

Maig del 2024. Informe tecnològic.

# Semiconductors a Catalunya

## Semiconductors a Catalunya. Informe tecnològic.

ACCIÓ  
Generalitat de Catalunya



Els continguts d'aquest document estan subjectes a una llicència Creative Commons. Si no s'indica el contrari, se'n permet la reproducció, distribució i comunicació pública sempre que se'n citi l'autor, no se'n faci un ús comercial i no se'n distribueixin obres derivades. Podeu consultar un resum dels termes de la llicència a:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

L'ús de marques i de logotips en aquest informe és merament informatiu. Les marques i els logotips esmentats pertanyen als seus respectius titulars i en cap cas no són titularitat d'ACCIÓ. Aquesta és una representació il·lustrativa parcial de les empreses, organitzacions i entitats que formen part de l'ecosistema dels semiconductors. Poden haver-hi empreses, organitzacions i entitats que no han estat incloses a l'estudi.

### Realització

Unitat d'Estratègia i Intel·ligència Competitiva d'ACCIÓ

Barcelona, maig del 2024

## Índex de continguts

### Resum executiu

1. Definició i importància dels semiconductors
2. Cadena de valor
3. **Sectors d'aplicació**
4. Mercat mundial
5. Iniciatives internacionals
6. Tendències tecnològiques i oportunitats i reptes
7. Semiconductors a Catalunya
8. **Casos d'èxit a Catalunya**

### Entrevistes a institucions i empreses

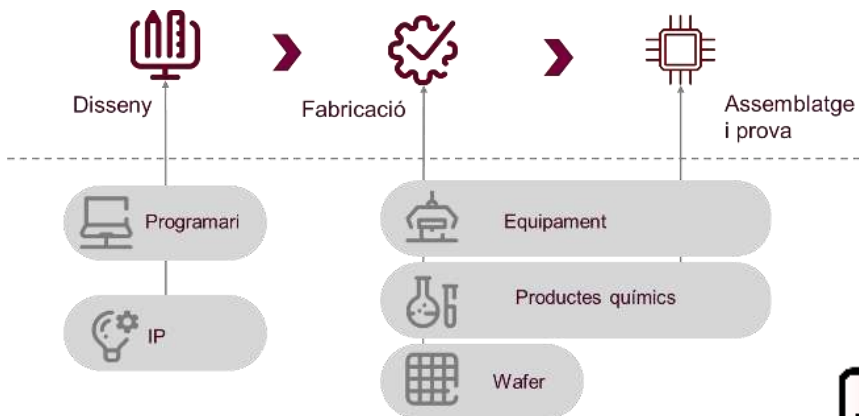
Semiconductors a Catalunya

# Resum executiu

# Resum executiu: els semiconductors a Catalunya (I)

Els **semiconductors** són materials que permeten controlar corrents elèctrics de manera molt precisa per proporcionar als **xips** la capacitat de processar, emmagatzemar i transmetre dades. Els nous avenços tecnològics en els semiconductors són **essencials per fer possible l'onada de tecnologies transformadores** com la IA, el 5G, els vehicles elèctrics i autònoms o la IoT.

## Cadena de valor



## Principals aplicacions

- Data centers
- Ordinadors
- Equipament aut.
- Videoconsolles
- Càmeres
- Smartphones
- Automoció
- Salut

## Tendències tecnològiques

- Xips fotònics
- RISC-V
- Memòria integrada
- Nitrur de gal·li - silici
- Assemblatge avançat
- Xips quàntics
- Xips d'inferència
- DRAM avançada
- Xips d'IA
- Substrats flexibles i sost.

## Oportunitats

- Contribució a la sobirania tecnològica
- Clau per a la indústria 4.0
- Impuls d'altres tecnologies, especialment la intel·ligència artificial
- Nínxols de mercat d'alt valor afegit encara per cobrir
- Cooperació amb altres territoris

## Mercat mundial

La facturació mundial assolirà els **588.360 M\$** el 2024, un **13,1 %** més respecte del 2023, i el creixement anual estimat és del **6,3 %** fins al 2027

El 2023 s'ha caracteritzat per l'augment de vendes a l'**automoció**, la **indústria** i els sistemes d'**intel·ligència artificial**

7 de les 10 principals empreses subministradores són dels **Estats Units**, mentre que més de la meitat de la demanda prové d'**Àsia-Pacífic**

En la cadena de valor, els **Estats Units** lideren en les activitats intensives en R+D, amb **Europa** en segon terme, mentre que **Taiwan-Xina**, la **Xina**, el **Japó** i **Corea del Sud** destaquen en la resta de baules

## Resum executiu: els semiconductors a Catalunya (II)

Catalunya disposa de **teixit industrial, empresarial i de recerca** per posicionar-se com a localització tant per al disseny de microxips com per acollir una fàbrica de semiconductors europea. L'assoliment de capacitats pròpies en semiconductors és clau per al **desenvolupament de la mobilitat del futur i per a la indústria 4.0** local.

260 agents, 216 dels quals empreses



4.600 persones entre investigadors i treballadors altament qualificats

### Característiques empresarials

- El **80,5%** són pimes
- El **50,5%** són exportadores
- El **6,9%** són startups

Dins la cadena de valor, destaquen les dedicades a **PCB i electrònica** (42%), la **indústria auxiliar i enginyeria** (25%) i **disseny i IP** (23%)

Iniciatives per posicionar Catalunya



Aliança de semiconductors a Catalunya



Aliança de Regions Europees de semiconductors



Estratègia de semiconductors



Màster d'Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic



InnoFab

44%

Un 44% de la indústria manufacturera catalana utilitza semiconductors en els seus processos o productes

Atractiva per a empreses internacionals



3a regió de la UE en captació de projectes **d'inversió estrangera** des de l'anunci de la Llei Europea de Xips, només per darrere d'Irlanda i Baviera



Participació en el PERTE de semiconductors

Projectes emblemàtics com el laboratori pioner de disseny de microxips del **BSC i Intel**.

En els ajuts "Misiones PERTE Chip", **14 empreses catalanes** han aconseguit **16,8 milions d'euros** (36% del total a l'Estat)

Semiconductors a Catalunya

# 1. Definició i importància dels semiconductors



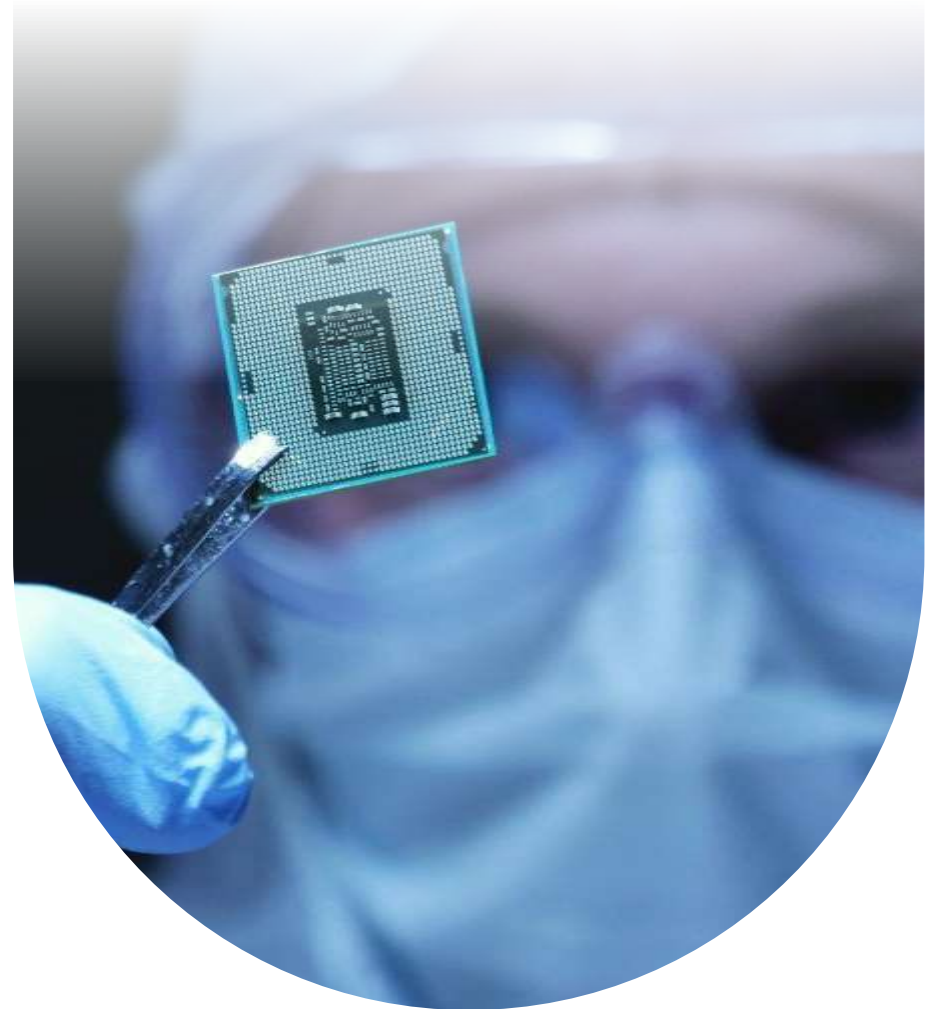
## Definició

Els **semiconductors** són materials que permeten controlar corrents elèctrics de manera molt precisa per proporcionar als **xips** la capacitat de processar, d'emmagatzemar i de transmetre dades.

Un xip conté un conjunt de circuits electrònics miniaturitzats compost de dispositius actius (transistors), dispositius passius (condensadors, díodes i resistències) i les interconnexions entre aquests, integrats capa a capa sobre una oblia fina de material semiconductor, típicament silici.

El creixement en la capacitat tecnològica d'integració als xips ha esdevingut exponencial i en l'actualitat els xips contenen uns deu milions més de components que fa 60 anys. Els xips més punters són de 3 nanòmetres (1/20.000 d'un cabell humà) i són un 70% més ràpids que els de 5 nm.

Els nous avenços tecnològics en els semiconductors són essencials **per fer possible l'onada de tecnologies transformadores en tots els àmbits, com la IA, el 5G, els vehicles elèctrics i autònoms o l'IoT.**

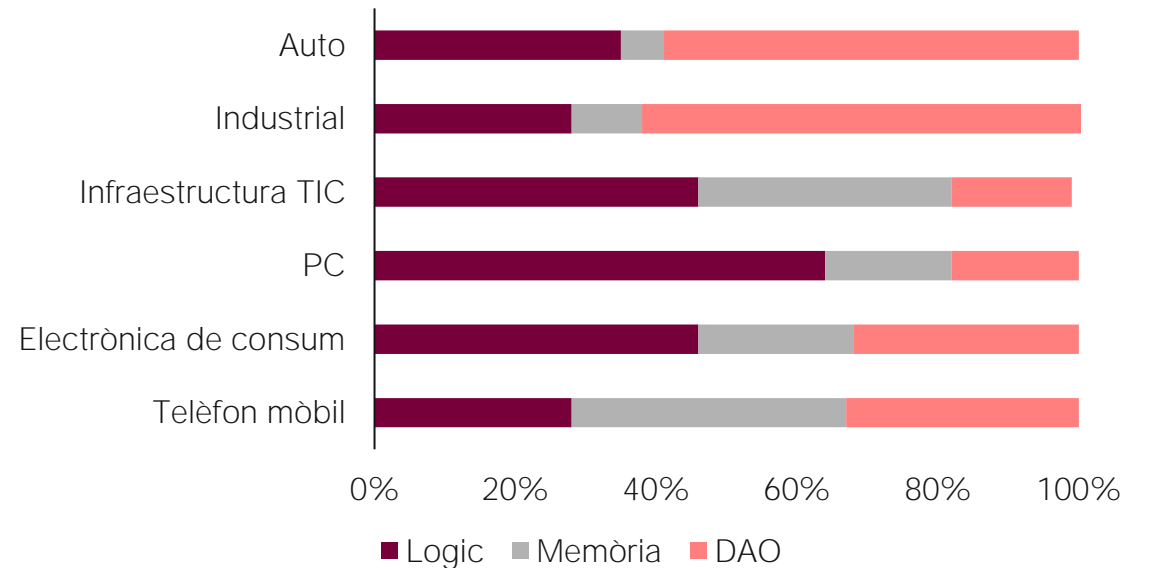




## Tipus de semiconductors més demandats

- **Lògic (Digital):** funcionen en codis binaris (0 i 1) que serveixen com a blocs fonamentals o «cervells» de la informàtica per processar informació, com els microprocessadors, els microcontroladors o els productes de connectivitat.
- **Memòria:** s'utilitzen per emmagatzemar la informació necessària per realitzar càlculs. Els principals són la DRAM (s'utilitza en PCs, servidors i *smartphones*, i hi ha una necessitat creixent en la mobilitat) i la NAND (en discs durs per a portàtils o targetes digitals).
- **DAO (Discret, analògic i altres):** converteixen senyals analògiques, com so o imatges, en informació digital. També inclou els circuits integrats de gestió d'energia i els semiconductors de radiofreqüència, que permeten els *smartphones* processar senyals de ràdio.

## Semiconductors per aplicació de mercat



Fonts: Stiftung Neue Verantwortung (2020) «The global semiconductor value chain» i BCG-SIA  
Fem avui l'empresa del demà

Els **semiconductors lògics** són circuits integrats que funcionen en codis binaris (0 i 1) que serveixen com a blocs fonamentals o "cervells" de la informàtica per processar informació

### Tipus de semiconductors lògics

- Microprocessadors: System-on-chip (SOC), productes lògics com ara unitats centrals de processament (CPU), unitats de processament de gràfics (GPU) i processadors d'aplicacions (AP) que processen instruccions fixes emmagatzemades en dispositius de memòria per executar operacions informàtiques complexes. Les aplicacions inclouen processadors per a telèfons mòbils, ordinadors personals, servidors, sistemes d'IA i superordinadors.
- Els productes lògics d'ús general, com ara els FPGA (Field Programmable Gate Arrays) no contenen instruccions prefixades, la qual cosa permet a l'usuari programar operacions lògiques personalitzades.
- Els microcontroladors (MCU) són petits ordinadors en un sol xip. Els MCU realitzen tasques informàtiques bàsiques en infinitat de productes electrònics com ara cotxes, equips d'automatització industrial o aparells de consum.
- Els components virtuals ja siguin cors de processadors o elements de connectivitat, com ara mòdems mòbils, xips WiFi o Bluetooth o controladors Ethernet, permeten que els dispositius electrònics es connectin a una xarxa sense fil o per cable per transmetre o rebre dades.



Els **semiconductors de memòria** s'utilitzen per emmagatzemar la informació necessària per realitzar qualsevol càlcul

### Tipus de semiconductors de memòria

- La DRAM s'utilitza per emmagatzemar les dades o el codi de programa que necessita un processador d'ordinador per funcionar. Normalment es troba en ordinadors personals (PC) i servidors. Els telèfons intel·ligents també estan augmentant el contingut DRAM que necessiten, i també hi ha una necessitat creixent de DRAM en aplicacions d'electrònica d'automòbils com els sistemes avançats d'assistència al conductor (ADAS).
- La NAND és el tipus més comú de memòria *flash*. A diferència de la DRAM, no necessita energia per retenir dades, de manera que s'utilitza per a l'emmagatzematge permanent. Les aplicacions típiques inclouen les unitats d'estat sòlid (SSD) que s'utilitzen com a discs durs per a portàtils o targetes digitals segures (SD) utilitzades en dispositius portàtils.



Fonts: Stiftung Neue Verantwortung (2021) "The global semiconductor value chain" i BCG-SIA

Fem avui l'**empresa** del demà

Els **semiconductors DAO** converteixen senyals analògiques, com so o imatges, en informació digital

### Tipus de semiconductors DAO

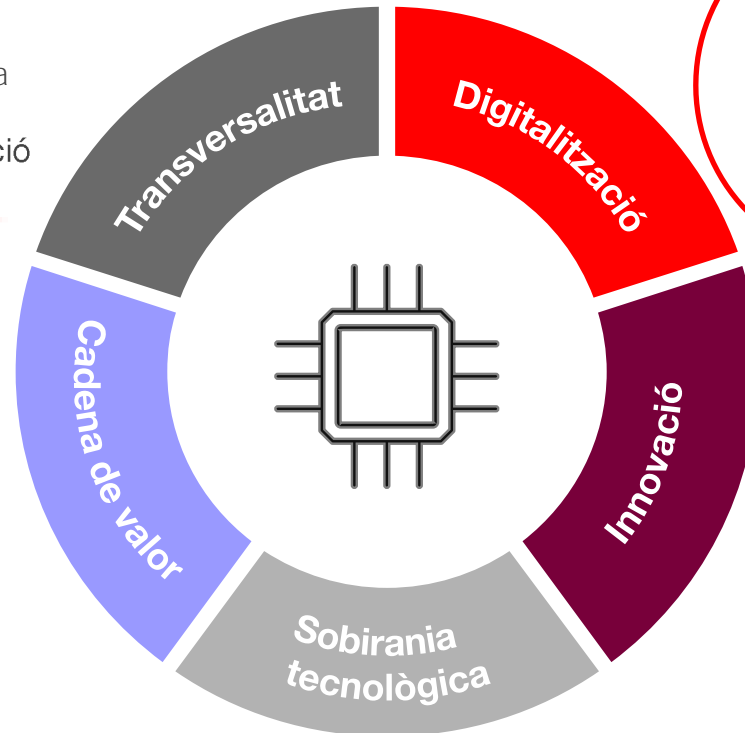
- Els productes analògics inclouen reguladors de tensió i convertidors de dades que tradueixen senyals analògics de fonts com la veu a senyals digitals. Aquesta categoria també inclou els circuits integrats de gestió d'energia que es troben en qualsevol tipus de dispositiu electrònic i els semiconductors de radiofreqüència (RF) que permeten als telèfons intel·ligents rebre i processar senyals de ràdio.
- Altres productes inclouen optoelectrònica, com sensors òptics per detectar la llum que s'utilitzen a les càmeres, així com una gran varietat de sensors i actuadors no òptics que es poden trobar en tot tipus de dispositius d'Internet de les coses (IoT).

