, procesos químicos indeseados
 - Mecánicos è Tensiones, empaquetado, cracks, laminaciones,

FIABILIDAD Y TEST

Mejoras futuras en las técnicas de encapsulados

- Voltajes reducidos (sensibilidad ruidos)
- Mejoras en los requerimientos térmicos
- Distintos niveles de voltaje
- Frecuencias más altas
- Cuestiones medioambientales (eliminación de plomo)

SOLDADURAS

Métodos de soldadura parciales

- Soldador y métodos de chorro de aire caliente
- **Características:** Provocan menos stress térmico en el dispositivo y en la PCB, no son adecuados para la producción en masa.

Métodos de soldadura totales

- Reflujo de infrarrojos, convección y reflujo, convección e infrarrojos, VPS (Vapor phase soldering), flujo de ola
- **Características:** Bajo coste, alta productividad, alto stress térmico en placa y dispositivos.

SOLDADURAS

Soldador (Soldering iron)



Consiste en soldar los pines del encapsulado con la PCB.

La temperatura se determina de acuerdo con el tamaño y forma de la zona a soldar y de la temperatura de licuado del material utilizado para soldar.

La PCB se puede desconchar si se hace un mal uso del soldador.

SOLDADURAS

Soldador (Soldering iron)

Consejos en el uso del soldador:

Nunca abandones un soldador enchufado, especialmente si tienes niños pequeños, a los que no debes dejar acercarse.

Deposita siempre el soldador en su pie.

Verifica siempre al acabar el trabajo que has desenchufado.

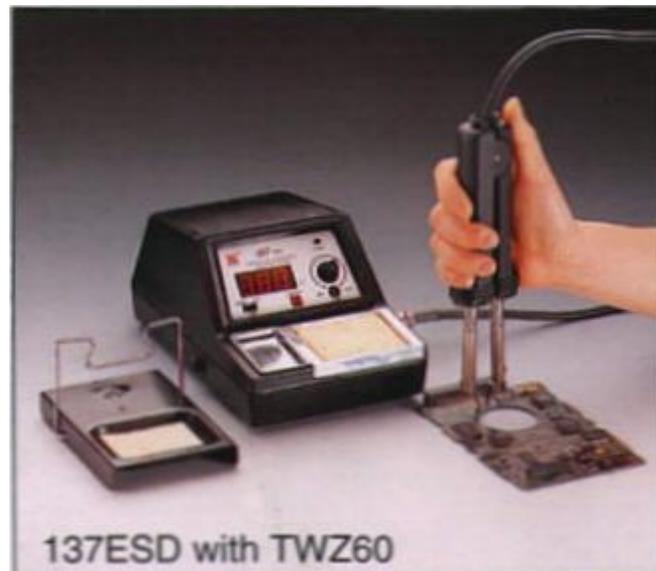
Se especialmente cuidadoso con no quemarte ni quemar a nadie: los daños o cicatrices pueden durar toda la vida.

En las quemaduras con soldador, antes de sentirse la quemadura se ve el humo (el humo es una alarma muy importante).

Al acabar, el soldador seguirá quemando unos minutos.

SOLDADURAS

Soldadura con chorro de aire caliente (Hot air soldering)

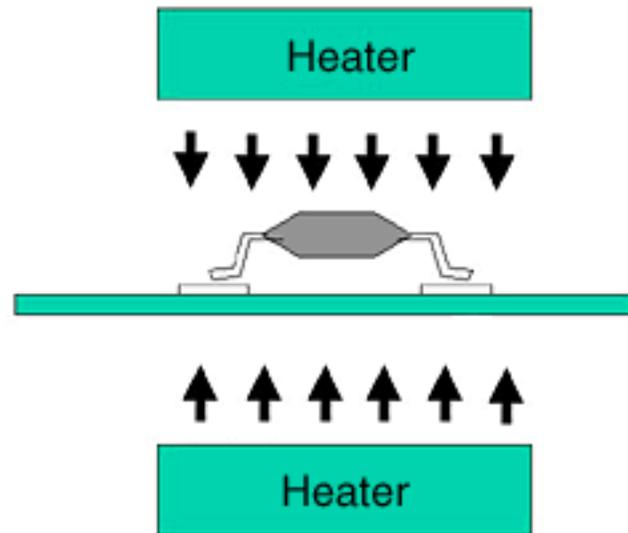


Este método se utiliza para soldar calentando con aire o nitrógeno. Se usa un calentador y un dispositivo que dirige el flujo de gas caliente al lugar seleccionado en la PCB.