Nota: DAO es refereix, per les seves sigles en anglès, a “Discrete, Analog and Other”

# Importància dels semiconductors a la indústria

Els semiconductors impacten en multitud de sectors, des de les comunicacions, els aparells elèctrics i electrònics, els vehicles, els robots i la maquinària industrial fins a la medicina i l'equipament mèdic. Són facilitadors de l'evolució de tecnologies com la IA, l'loT o la robòtica.

La cadena de valor dels semiconductors, complexa i global, s'ha vist amenaçada i tensionada pels diferents equilibris geopolítics. En un context de manca de cooperació internacional, crear i apropar la cadena de valor ajudarà a enfortir i a donar estabilitat a tot un seguit d'indústries que depenen dels semiconductors per fabricar els seus productes.



Els semiconductors són imprescindibles per a la transformació digital. El procés de digitalització de l'economia i de la societat és necessari per incorporar mesures de control i d'eficiència en els processos i ha crescut de manera accelerada en els darrers anys; a més, ha fet créixer la necessitat de semiconductors de totes les gammes a nivell mundial.

El procés de fabricació dels semiconductors és summament complex. S'està treballant en la recerca i en la innovació de nous materials i processos per millorar les capacitats, les prestacions i els processos. Presenta un elevat potencial de creixement i abasta diferents àrees de coneixement.

Els semiconductors són al centre d'una nova batalla tecnològica a escala global. Europa ha de convertir-se en un actor actiu i definir un model propi i estratègies que permetin dur a terme la transformació digital.

# Els semiconductors i els Objectius de Desenvolupament Sostenible (I)

Els Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS) són el pla mestre per a aconseguir un futur sostenible per a tots, **que s'integren dins l'Agenda 2030 de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides. La finalitat de l'Agenda 2030 és millorar la qualitat de vida i el benestar social de tots els habitants del planeta i garantir el progrés i el desenvolupament econòmic de manera sostenible i respectuosa amb el medi ambient. Els ODS s'interrelacionen entre ells i incorporen els desafiaments globals als quals ens enfrontem dia a dia, com la pobresa, la desigualtat, el clima, la degradació ambiental, la prosperitat, la pau i la justícia.**

Els semiconductors poden tenir un paper fonamental per aconseguir els Objectius.







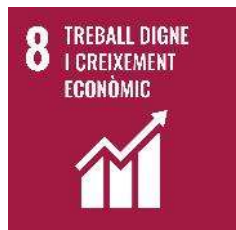
## 3. Salut i benestar

Els semiconductors són essencials per desenvolupar nous dispositius mèdics que ajudin a detectar i controlar malalties, així com en **medicina personalitzada i en l'avenç de la salut digital**.



## 7. Energia neta i assequible

La transició energètica suposa un desenvolupament de les energies renovables, però també implica connectar-les a les xarxes de distribució i digitalitzar-les, i és en aquest context on prenen importància els semiconductors.



## 8. Treball digne i creixement econòmic

El mercat dels semiconductors experimentarà un fort creixement en els propers anys, fet que suposa una oportunitat per a totes les indústries **de la cadena de valor i per a les d'aplicació amb la creació de llocs de treball qualificats**.



## 9. Indústria, innovació i infraestructures

Desenvolupament de noves estructures, arquitectures i tipologies més eficients, amb menor consum energètic i per a noves aplicacions. Recerca sobre nous materials, més versatilitat i menor dependència.



## 11. Ciutats i comunitats sostenibles

El desenvolupament dels semiconductors afavorirà la mobilitat sostenible i el desplegament de tecnologies que puguin fer les ciutats més inclusives.



## 12. Consum i producció responsable

Apropament i enfortiment de la cadena de valor.



Semiconductors a Catalunya

## 2. Cadena de valor

La cadena de valor es caracteritza per **altes divisions del treball**, **nínxols de mercat altament concentrats** i **pressió per innovar i per invertir constantment**, i cap país no concentra tot el procés de producció al seu territori

### ● Disseny (*fabless*)

Es basa en programari de disseny i propietat intel·lectual (**blocs d'IP**). És intensiu en coneixement, recerca i desenvolupament. Les empreses *fabless* solen gastar el 25% dels seus ingressos en R+D.

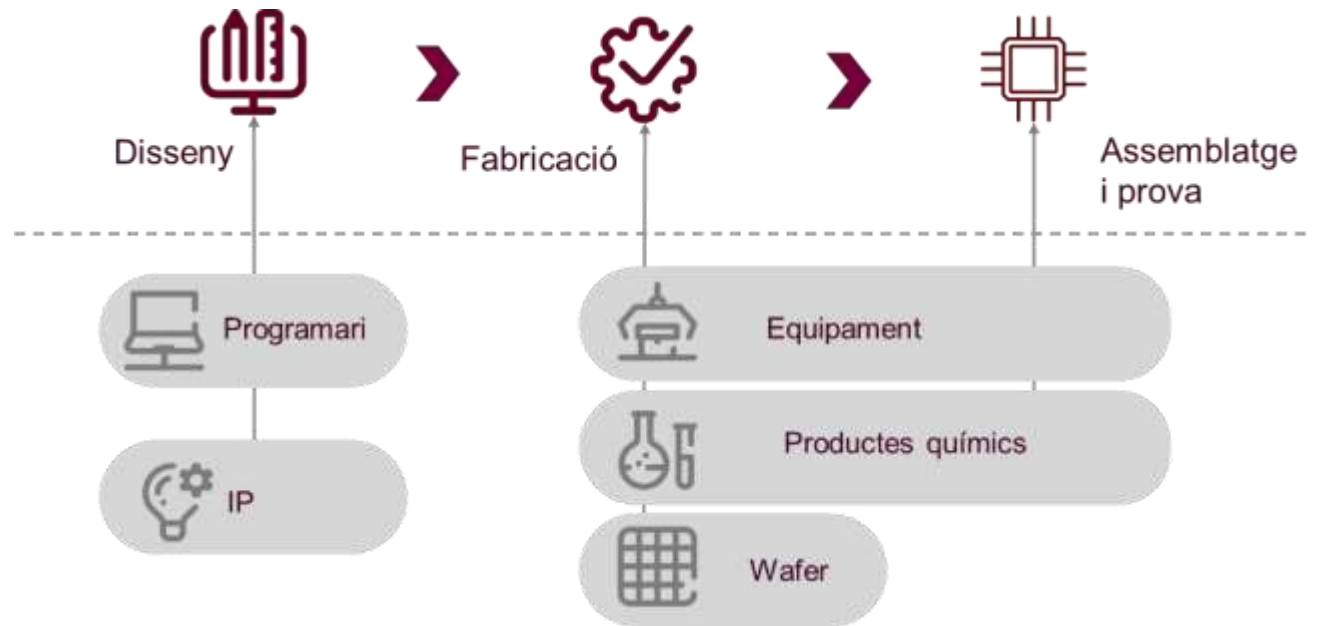
### ● Fabricació (*foneries, fabs*)

El seu procés depèn d'equips de fabricació, de productes químics i d'oblies de silici per produir xips. Requereix molt de capital a causa dels costos d'instal·lacions i equips. La construcció d'una fàbrica de semiconductors punters supera fàcilment els 15.000 milions de dòlars.

### ● Assemblatge i prova (IDM o OSAT)

Requereix equips i productes químics. Malgrat que és necessària molta mà d'obra amb marges de benefici més baixos, les empreses es fixen cada vegada més en aquesta fase del procés per millorar el rendiment dels semiconductors.

Fases de la cadena de valor



El procés de producció dels semiconductors consta de tres passos diferenciats: **disseny, fabricació, i muntatge i prova**

Si una empresa realitza tots els passos de la producció o se centra únicament en un únic pas depèn del model de negoci de l'empresa.

Alguns fabricants de dispositius integrats com Intel i Samsung realitzen els tres passos en alguns dels seus productes, però amb l'augment de la complexitat i els costos associats amb el disseny i la fabricació d'avantguarda, moltes empreses ara s'especialitzen en passos únics de producció.

Les empreses que només dissenyen xips i confien en fabricants de xips per contracte per a la seva fabricació s'anomenen *fabless*. Aquestes empreses no tenen planta de fabricació. Empreses *fabless* com Qualcomm (EUA), Nvidia (EUA) i HiSilicon (Xina), per tant, col·laboren estretament amb foneries que fabriquen xips en les seves plantes de fabricació (*fabs* - *foundries*). Un cop el xip s'ha fabricat, aquest s'ha de provar, muntar i empaquetar per protegir-lo de danys. Aquest últim pas el realitza la pròpia planta de fabricació o empreses subcontractades de muntatge i prova de semiconductors (**OSAT, Outsourced Semiconductor Assembly**

**and Test**). Implica la fixació i les connexions físiques amb fils conductors (*wirebonding*) del xip de silici en el seu encapsulat final (*packaging*)

Però no és només que cada pas de producció es regeix per dinàmiques empresarials diferents, sovint les empreses amb determinats models de negoci produeixen diferents tecnologies de semiconductors.

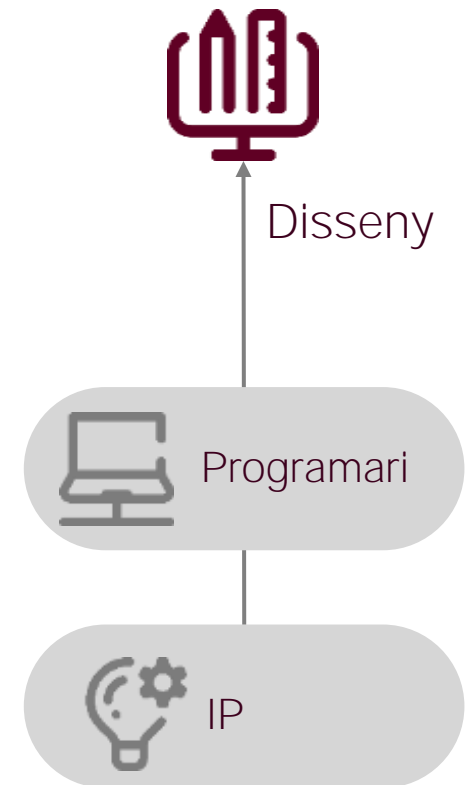
## Cadena de valor: disseny

Dissenyar un xip és car: el 2020, dissenyar-ne un per a nodes de 5 nm costava més de 540 milions de dòlars. No obstant això, un nombre creixent d'empreses dissenyen els seus propis xips. A més de les empreses tradicionals *fabless*, han entrat al mercat molts nous jugadors: Alibaba, Alphabet (Google), Amazon, Facebook i Tesla estan dissenyant els seus propis xips. Un dels motius és la necessitat de xips específics per a l'aplicació (ASIC).

Les empreses *fabless* han de col·laborar molt estretament amb les plantes de fabricació contractuals (*fabs*), com ara TSMC a Taiwan-Xina o Samsung a Corea del Sud, perquè el disseny d'un xip ha d'adaptar-se a un procés de producció determinat dins d'una fàbrica.

**Programari.** Tot i que les empreses *fabless* estan en augment, i moltes empreses estan desenvolupant xips per a propòsits especials, totes depenen de l'accés al programari de disseny. El mercat d'aquestes eines d'automatització del disseny electrònic (EDA) està molt concentrat i dominat per tres empreses amb seu als Estats Units: Cadence Design Systems, Synopsys i Mentor. L'últim va ser adquirit per Siemens el 2017, però encara té la seu als Estats Units. El disseny de xips d'avantguarda depèn d'aquestes eines de programari que han de seguir el ritme dels cicles d'innovació extremadament curts de la indústria, basats en un coneixement profund del procés de fabricació i estrets vincles amb les fàbriques i els fabricants d'equips.

La IP té un paper important durant tot el procés de producció de semiconductors, però especialment durant el disseny del xip. Diverses empreses desenvolupen i després llicencien IP de semiconductors. Aquests blocs IP poden ser nuclis de processador sencers o blocs IP més petits per a funcionalitats "estàndard", com ara interfícies USB o de xarxa, per citar-ne només alguns.



## Cadena de valor: fabricació (I)

El disseny del xip acabat s'envia a la planta de **fabricació d'oblies** (*fab*) per a la seva producció. La fàbrica utilitza equips de fabricació i productes químics per fabricar un disseny de xip en una oblea de silici.

**Aquest procés s'ha fet cada cop més complex i car** a causa de la llei de Moore: el nombre de transistors en un circuit integrat es duplica aproximadament cada dos anys.

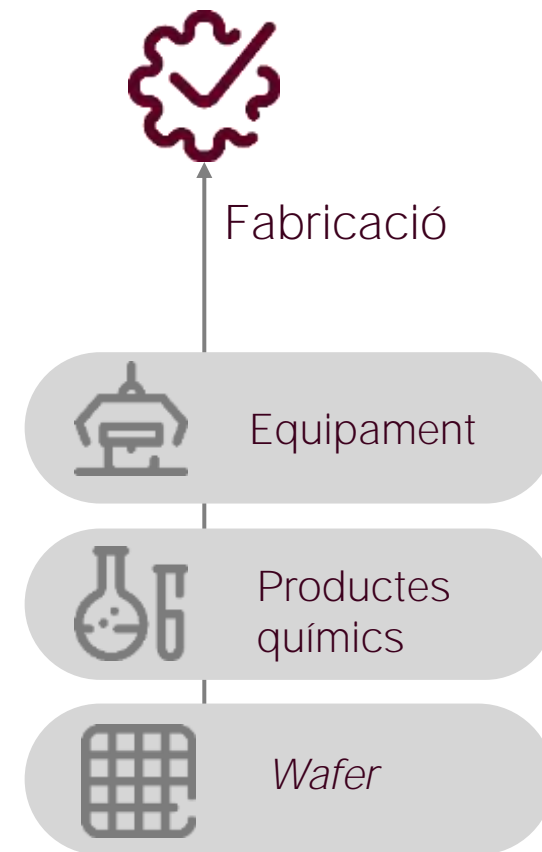
Degut a què la fabricació d'obles requereix molt de capital i coneixement, no és d'estranyar que avui en dia el mercat de la foneria es concentri en uns quants actors a tot el món. TSMC a Taiwan-Xina és, amb diferència, la foneria líder del mercat amb una quota superior al 50% pels semiconductors més punters.

**Equipament.** Les *fabs* depenen d'una varietat d'equips de fabricació de semiconductors (SME) diferents de molts proveïdors. Els SME sovint s'especialitzen en passos concrets del procés de fabricació, i els fabricants han de combinar equips

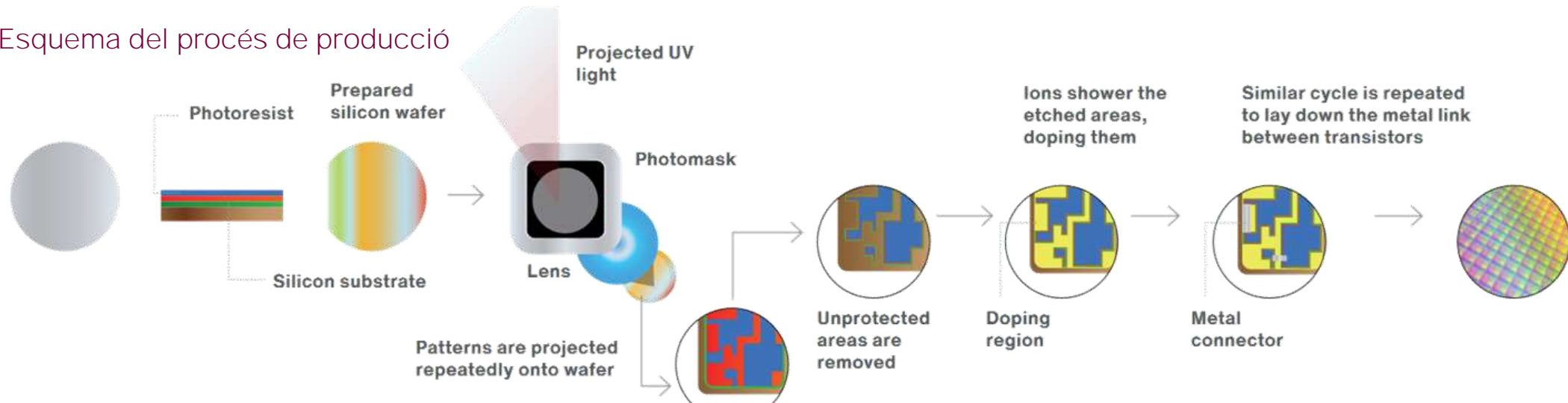
de diversos proveïdors diferents per a un node de procés. Es necessiten diferents tipus d'equips per fabricar els circuits integrats en una oblea de silici: **deposició, litografia, gravat**. L'empresa líder en equipament pels processos de litografia és la neerlandesa ASML.

**Productes químics.** La fabricació de semiconductors es basa en molts tipus diferents de productes químics i gasos per als diferents passos del procés, com ara el modelatge, la deposició, el gravat, el polit i la neteja. Aquests productes químics i gasos solen ser subministrats per grans empreses que també subministren altres indústries. Molt poques empreses només subministren a la indústria electrònica. Les més especialitzades es troben al Japó, com JSR.

**Wafer.** Les obles són un subministrament clau per als fabricants, i es produeixen en diferents mides i tipus. Les obles de silici són les més comunes i importants, però també hi ha obles d'arsenur de gal·li (GaAs), nitrur de gal·li (GaN) i de carbur de silici (SiC) per a determinades aplicacions.



## Esquema del procés de producció



Els passos 1-4 es repeteixen centenars de vegades amb diferents productes químics per crear més capes, depenent de les característiques del circuit desitjades.

- 1**

**Oblies de silici.** Les oblies de silici comencen en blanc i pures en estat no conductor.
- 2**

**Oxidació i recobriments.** S'apliquen capes de materials aïllants i conductors sobre una oblia de silici. A continuació, **l'oblia es cobreix amb una capa uniforme de material sensible a la llum (fotoresina).**
- 3**

**Litografia.** Els patrons de circuits integrats especificats en el disseny es mapegen en una placa de vidre anomenada fotomàscara. S'aplica una llum ultraviolada (UV) per transferir els patrons al recobriments de material fotoresistent a la superfície de l'oblia. **El material fotosensible que s'ha exposat a la llum ara es pot eliminar químicament.**
- 4**

**Gravat.** Les capes no protegides per la fotoresina s'eliminen i es netegen amb gasos o productes químics.
- 5**

**Dopatge.** La placa **s'irradia amb feixos d'ions** que modifiquen les propietats de la nova capa afegint una quantitat coneguda d'impureses, com el bor i l'arsènic. El recuit posterior difondrà aquestes impureses per obtenir una densitat més uniforme.
- 6**

**Deposició de metall i gravat.** Per a establir les connexions entre transistors.
- Oblia completa.** Cada placa completa conté centenars de circuits integrats idèntics. Les plaques s'envien als processos de fabricació *back-end* (muntatge, embalatge i proves).

Font: BCG & SIA (2021) "Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era"

Fem avui l'empresa del demà

## Cadena de valor: assemblatge i prova

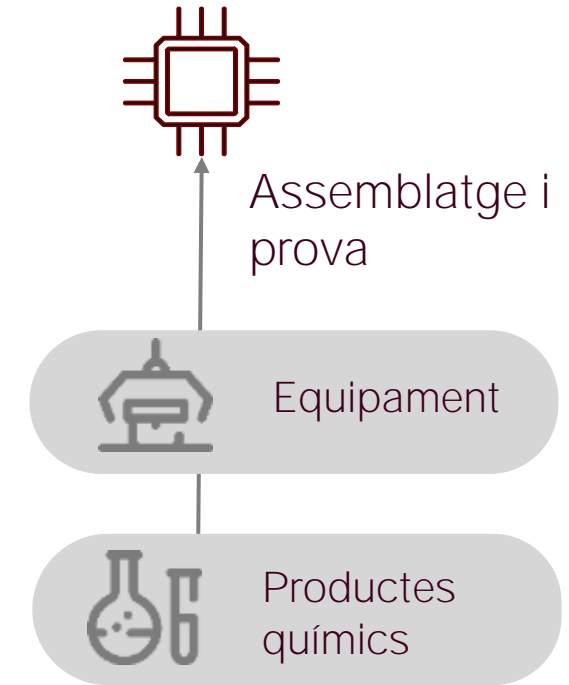
Després del procés de fabricació a la *fab*, l'oblia de silici conté molts petits circuits integrats (matriu) que s'han de tallar, provar i empaquetar per protegir-los dels danys.

Aquests passos del procés s'anomenen "*back-end*", mentre que tots els passos anteriors de la *fab* s'anomenen "*front-end*".

La fabricació de *wafers* (*front end*) requereix molt de capital, però el muntatge i les proves requereixen mà d'obra amb marges de beneficis més baixos. Malgrat això, l'esgotament al què s'està arribant en les capacitats d'innovar en el procés de fabricació fa que les empreses es fixin cada vegada més en aquest procés, amb noves tècniques que permeten millorar el rendiment i l'eficiència energètica dels xips.

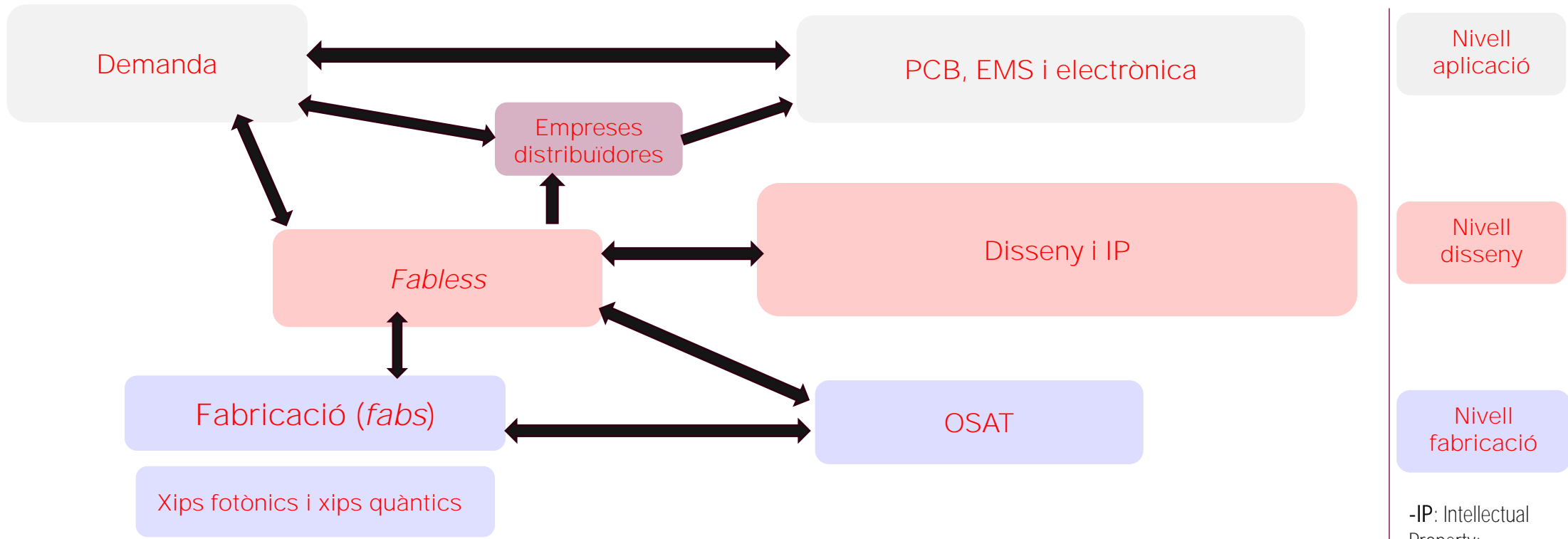
Les empreses especialitzades en el final del procés de producció de semiconductors són les anomenades empreses de muntatge i prova de semiconductors subcontractats (Outsourced Semiconductor Assembly and Test – OSAT). La majoria de les empreses es troben al sud-est asiàtic, especialment a Taiwan-Xina i la Xina.

Igual que les *fabs*, les empreses OSAT depenen dels proveïdors d'equips i productes químics, però a una escala molt més petita.





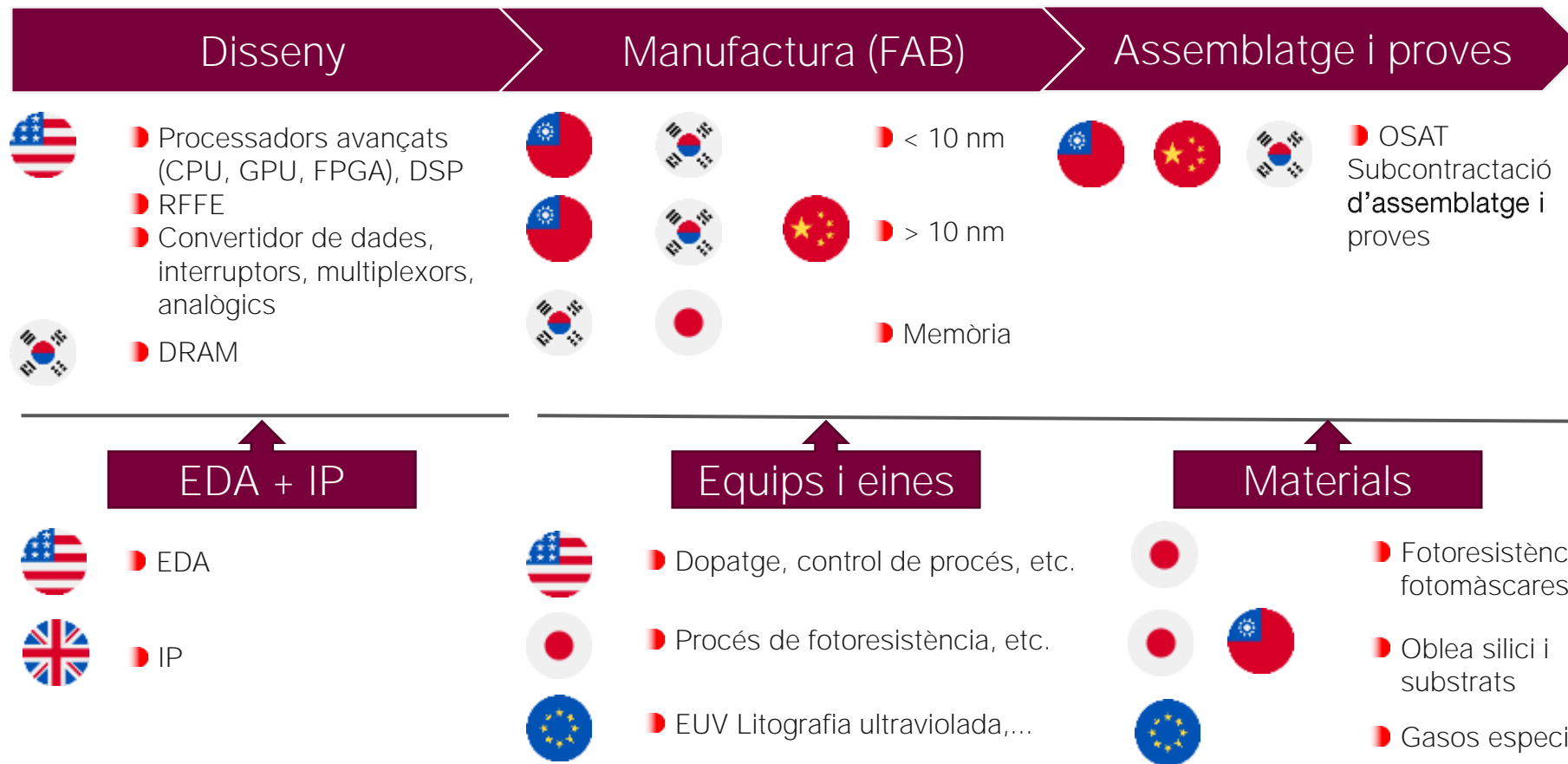
# Flux de les relacions multinivell entre els actors de la cadena de valor dels semiconductors



- Materials i productes químics
- Equipaments i eines
- Indústria auxiliar i enginyeries

-IP: Intellectual Property;  
 -OSAT: Outsourced Semiconductor Assembly and Test;  
 -PCB: Printed Circuit Boards;  
 -EMS: Electronics Manufacturing Services.  
 ↔ Flux relacional

Les activitats de la cadena de valor estan **molt concentrades geogràficament**



CPU: unitat central de processament  
 GPU: unitat de processament gràfic  
 FPGA: *Field Programmable Gate Arrays*. Configurables  
 DRAM: memòria dinàmica d'accés aleatori  
 RFFE: *Radio Frequency Front End*  
 DSP: processador de senyals digitals  
 EUV: litografia ultraviolada  
 EDA: estructura de dades i algorismes  
 IP: **disseny d'una unitat lògica reutilitzable, xip, que és propietat intel·lectual d'una de les parts**

Nota: es representen aquelles activitats que estan concentrades en més del 65% en determinades regions

## El flux de la cadena de valor

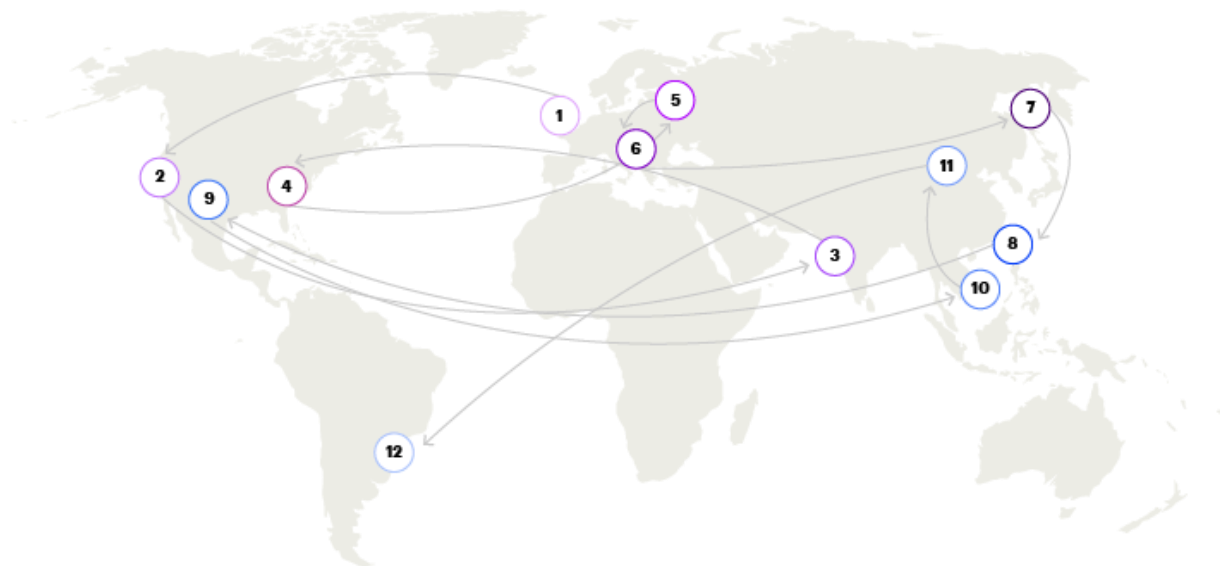
La cadena de subministrament dels semiconductors és global: sis grans regions (els EUA, Corea del Sud, el Japó, la Xina, Taiwan-Xina i Europa) contribueixen cadascun amb un 8% o més en el valor afegit total de la indústria dels semiconductors.

La fabricació de semiconductors és increïblement complexa i cada node de la cadena de subministrament és interdependent dels altres.

Cap empresa pot executar a través de la cadena de valor dels semiconductors d'extrem a extrem. El desenvolupament del model de *fabless*/fabricació contractual va permetre a les empreses externalitzar la fabricació intensiva. Aquest model requereix la col·laboració de milers de proveïdors d'arreu del món. Per exemple, amb IP i disseny de Silicon Valley, equips dels EUA, Europa i el Japó, productes químics i gasos especialitzats d'Europa i Àsia oriental, fabricació a Àsia oriental i embalatge, muntatge i proves al sud-est asiàtic, aquesta dispersió global complica el desenvolupament i fabricació d'un xip.



Els components d'un xip poden viatjar més de **40.000 km** des de seu inici fins a la seva integració en el producte final.



La imatge és una visualització simplificada dels actors globals implicats per a la fabricació d'un semiconductor.

\$1 bilion

Cost estimat per aconseguir l'autosuficiència regional, segons un estudi realitzat per Boston Consulting Group

## Elevada divisió del treball

Hi ha una gran divisió del treball, no només en les tres etapes principals del procés, sinó també entre els proveïdors d'equips i materials fruit de la pressió econòmica per innovar constantment.

## Alta intensitat de capital

En els propers deu anys, la indústria necessitarà invertir uns 3 bilions de dòlars al llarg de tota la cadena de valor per satisfer la creixent demanda de semiconductors. Només la construcció d'una fàbrica d'última generació requereix uns 20.000 M\$.

## Alta intensitat de coneixement

El 2020, la indústria va gastar més del 14% dels seus ingressos en R+D. A banda, les empreses necessiten col·laborar estretament entre elles i amb entitats de recerca i tecnologia per desenvolupar els semiconductors del futur.