La temperatura se selecciona por medio del calentador y del control del flujo de gas.

SOLDADURAS

Soldadura con reflujo de infrarrojos (Infrared reflow soldering)



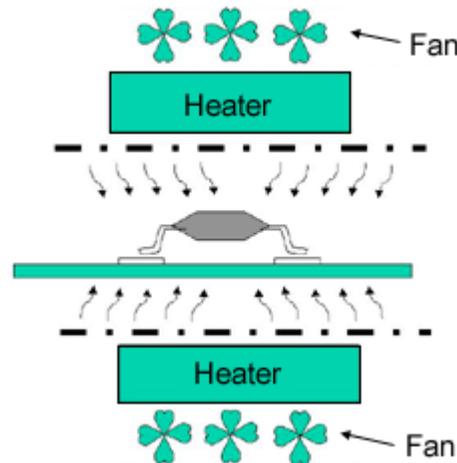
Consiste en calentar el material de soldadura con un panel de infrarrojos. La eficiencia depende del color y forma del material de soldadura.

Ventajas: Fácil de mantener, tiempo de soldadura corto.

Inconvenientes: La elevación de temperatura en los pines depende del tamaño del encapsulado, stress térmico elevado, distribución de temperaturas no uniforme.

SOLDADURAS

Soldadura con convección y reflujo (Convection reflow soldering)



Este método resuelve los problemas del infrared reflow soldering y consigue una distribución de temperaturas mejor.

Ventajas: bajo stress térmico, distribución de temperaturas uniforme.

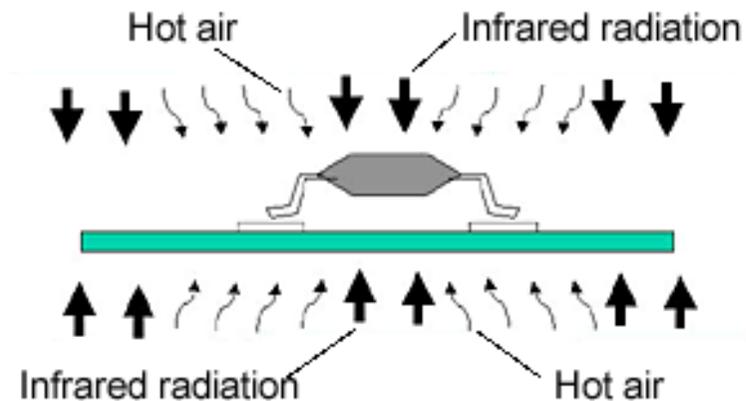
Inconvenientes: el tiempo de soldadura es más elevado que el método anterior.

SOLDADURAS

Soldadura de convección y reflujo de infrarrojos (Convection-infrared reflow soldering)