## Cicles de fabricació llargs

La indústria es caracteritza per una planificació a llarg termini, i els clients han de fer les comandes amb molta antelació. En total, la producció d'un semiconductor pot durar fins a un any.

## Transnacionalitat

Els Estats Units, el Japó, Corea del Sud, Taiwan-Xina, la UE, la Xina i diversos països del sud-est asiàtic tenen un paper fonamental en la cadena de valor. Cap regió no pot realitzar tots els passos del procés a nivell intern.

## Interdependències extremes

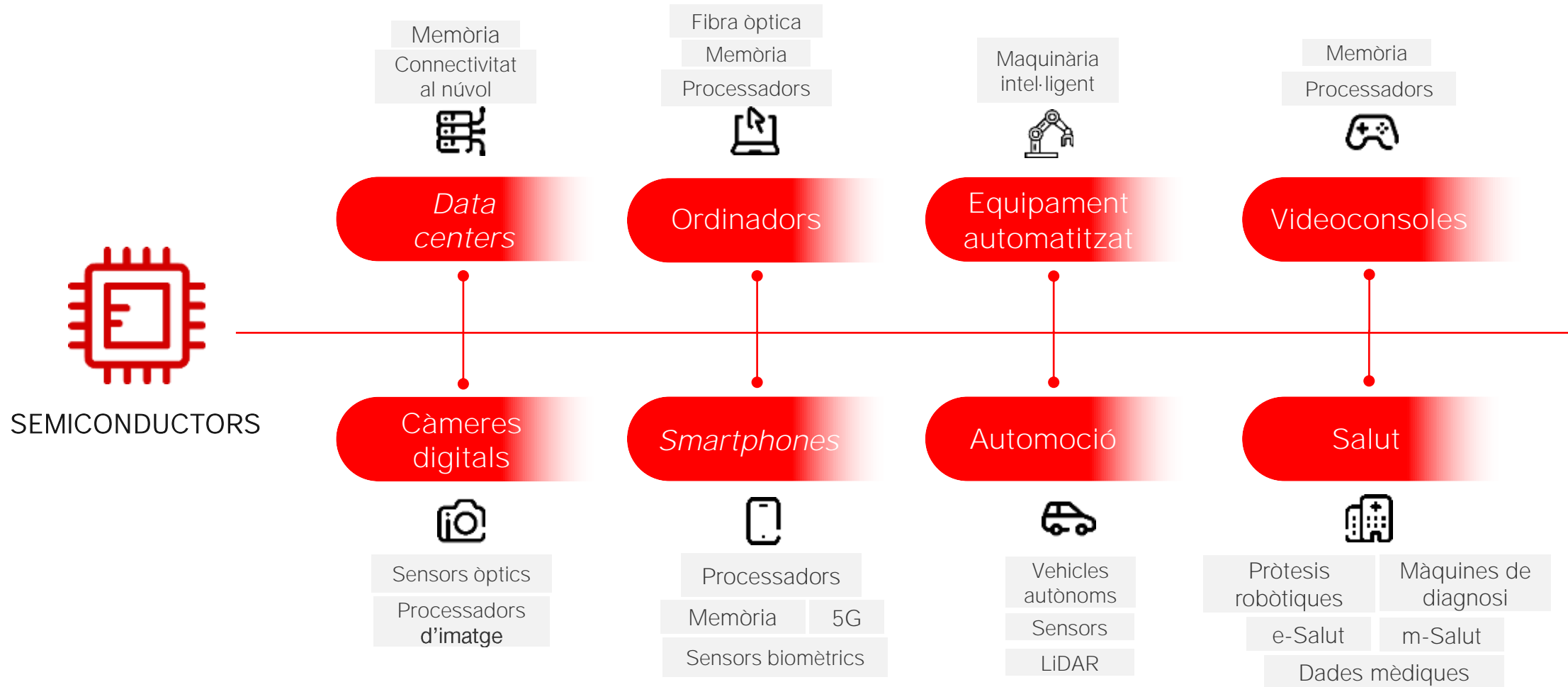
Tenir connexions estretes dins de l'ecosistema és essencial per desenvolupar productes competitiu. Això, però, crea fortes interdependències entre empreses i països, cosa que dificulta el canvi de proveïdors o fabricants.

Fonts: Stiftung Neue Verantwortung (2021) "Understanding the global chip shortages" i BCG & SIA (2021) "Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era"

Fem avui l'empresa del demà

Semiconductors a Catalunya

## 3. Sectors d'aplicació

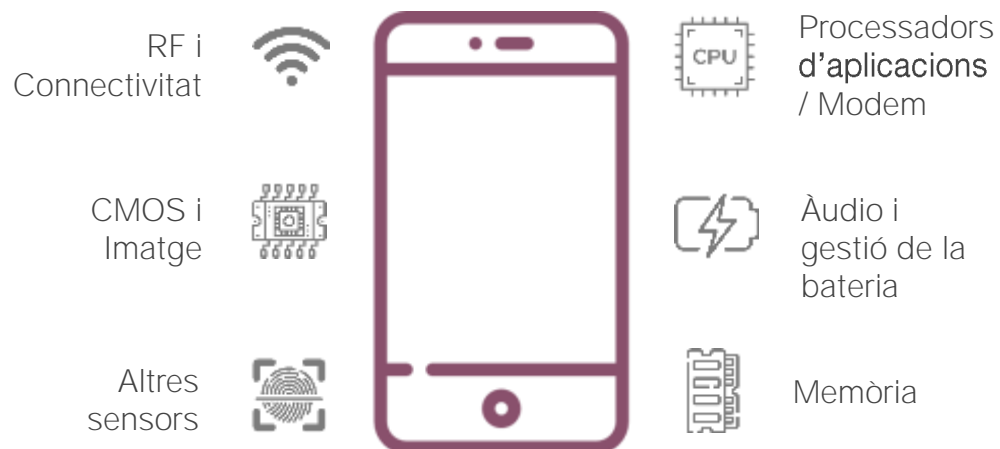


L'aplicació final impacta en l'evolució tecnològica dels semiconductors: mentre que els supercomputadors o els *smartphones* requereixen xips cada vegada més potents i petits (<10 nm), indústries com l'automobilística es conformen amb xips més grans (d'entre 28 i 65 nm).

## Sectors d'aplicació destacats

La demanda de semiconductors ha crescut degut, en bona part, a l'augment de la demanda de **telèfons intel·ligents** al món, que cada vegada incorporen més prestacions, i la **indústria de la mobilitat** cada vegada més elèctrica, connectada i autònoma

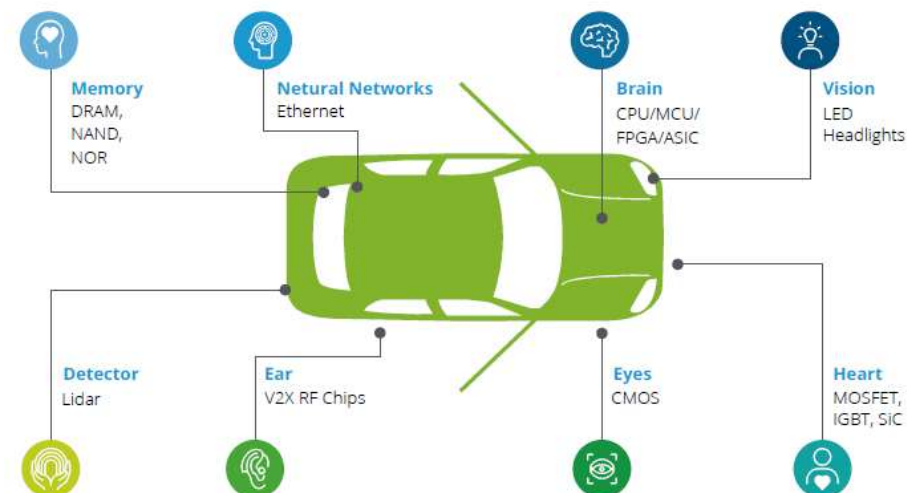
### Principals aplicacions dels semiconductors als telèfons mòbils



**170** xips instal·lats en un telèfon intel·ligent

L'adopció creixent de tecnologies com la intel·ligència artificial als telèfons mòbils o la ràpida introducció d'estàndards de comunicacions mòbils de nova generació, com el 5G, són alguns dels principals factors que impulsen l'adopció de components semiconductors als telèfons mòbils.

### Principals aplicacions dels semiconductors als automòbils



**3.000** xips instal·lats en un automòbil

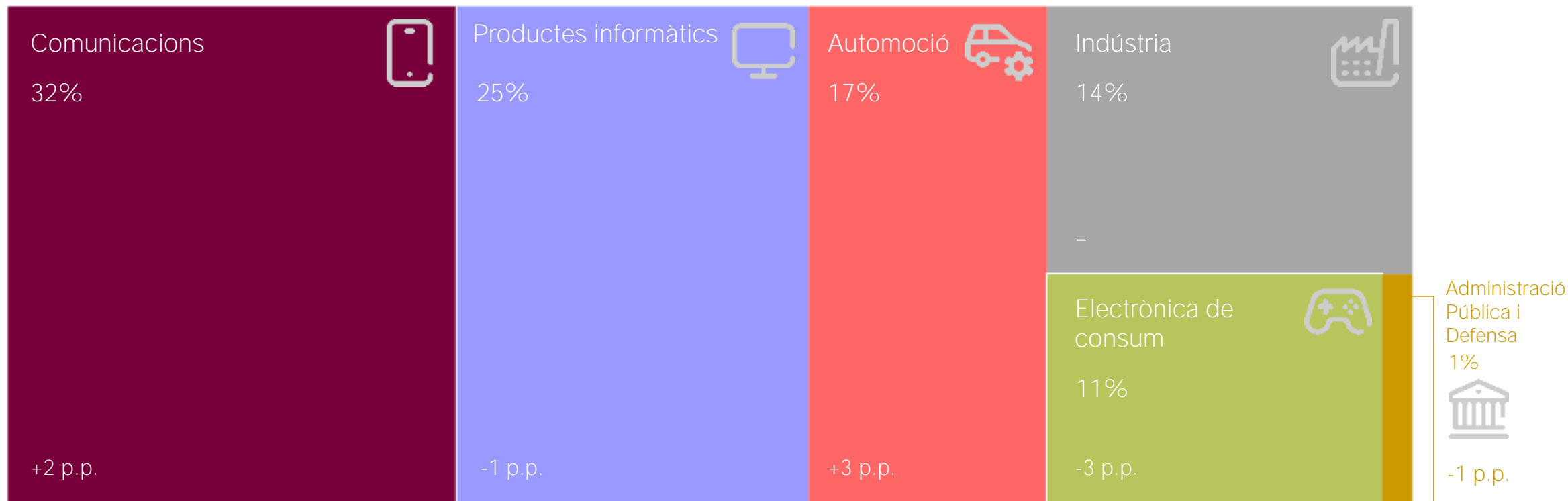
La transició a vehicles totalment elèctrics i autònoms requerirà una dependència més gran de microxips avançats. El valor dels semiconductors instal·lats als vehicles va assolir una mitjana de 500 dòlars per cotxe el 2020, però es preveu que arribi a 1.400 dòlars per cotxe el 2028.

Fonts: Deloitte, Forbes, Reuters, Research and Markets, S&P i Systemplus



## Demanda per sectors

Demanda de semiconductors per ús final el 2023 i variació respecte del 2022



El 2023 s'ha caracteritzat per l'augment de vendes als sectors d'automoció i industrial, així com per la creixent demanda de semiconductors fonamentals per als **sistemes d'intel·ligència artificial**.



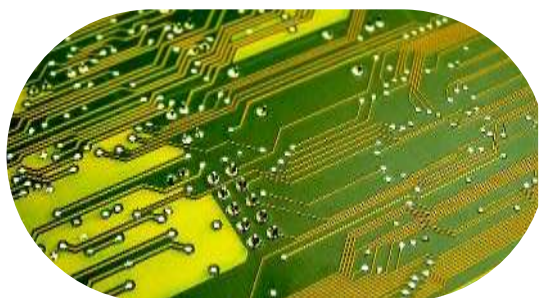
La demanda de semiconductors la continuen concentrant productes dirigits als consumidors finals, com ara ordinadors portàtils o telèfons intel·ligents.

Semiconductors a Catalunya

## 4. Mercat mundial

La facturació de la indústria mundial de semiconductors assolirà els **588.360 M\$** el 2024, representant un increment del **13,1%** en comparació amb el 2023. Amb un creixement anual estimat del **6,3%**, el 2027 la facturació assolirà els **736.400 M\$**.

- El creixement estarà impulsat per la convergència tecnològica de la **connectivitat** i la **intel·ligència artificial**, que serà el nucli de les activitats de desenvolupament de productes a totes les verticals.
- El desplegament del 5G, l'increment de l'ús de telèfons intel·ligents a tot el món, la migració a vehicles elèctrics i connectats, l'automatització de fàbriques i la proliferació de dispositius IoT són tendències clau que impulsaran el creixement a mitjà i a llarg termini del mercat.

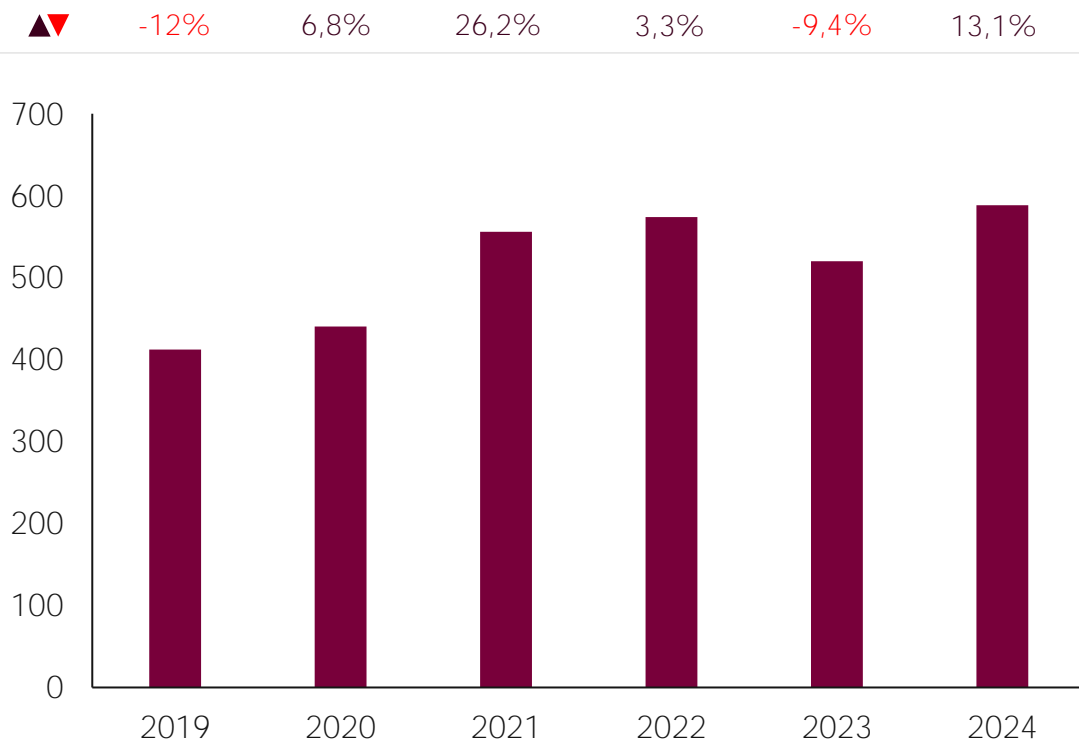


Creixement anual estimat (2024-2027)

▲

+ 6,3%

Facturació mundial en semiconductors i variació respecte de l'any anterior milers de milions de dòlars i %, 2019-2024



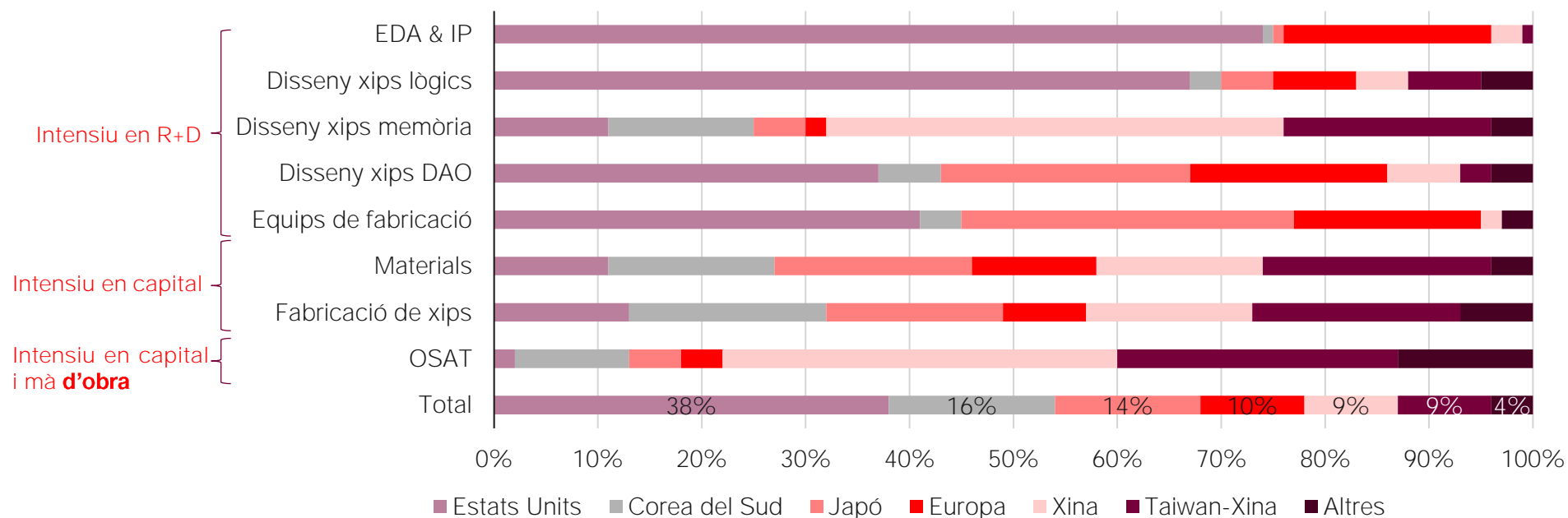
Fonts: Statista i McKinsey  
Fem avui l'empresa del demà

## Cadena de valor dels semiconductors, per geografia

La cadena de valor dels semiconductors és **altament complexa** i cada etapa del procés de producció és interdependent de les altres.

Els **Estats Units** lideren en les activitats intensives en R+D, amb **Europa** en segon terme, mentre que l'**Extrem Orient** (Taiwan-Xina, la Xina, el Japó i Corea del Sud) destaca en la resta de baules de la cadena de valor.

### Distribució de l'especialització de la cadena de valor dels semiconductors, per geografia



Nota 1: OSAT: assemblatge i test.

Nota 2: en "Altres", destaquen països com Malàisia o Israel.



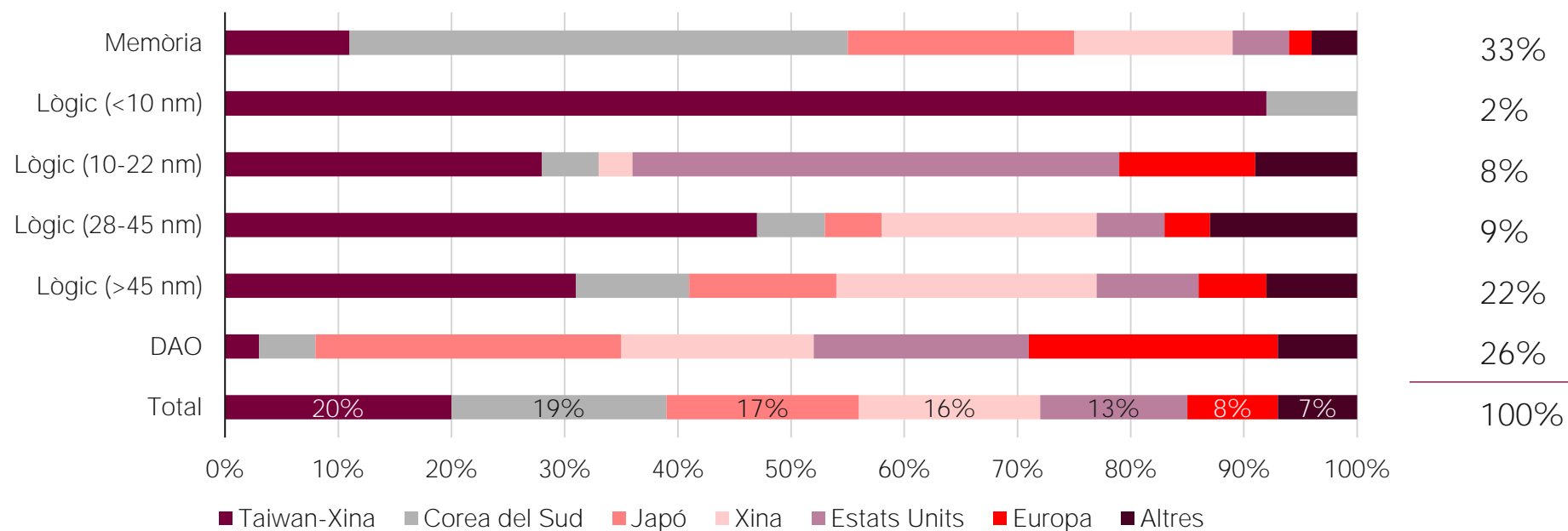
## Fabricació de xips, per geografia

Si s'amplia el focus en la fabricació de xips, Taiwan-Xina, Corea del Sud, el Japó i la Xina concentren vora el 75% de la capacitat de fabricació, especialment els més punters, en què la producció la monopolitza Taiwan-Xina (TSMC).

Europa (8%) s'ha quedat enrere i només té una presència rellevant en la fabricació de semiconductors lògics de 10-22 nm. i els DAO.

### Fabricació de xips per geografia

% del total



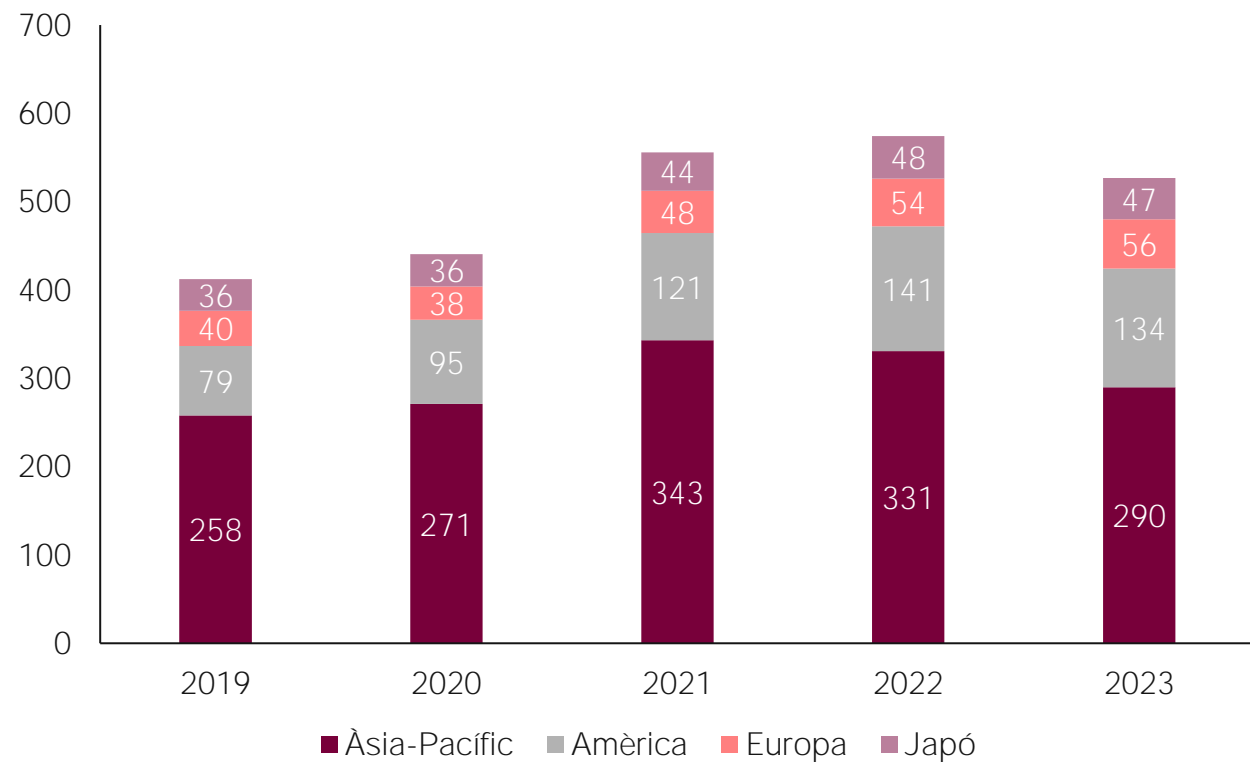
Nota: en "Altres", destaquen països com Malàisia o Israel.

## Distribució de vendes per regions geogràfiques

Més de la meitat de la demanda de semiconductors prové de la regió **Àsia-Pacífic**, representant **290.000 milions de dòlars** el 2023.

- La demanda de semiconductors està liderada per Àsia-Pacífic degut al paper de la regió com a **actor clau a la cadena de subministrament mundial de productes electrònics** com telèfons intel·ligents o ordinadors, així com productes clau per a la transició verda que també incorporen semiconductors com panells fotovoltaics o vehicles elèctrics.
- Impulsats per les **estratègies de reindustrialització i d'inversions en fàbriques de semiconductors** al territori, es preveu un creixement en la demanda als Estats Units i la UE en els propers anys.

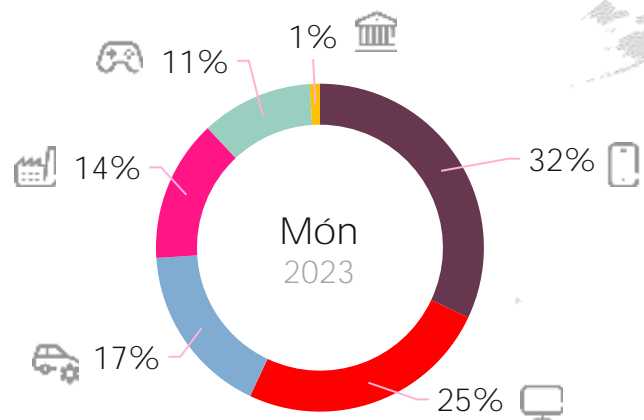
Distribució de les vendes de semiconductors a nivell global, per regió en milers de milions de dòlars, 2019-2023



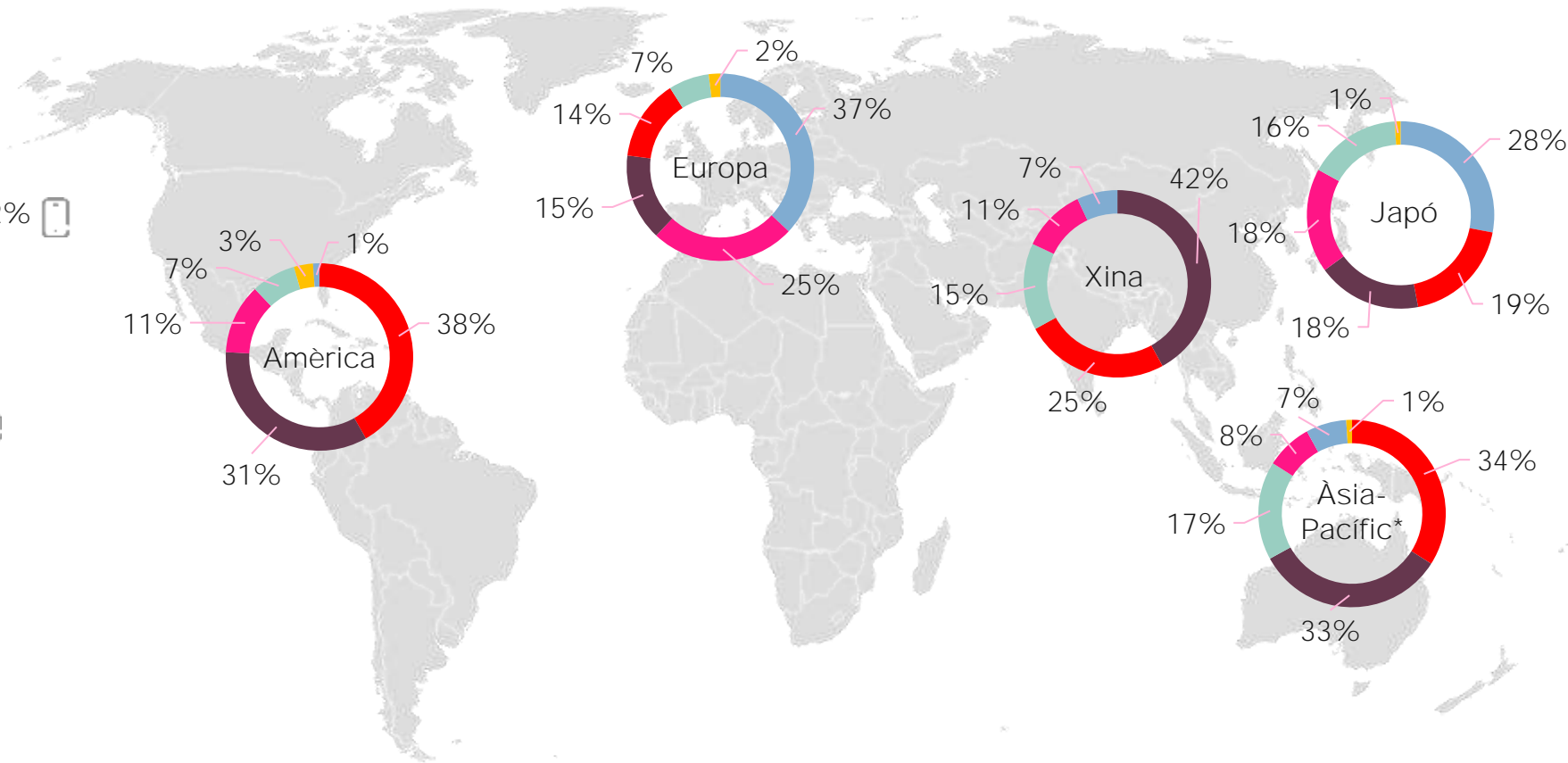
# Segmentació del mercat dels semiconductors per regions

Demanda de semiconductors per ús final (2023)

Demanda de semiconductors per ús final, per regió (2019)



- Comunicacions
- Productes informàtics
- Automoció
- Indústria
- Electrònica de consum
- Administració pública i Defensa



\*Excepte la Xina



# Empreses líders en el mercat dels semiconductors al món

## IDM (disseny, fabricació i assemblatge i prova)

 amb presència a Catalunya



## Disseny



## Fabricació (fabs)



## Assemblatge i prova



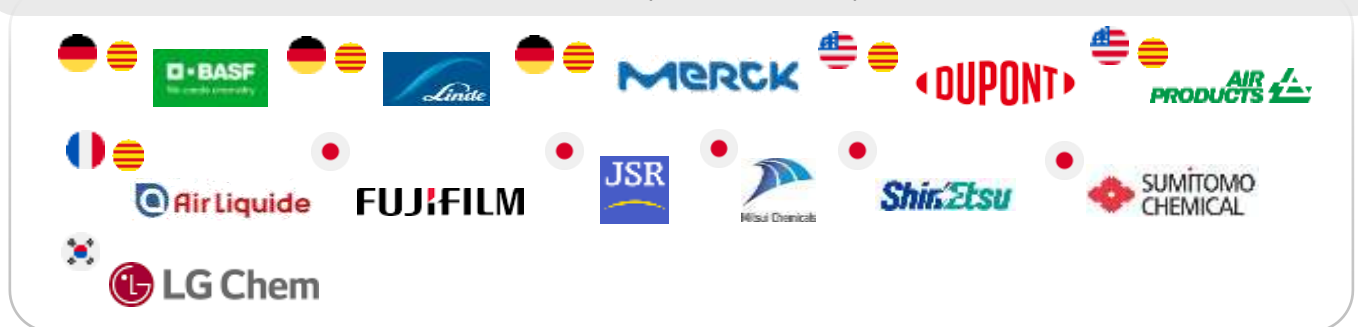
## Programari



## Equipaments



## Materials/productes químics



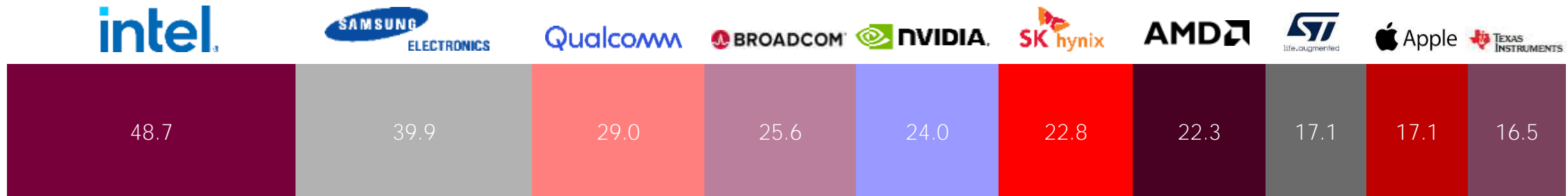
Font: elaboració pròpia a partir d'Statista, d'Stiftung Neue Verantwortung (2020), «The global semiconductor value chain», i del German Council on Foreign Relations (2021), «Europe's Capacity to Act in the Global Tech Race»

Fem avui l'empresa del demà

## Empreses líders en el mercat de semiconductors al món: oferta

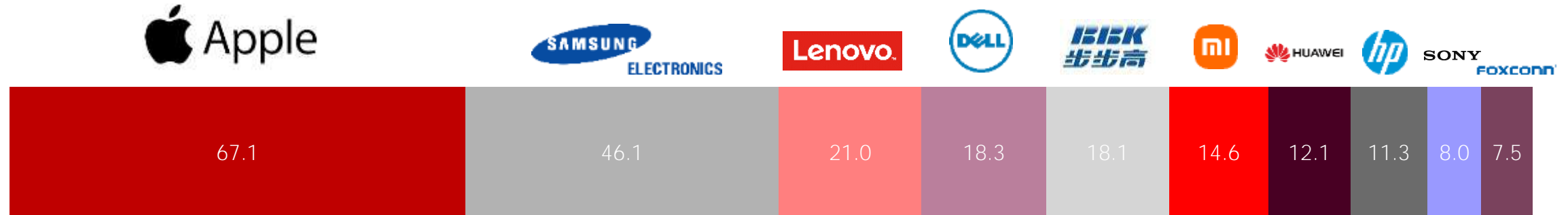
7 de les 10 principals empreses subministradores de semiconductors són nord-americanes, amb Intel liderant de manera destacada.