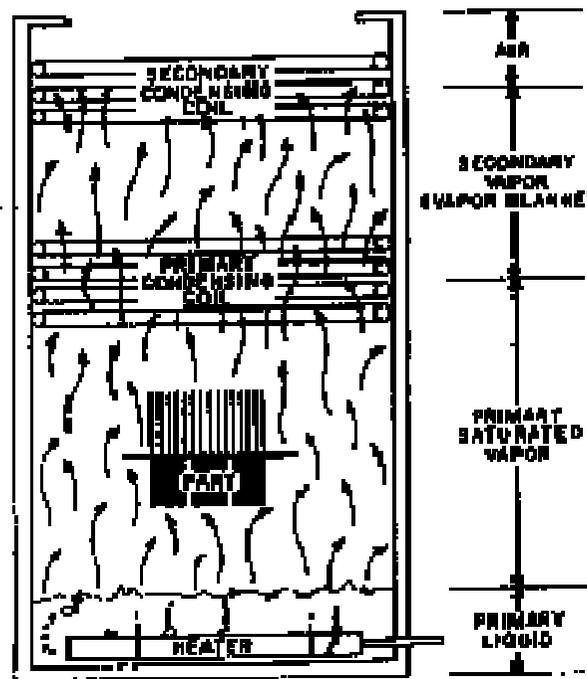


Este método resuelve los problemas relacionados con el tiempo de soldadura relativamente alto que tiene el método descrito anteriormente.



SOLDADURAS

Soldadura por reflujo en fase de vapor (Vapor phase reflow soldering)



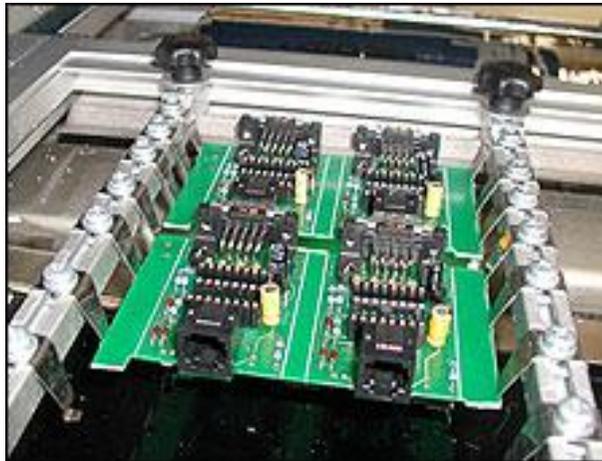
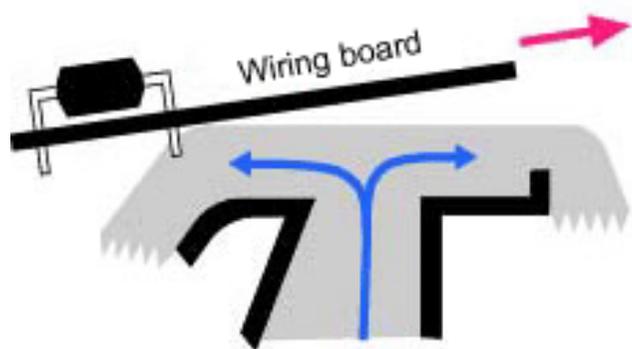
Este método consiste en el calentamiento hasta temperatura de ebullición de un líquido inerte y el sometimiento posterior del material de soldadura a un vapor saturado que provoca que se produzca la soldadura.

Ventajas: bajo stress térmico, no influye la forma de los componentes a soldar, control térmico exacto, gran transferencia de calor, poca oxidación y deposición de suciedad por realizarse el proceso en atmósfera inerte.

Inconvenientes: alto costo.

SOLDADURAS

Soldadura por flujo de ola (ola de estaño) (Flow wave soldering)



Este método consiste en el paso de los componentes por una capa de material de soldadura fundido y “bañar” la PCB para realizar la soldadura.

Ventajas: Alta productividad (se realiza la soldadura en segundos).

Inconvenientes: Algunos encapsulados tienen problemas de soldadura.

SOLDADURAS

Soldadura por flujo de ola



Dentro de la ola, el líquido está a 242 C



Placas madre pasando por la ola

SOLDADURAS

Clasificación de métodos de soldadura por encapsulado

	Soldering Method	DIP	SOP, TSOP, QFP	SOJ	BGA, CSP
Partial heating method	Soldering iron	Available	Available	Not available	Not available
	Hot air	Available	Available	Available	Available
Total heating method	Infrared reflow	Not available	Available	Available	Available
	Convection	Not available	Available	Available	Available
	Convection+ Infrared	Not available	Available	Available	Available
	VPS	Not available	Available	Available	Available
	Flow (wave) soldering	Available	Available for a lead pitch of 0.65 mm or more	Not available	Not available