**Principals empreses d'oferta de semiconductors per facturació** en milers de milions de dòlars, 2023



**Les empreses xineses destaquen en el rànquing d'empreses amb més demanda en semiconductors**, amb 5 entre les 10 principals. Els Estats Units també tenen una posició destacada, amb 3 empreses d'entre les quals sobresurt Apple.

Empreses tecnològiques mundials per despesa en semiconductors en milers de milions de dòlars, 2022



## Capacitats europees a la cadena de valor de semiconductors

Tot i la presència d'empreses de nínxol, es requerirà un gran esforç perquè Europa es posi al dia en la fabricació de semiconductors d'última generació a gran escala a mitjà termini

Europa compta amb empreses (tant europees com estrangeres) en alguns punts de la cadena de valor dels semiconductors:

- **Fabricants i IDM de semiconductors amb aplicació a equips d'automoció, automatització industrial o sensors.** Les principals són la francoitaliana **ST Microelectronics**, la neerlandesa **NXP**, i les empreses establertes a Alemanya **GlobalFoundries**, **Bosch**, **Infineon**, **X-FAB** i **UMS**. Actualment, Europa no compta amb empreses que fabriquin semiconductors d'última generació, tot i que **Intel**, que ja compta amb una planta a Irlanda de 20 nm, n'instal·larà una a Alemanya.
- **Fabless** com **ARM**, establerta al Regne Unit. Ha desenvolupat un estàndard d'arquitectura propi i els seus xips s'utilitzen a gairebé tots els telèfons intel·ligents del món.
- **Proveïdors** de tecnologia clau per a la indústria. La neerlandesa **ASML** és líder de nínxol, ja que ha desenvolupat el mètode més avançat de miniaturització d'estructures de xips mitjançant el seu sistema de litografia ultraviolada extrema (EUV). Sense aquesta tecnologia, la producció de xips d'alta gamma arreu del món no és possible. També destaca la francesa **SOITEC** com a productor d'oblies especials.



Fonts: German Council on Foreign Relations (2021) «Europe's Capacity to Act in the Global Tech Race» i Stiftung Neue Verantwortung (2021) «The lack of semiconductor manufacturing in Europe»

Fem avui l'empresa del demà

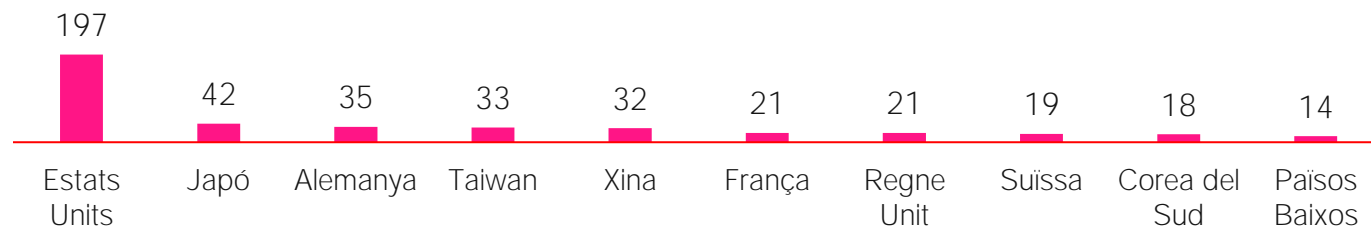
# Inversió Estrangera Directa (IED) en semiconductors

Any	Projectes	Capital invertit (M€)	Ocupació generada
2023	140	50.884,4	54.470
2022	142	100.861,7	47.699
2021	112	114.718,5	47.157
2020	56	15.418,3	10.382
2019	71	15.480,5	17.776

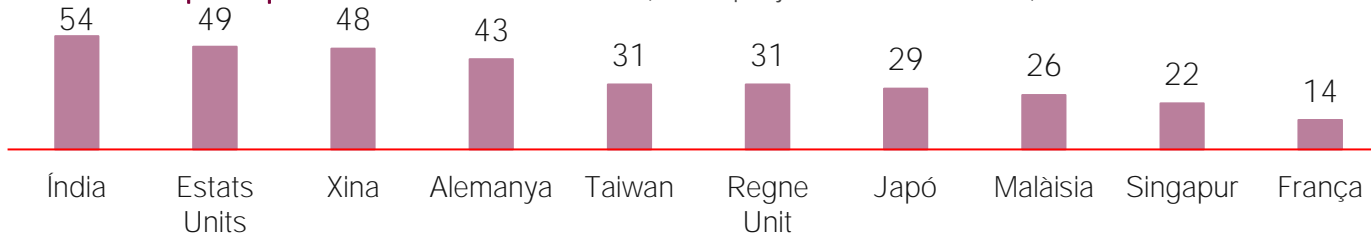
La inversió en semiconductors acumula més de **500 projectes** en els últims 5 anys, la majoria dels quals concentrats en els darrers 3 anys.

La inversió acumulada és de gairebé **300.000 milions d'euros**, bona part dels quals tenen origen en empreses dels Estats Units.

Principals països d'origen de la IED (nº de projectes, 2019-2023)



Principals països destí de la IED (nº de projectes, 2019-2023)



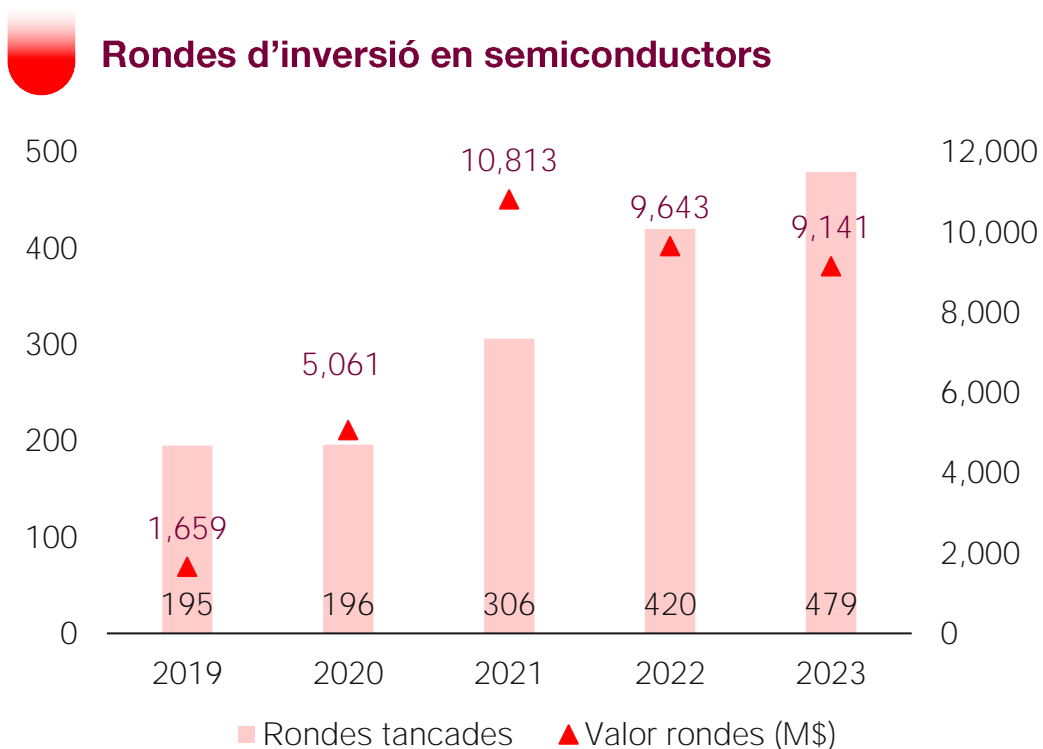
Principals empreses inversores (nº de projectes, 2019-2023)



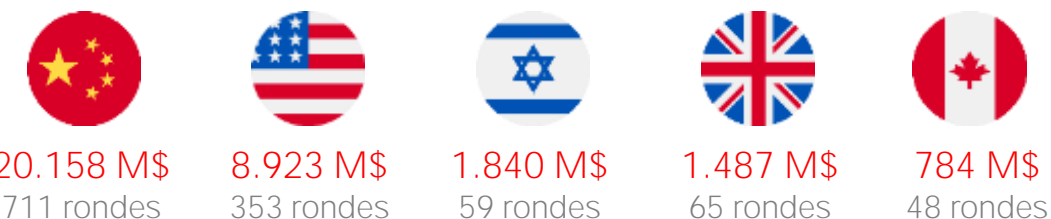
Font: ACCIÓ a partir d'fDi Markets  
Fem avui l'**empresa** del demà

# Capital risc en startups de semiconductors

El nombre de rondes d'inversió tancades per startups de semiconductors ha augmentat de manera molt destacada en els darrers 5 anys, assolint les **479** el 2023, que van suposar una inversió de **9.141 milions de dòlars**. Les startups xineses lideren el rànquing.



### Valor i nombre de rondes tancades als principals països\*



Les startups europees representen el 9% del total invertit

### Principals startups per valor de rondes tancades



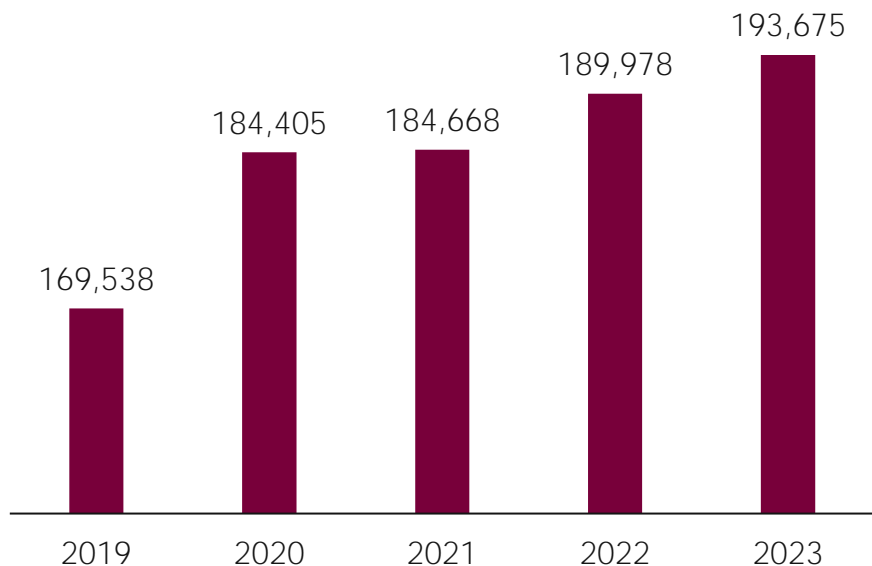
### Principals inversors en capital risc



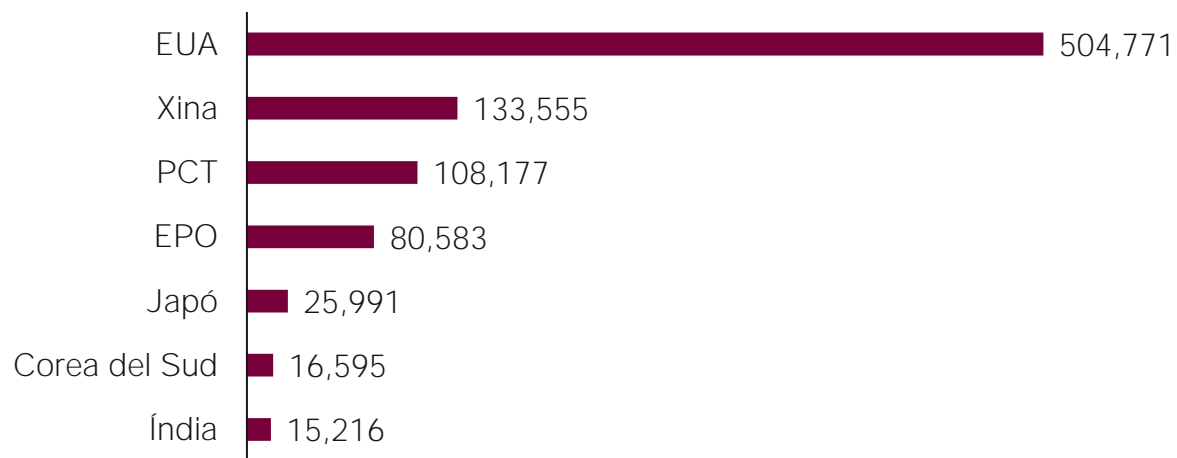
Nota: s'inclouen les rondes d'inversió «pre-seed», «seed» i les sèries A-J. Les dades fan referència al període 2019-2023.

Entre el 2019 i el 2023 s'han publicat **més de 900.000 patents arreu del món** relacionades amb els semiconductors, amb un **creixement del 14,2%** durant el període. Els **Estats Units** és el mercat més dinàmic, amb més de la meitat del total de patents.

## ● Evolució del nombre de patents 2019-2023



## ● Distribució de patents per jurisdicció geogràfica



Nota: PCT: Patent Cooperation Treaty; EPO: European Patent Office.

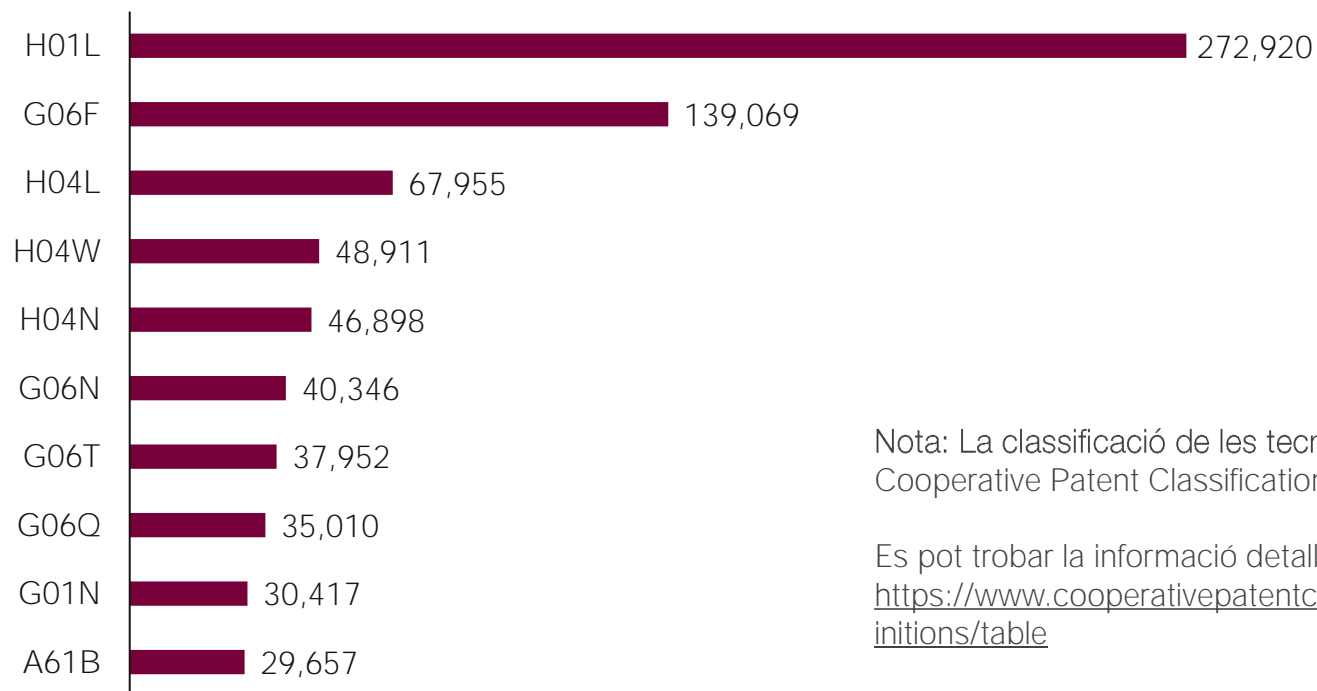
## ● Principals empreses sol·licitants de patents





Les principals tecnologies estan relacionades amb el disseny i fabricació de xips de baix consum, processos d'assemblatge i de connexió, programació, semiconductors per a xarxes de comunicació sense fils, i semiconductors per a diferents aplicacions.

Principals tecnologies amb nombre de patents segons la classificació CPC  
2019-2023



Nota: La classificació de les tecnologies està feta d'acord amb la Cooperative Patent Classification (CPC).

Es pot trobar la informació detallada de la Classificació CPC a:  
<https://www.cooperativepatentclassification.org/cpcSchemeAndDefinitions/table>

Semiconductors a Catalunya

## 5. Iniciatives internacionals

## Paisos de referència



### Taiwan-Xina

Representa aproximadament el 21% de la fabricació mundial de semiconductors, i el 92% d'aquells més avançats, gràcies al fabricant TSMC. El govern ha implementat polítiques com **incentius a l'R+D**, el foment de la **col·laboració entre indústria i recerca**, i la creació de **clústers industrials**. L'alta dependència econòmica vers els semiconductors (15% del PIB) fa que sigui vulnerable a riscos geopolítics així com a desastres naturals com tifons o terratrèmols.

És dominant en la producció de xips de memòria DRAM i NAND (emprats en dispositius de PC, smartphones i targetes SD), amb una quota de mercat mundial superior al 60%. El país aspira a augmentar la seva quota en altres xips i processadors, i és per això que el 2024 ha anunciat que invertirà 470.000 milions de dòlars en un "**megaclúster**" de semiconductors a la província de Gyeonggi en col·laboració amb Samsung Electronics i SK Hynix.



### Corea del Sud



### Japó

Lidera el subministrament de matèries primeres, equips i components com transistors, resistències i transformadors, així com de fotorestants (productes químics). El govern vol tenir més control sobre la indústria dels semiconductors i per això ha format **Rapidus**, una *joint venture* amb els principals fabricants nacionals, i mitjançant un fons d'inversió estatal ha comprat per 6.400 milions de dòlars l'empresa japonesa **JSR**, especialitzada en fotorestants.

Històricament s'han quedat enrere en la fabricació de semiconductors d'última generació, malgrat que la **Made in China 2025** tenia per objectiu assolir l'autosuficiència mitjançant fortes inversions públiques. De totes maneres, a principis del 2024 es va anunciar que SMIC i Huawei planegen fabricar un nou semiconductor de 5nm, encara una generació per darrere dels de 3nm però més a prop dels objectius marcats.



### Xina



### Estats Units

La **CHIPS Act** aprovada el 2022, que destina 52.700 M\$ a la fabricació de semiconductors, vehicula l'estratègia per recuperar l'avantatge innovador perdut en les darreres dècades en detriment de països asiàtics. Gràcies als incentius de la llei s'han atret empreses estrangeres com TSMC o Samsung per a què s'estableixin al territori i fabriquin semiconductors punters, i s'han concedit ajuts a empreses nacionals com Intel o GlobalFoundries.

2015



Es publica el **Made in China 2025**, que té per objectiu augmentar la producció nacional de semiconductors i assolir l'autosuficiència.

2018



La Comissió Europea aprova el primer **IPCEI en microelectrònica** (1.900 M€ en ajudes d'estat).

2019



Declaracions públiques per convertir-se en una **foundry líder el 2030**, augmentant la quota de mercat de l'1,6% al 10%. S'adjudiquen 800 M\$ per a despesa en R+D.

2020



Els estats de la UE signen una **declaració conjunta** per impulsar la cadena de valor europea de l'electrònica.



S'aprova la **Foundries Act** per invertir 25.000 M\$ en semiconductors, instal·lacions, desenvolupament d'IP, etc.

2021



Es publica l'**Estratègia del Cinturó de Semiconductors**.



Es crea la **Iniciativa Angstrom en Semiconductors**.



Es llença l'**Estratègia pels Semiconductors i la Indústria Digital**.

2022



S'aprova la **CHIPS Act**, que destina 52.700 M\$ a la fabricació de semiconductors.



Es crea l'empresa publicoprivada **Rapidus** per desenvolupar semiconductors punters.

2023



S'aprova la **Llei Europea de Xips**.



S'aprova el segon **IPCEI en Microelectrònica** (8.100 M€ en ajudes d'estat).

2024



Anunci de la creació d'un **megaclúster de semiconductors** (470.000 M\$).



Principal política pública nacional

## Llei Europea de Xips

Reglament europeu que ha entrat en vigor recentment per impulsar el sector dels semiconductors a la UE, reforçant i augmentant la producció de xips al continent, la innovació, la recerca i l'atracció d'inversions, i amb la voluntat de coordinar la unió amb els estats per fer front a la volatilitat de l'oferta en el mercat.

## Chips for Europe

Iniciativa establerta per la Llei europea de xips per impulsar la capacitat tecnològica i la innovació en semiconductors a la UE en relació a 5 objectius principals: disseny, línies pilot, xips quàntics, competència i fons de xips.

## IPCEI

La UE ha aprovat dos IPCEIs (Projecte Important d'Interès Comú Europeu), el 2018 i el 2023, en l'àmbit de la microelectrònica i les telecomunicacions, per dotar amb ajudes d'estat diverses empreses europees. Entre els dos IPCEI l'ajuda aportada pels estats membres suma 10.000 milions d'euros.

## Aliança de Regions Europees de semiconductors

Iniciativa que pretén fomentar el creixement i la competitivitat de la indústria dels semiconductors a Europa basant-se en l'intercanvi de coneixements, millors pràctiques i cooperació entre les regions.



La Llei Europea de Xips, que ha entrat en vigor el setembre de 2023, té l'objectiu de reforçar les capacitats europees en matèria de semiconductors per assegurar-ne la competitivitat futura i mantenir el lideratge tecnològic



Europa té una quota de mercat global de producció de semiconductors inferior al **9%** i depèn en gran mesura de proveïdors de tercers països, especialment asiàtics. La Llei Europea de Xips fixa l'objectiu que la UE representi el **20%** del mercat global el 2030.

La Llei s'estructura en **tres grans pilars**:

**1** La Iniciativa **Xips per a Europa** té l'objectiu d'aprofitar la **investigació i innovació** europea, i traduir-les en noves capacitats de **producció**. Es preveu un Fons de Xips per al **finançament d'startups** i atraure inversors, i un mecanisme d'**inversió** a l'empara d'InvestEU per donar suport a les empreses emergents en expansió i les pimes.

**2** Es crea un nou marc per garantir la seguretat del subministrament **atraient inversions i millorant les capacitats de producció**. També facilita la inversió en la capacitat de producció per permetre que prosperi la **innovació** en nodes tecnològics avançats o en xips innovadors i eficients des del punt de vista energètic.

**3** S'estableix un mecanisme de **coordinació** entre els Estats membres i la Comissió per fer un seguiment de l'oferta de semiconductors, calcular la demanda i avançar-se a disrupcions. Es fa un seguiment de la cadena de valor dels semiconductors recopilant informació clau de les empreses per cartografiar les principals **deficiències** i els **colls d'ampolla**.

Més enllà de la Llei, el juny del 2023 es va aprovar el segon **IPCEI (Projecte Important d'Interès Comú Europeu)** en l'àmbit de la **microelectrònica i les tecnologies de les comunicacions** en què els 14 estats membres participants (entre els quals Espanya) aportaran fins a **8.100 milions d'euros** en concepte de finançament públic per a què 56 empreses emprenguin 68 projectes.

El pilar I de la Llei de xips europeus estableix la **Iniciativa Xips per a Europa** per donar suport a la creació de capacitat tecnològica i la innovació.

● La Iniciativa Xips per a Europa té cinc objectius operatius

**1 Creació d'una plataforma de disseny**  
La plataforma de disseny serà un entorn virtual basat en núvol accessible a tota la UE, que fomentarà la cooperació i reforçarà la capacitat de disseny de xips.

**4 Establiment de centres de competència**  
Els centres de competència proporcionaran coneixements tècnics i suport a les parts interessades dels semiconductors, millorant les capacitats de disseny i el desenvolupament del talent.

**2 La millora de les línies pilot**  
Les línies pilot facilitaran el desenvolupament de processos, l'experimentació i la producció a petita escala, centrant-se en àrees estratègiques com la tecnologia de processos GAA sub-2nm, tecnologia FD-SOI per a 10nm i la integració heterogènia.

**5 Creació d'un Fons de Xips**  
El Fons de Xips té com a objectiu facilitar l'accés a finançament i oportunitats d'inversió per a les pimes de la cadena de valor dels semiconductors, a través del Fons InvestEU i el Consell Europeu d'Innovació.

**3 El desenvolupament de xips quàntics**  
La iniciativa abordarà les necessitats de desenvolupament de xips quàntics, donant suport a biblioteques de disseny, línies pilot, sales blanques, *foundries* i instal·lacions de proves.





## Iniciativa a l'Estat espanyol: PERTE de semiconductors

El govern espanyol va aprovar, el 24 de maig del 2022, un **PERTE de semiconductors** amb una inversió pública prevista de **12.250 milions d'euros**

PERTE Chip  
microelectrónica y  
semiconductores



Plan de Recuperación,  
Transformación y Resiliencia

Es tracta del PERTE amb una major inversió pública.

Objectiu: potenciar i atraure inversions al voltant de la indústria dels semiconductors i les indústries relacionades, que seran clau per assolir l'autonomia estratègica i progressar en els àmbits industrial i tecnològic.

Context: els xips semiconductors són un element bàsic en el procés productiu de tots els sectors tecnològics i en un context de transformació digital de l'economia, adquireixen una importància estratègica.

Altres PERTEs aprovats pel Govern: vehicle elèctric, salut d'avantguarda, energies renovables, hidrogen i emmagatzematge, agroindústria, llengua, economia circular, sector naval, aeroespacial, digitalització del cicle de l'aigua, economia social i cures, i descarbonització industrial.



# Estructura del PERTE de semiconductors



Desenvolupar les capacitats de disseny i de producció de la indústria de la microelectrònica i els semiconductors a l'Estat espanyol.



12.250 M€

Inversió pública



Fins al 2027

## 4 eixos



Capacitat científica

1.165 M€

Enfortir l'R+D+I sobre microprocessadors d'avantguarda



Estratègia de disseny

1.330 M€

Potenciar el disseny de microprocessadors



Plantes de fabricació

9.350 M€

Dotar de la capacitat de producció de semiconductors



Indústria TIC

400 M€

Crear un fons de capital centrat en xips

## 7 principis

1. Vocació a llarg termini



2. Priorització



3. Avanç per etapes



4. Lideratge tècnic



5. Col·laboració publicoprivada







6. Caràcter integrat



7. Alineament de la Llei Europea de Xips



Eix I: Reforç de la capacitat científica 		1.165 M€
• Actuació 1: Desenvolupament d'R+D+I sobre microprocessadors d'avantguarda i d'arquitectures alternatives		475 M€
• Actuació 2: Desenvolupament d'R+D+I en fotònica integrada		150 M€
• Actuació 3: Desenvolupament d'R+D+I en desenvolupament de xips quàntics		40 M€
• Actuació 4: Línia de finançament a l'IPCEI de Microelectrònica i Tecnologies de la Comunicació (IPCEI EM-TC)		500 M€
Eix II. Estratègia de disseny 		1.330 M€
• Actuació 5: Creació d'empreses <i>fabless</i> de disseny de microprocessadors d'avantguarda i d'arquitectures alternatives		950 M€
• Actuació 6: Creació de línies de pilots de proves		300 M€
• Actuació 7: Creació d'una xarxa d'educació, formació i capacitació en matèria de semiconductors		80 M€
Eix III. Construcció de plantes de fabricació a Espanya 		9.350 M€
• Actuació 8: Disposar de capacitat de fabricació per sota dels 5 nm		7.250 M€
• Actuació 9: Disposar de capacitat de fabricació per sobre dels 5 nm		2.100 M€
Eix IV. Dinamització de la indústria de fabricació TIC espanyola 		400 M€
• Actuació 10: Esquema d'incentius a la indústria manufacturera TIC		200 M€
• Actuació 11: Creació d'un fons de xips		200 M€

## 6. Tendències tecnològiques i oportunitats i reptes

## 1 Xips fotònics

Ús de la llum per a aplicacions tradicionalment abordades per l'electrònica

## 2 Xips quàntics

Desenvolupament de tecnologies per a la construcció de processadors quàntics

## 3 RISC-V

Model obert que permet a qualsevol dissenyar i fabricar xips

## 4 Xips d'inferència

Processament de les dades al xip on es generen i sense necessitat de connexió al núvol

## 5 Memòria integrada

Dispositius d'emmagatzematge d'informació binària amb demanda creixent

## 6 DRAM avançada

Millores en la memòria, la velocitat i el processament, i reducció en el consum d'energia

## 7 Nitru de gal·li - silici

Nova combinació de materials prometedora per a noves aplicacions de semiconductors

## 8 Xips d'IA

Creixent necessitat de semiconductors d'alt rendiment pel desplegament massiu de la IA

## 9 Assemblatge avançat

Nous models amb diferents tipus de tecnologies i semiconductors per optimitzar el rendiment

## 10 Substrats flexibles i sostenibles

Components i dispositius electrònics fets de materials orgànics i flexibles com ara polímers conductors o semiconductors orgànics

## 1 Xips fotònics

Ús de la llum per a aplicacions tradicionalment abordades per l'electrònica

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles



Els **xips fotònics** són dispositius semiconductors que utilitzen fotons per transmetre i processar informació. A diferència dels xips electrònics tradicionals que utilitzen electrons per a la transmissió de dades, aquests xips utilitzen ones de llum, donant lloc a taxes de transferència de dades més ràpides i eficients.

- Els xips fotònics es poden integrar en diverses aplicacions com ara telecomunicacions, centres de dades, assistència sanitària i dispositius de detecció.
- El futur del mercat dels xips fotònics sembla prometedori a mesura que la demanda de transmissió de dades d'alta velocitat continua augmentant. L'adopció creixent de la tecnologia 5G, les aplicacions intensives en dades, com ara la intel·ligència artificial i la computació en núvol, i la necessitat de xarxes de comunicació més ràpides i fiables estan impulsant el creixement d'aquest mercat.
- A més, els xips fotònics tenen el potencial de superar les limitacions dels xips electrònics en termes de consum d'energia i generació de calor. Això els converteix en una solució atractiva per al desenvolupament de sistemes informàtics més eficients i sostenibles.



- La fotònica integrada és l'ús de la llum per a aplicacions tradicionalment abordades per l'electrònica.
- Es pot utilitzar en una àmplia gamma d'àrees, com ara telecomunicacions com xarxes 5G, biosensors per accelerar el diagnòstic mèdic i en automoció on s'utilitza en LiDAR.
- La fotònica integrada s'ha desenvolupat al llarg de les dècades a un ritme considerablement més lent que l'electrònica integrada, tant en densitat d'integració com en nombre total de dispositius en un xip. No obstant això, el progrés de la tecnologia dels materials compostos com GaAs, sistemes InP, etc., ferroelèctrics (LiNbO3), silici i sílice, polímers i òptica metàl·lica i, la nanotecnologia, han fet que la fotònica integrada es desenvolupi en un nombre creixent d'aplicacions.

Font: L. Thylén, L. Wosinski. "Integrated photonic in the 21st century". Photon. Res Vol 2, N.2  
J. Miley, "An Introduction to Integrated Photonics", Photon Delta. Nov. 2020; ICFO, IMEC; Techno  
monitor; IBE Electronics; ACCIÓ, "Informe tecnològic Fotònica a Catalunya" 2022



Xips fotònics

## 2 Xips quàntics

Desenvolupament de tecnologies per a la construcció de processadors quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

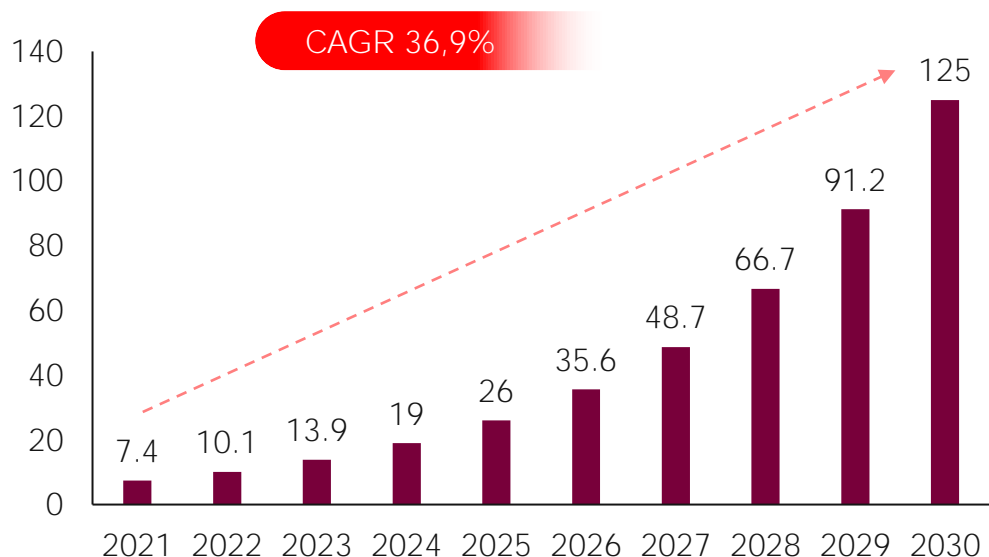
Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles

## Xips quàntics

Un processador clàssic utilitza bits per realitzar les seves operacions. Un ordinador quàntic utilitza qubits per executar algorismes quàntics multidimensionals. Gràcies a les propietats quàntiques, superposició i entrellaçament, un qbit pot presentar diferents estats simultàniament. En una computadora quàntica, la informació s'emmagatzema en els **qubits** i en la relació entre ells.

Mercat Potencial de computació quàntica  
en milers de milions de dòlars, 2021-2030



### Àsia-Pacífic

Es consolida com a regió líder en patents i desenvolupament acadèmic

#### Empreses destacades



### Amèrica del Nord

Capdavantera en comercialització de computadors quàntics i inversions en start-ups

#### Empreses destacades



### Europa

Programes d'inversió pública

#### Empreses destacades



Font: informe tecnològic Tecnologies Quàntiques, 2024, ACCIÓ

Fem avui l'**empresa** del demà

## Patents en xips quàntics i aplicacions

La computació quàntica promet avenços importants en diverses àrees tècniques, com ara arquitectures de TI segures, metrologia, dispositius de detecció, així com desenvolupament de fàrmacs i enginyeria de materials.

S'estan desenvolupant diferents tecnologies per a la construcció de processadors quàntics, entre d'altres es poden destacar:

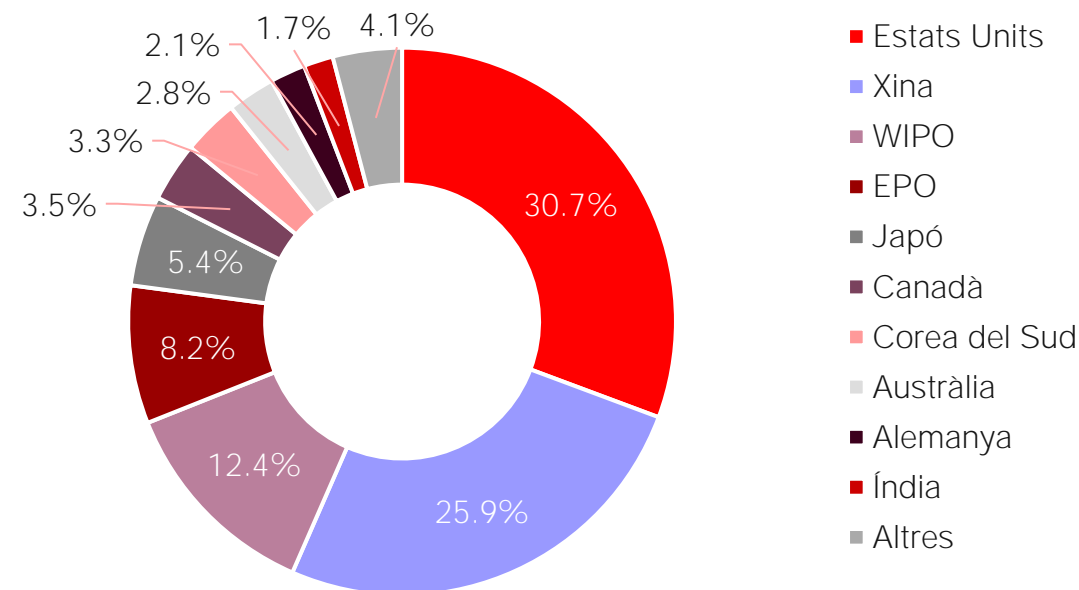
**Superconductors:** els circuits elèctrics dels ordinadors quàntics de superconductors utilitzen materials com l'alumini per evitar que hi hagi resistència. La temperatura d'aquests circuits és extremadament baixa, al voltant dels  $-272^{\circ}\text{C}$ . Per refredar els circuits es fa servir heli líquid.

**Trampa d'ions:** aquesta tecnologia consisteix a atrapar ions utilitzant camps elèctrics, magnètics, o una combinació de totes dues perquè funcionin com a qubits. Per tal d'aïllar els qubits de l'ambient i reduir el soroll ambiental de manera que no interaccionin amb res, s'introdueixen en una cambra d'ultra alt buit.

**Quantum dots:** es poden fer servir per confinar electrons individuals. Aquests electrons són usats com a qubits, i per manipular-los i excitar-los, es pot utilitzar llum polaritzada o bé camps elèctrics o magnètics.

Font: Elaboració pròpia a partir de EPO, WIPO, Patenscope, IBM Quantum, Google AI.; Intel, Informe tecnològic Ciències Quàntiques a Catalunya. ACCIÓ

Patents de computació quàntica publicades per jurisdicció



Principals empreses sol·licitants



Xips fotònics

Xips quàntics

## 3 RISC-V

Model obert que permet a qualsevol dissenyar i fabricar xips

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles

La **RISC-V** (Reduced Instruction Set Computer Processors) és una arquitectura de conjunt d'instruccions (ISA) de codi obert. Es basa en un model obert que permet a qualsevol dissenyar i fabricar xips basats en ella.

## Característiques

- Estandard obert
- Conjunt d'instruccions reduït
- Disseny modular i personalitzable, permet l'adaptació de l'arquitectura i la microarquitectura, facilitant el disseny de microprocessadors específics per a l'aplicació
- Escalabilitat, permet l'optimització per a diferents aplicacions
- Llibertat i propietat, l'usuari de RISC-V ha de pagar una tarifa única de llicència al desenvolupador, però utilitzant el model ARM es requereix el pagament per cada xip produït
- Diversitat de nuclis RISC-V disponibles per a diferents aplicacions i nivells de rendiment
- Desenvolupament en creixement, l'arquitectura RISC-V es troba en desenvolupament i evolució constant, amb noves extensions i creant un entorn ric de maquinari i programari

Totes les mides de processadors, tipus d'implementació (FPGA/ASIC/SoC), i llenguatges de programació són compatibles amb la RISC-V



## Nivell d'aplicació de la RISC-V en diferents segments

CPU/MCU/APU	Alt
PC, servidors	Baix
Electrònica automòbil	Mitjà
Electrònica aeroespacial	Mitjà
Electrònica industrial	Mitjà
Telèfon mòbil, ràdio	Mitjà
TV, radars, satèl·lits	Baix
Routers, WAN, interruptors	Baix
Impressores, monitors, UPS	Baix
Àudio, vídeo, jocs	Baix
Equip mèdic	Baix

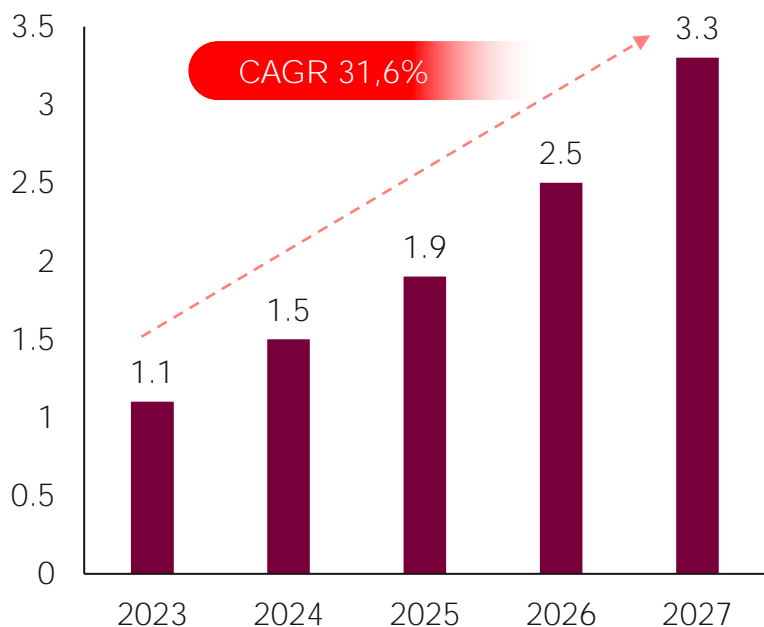
Fonts: Frost&Sullivan, Qualcomm i Codasip

Fem avui l'**empresa** del demà

# Dades globals i perspectives de la RISC-V, per regions

## Volum de negoci del mercat de xips RISC-V

en milers de milions de dòlars, 2023-2027



### Àsia-Pacífic



Enmig de la guerra comercial entre els Estats Units i la Xina, els fabricants xinesos temen perdre l'accés a les arquitectures x86 i ARM. Per contrarestar-ho, el govern xinès va formar un consorci amb Alibaba, Tencent i instituts de recerca per desenvolupar xips RISC-V.

El programa Digital India RISC-V Microprocessor (DIR-V) de l'Índia, iniciat l'abril de 2022, té com a objectiu aconseguir l'autosuficiència en el desenvolupament de microprocessadors.

#### Empreses destacades



### Amèrica del Nord



Els Estats Units ofereixen un ecosistema de suport per a empreses establertes i startups de la indústria dels semiconductors, estimulant la innovació en els processadors RISC-V. Atès que els xips dels vehicles solen ser menys potents, les primeres aplicacions de RISC-V se centren principalment en el sector de l'automòbil. Els Estats Units són el segon fabricant i consumidor d'automòbils del món, impulsant la importància de RISC-V a la regió.

#### Empreses destacades



### Europa



Europa està desenvolupant un xip RISC-V nadiu per reduir la seva dependència d'arquitectures exclusives x86 i ARM.

L'European Chips Act de la Comissió Europea fa nombroses referències a RISC-V, per millorar la seva infraestructura informàtica.

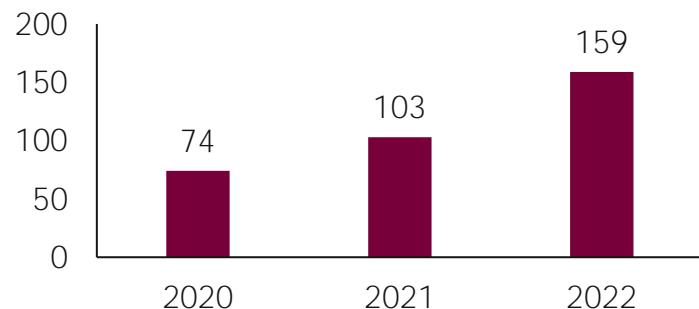
#### Empreses destacades



Font: elaboració pròpia a partir de Frost & Sullivan

## Patents en RISC-V i aplicacions

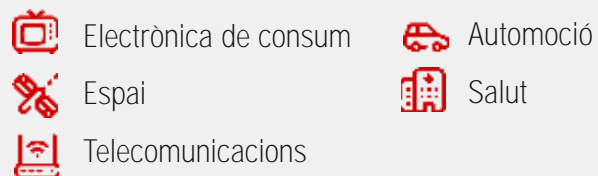
### Nombre de patents publicades 2020-2022



A causa de l'ISA obert, la indústria dels processadors de RISC-V ha registrat un nombre limitat de patents en comparació amb les arquitectures x86 i ARM de la competència.

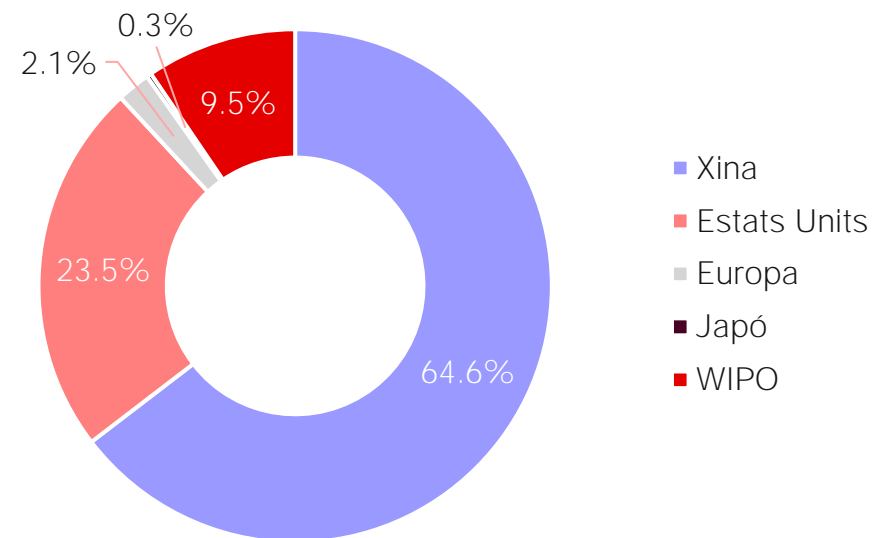
La RISC-V permet als dissenyadors de xips desenvolupar microprocessadors innovadors i personalitzats per arribar al mercat més ràpidament.

### Sectors on impactarà la RISC-V



El **dissenyadors de maquinari i programari** independents poden accedir als nuclis RISC-V obrint el camí per una nova onada de disseny de xips. Això obrirà noves aplicacions alhora que constituirà una alternativa per a les aplicacions en **IoT i IA**.

### Sol·licituds de patents de processadors RISC-V per jurisdicció



### Principals empreses sol·licitants



Font: elaboració pròpia a partir de Frost & Sullivan

Fem avui l'**empresa** del demà



Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

## 4 Xips d'inferència

Processament de les dades al xip on es generen i sense necessitat de connexió al núvol

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

Assemblatge avançat

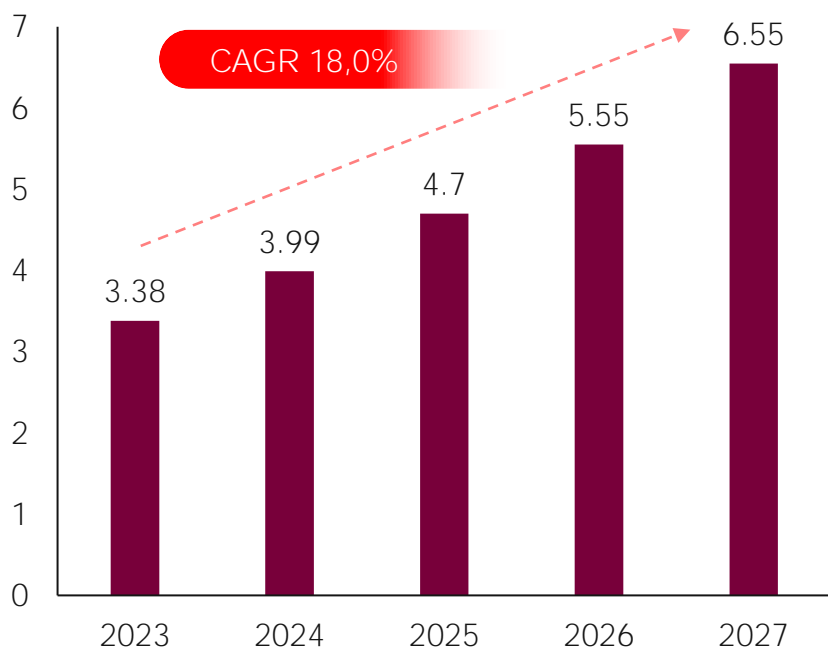
Substrats flexibles i sostenibles

# Xips d'inferència (Edge Inference Chips)

Amb la transició de la IA a l'edge (processament de les dades on es generen i sens connexió al núvol), els xips d'inferència a l'edge estan guanyant importància. Aquest xips ofereixen més flexibilitat, redueixen la latència de processament, i disminueixen la transferència de dades entre el dispositiu el núvol.

## Mercat potencial dels xips d'inferència

en milers de milions de dòlars, 2023-2027



Font: elaboració pròpia a partir de Frost & Sullivan

### Àsia-Pacífic

Amb la introducció del 5G i el creixent nombre de dispositius IoT es preveu que Àsia-Pacífic tingui una taxa de creixement alta per a aquest tipus de xips. Es preveu que el mercat de la IA s'expandirà gràcies a les polítiques governamentals. La Xina, l'Índia i Corea del Sud seran els principals actors.

#### Empreses destacades



### Amèrica del Nord

La regió té una participació important en el mercat mundial de xips per a IA atesa la forta presència d'empreses tecnològiques i grans inversions en IA. Els Estats Units és un mercat important pel xips d'inferència per l'alta demanda de telèfons, electrodomèstics intel·ligents, dispositius IoT o aparells electrònics, entre d'altres.

#### Empreses destacades



### Europa

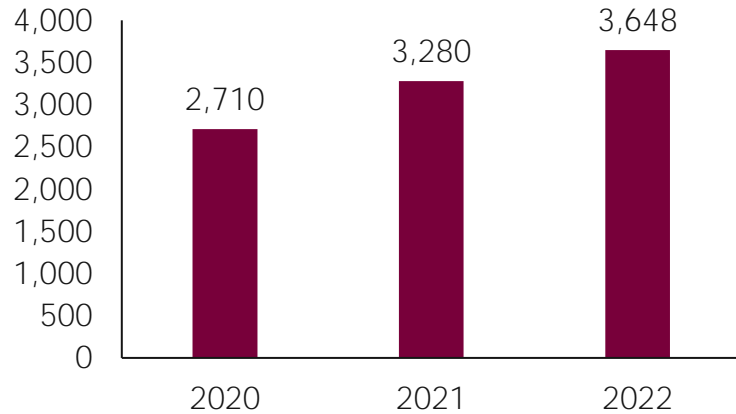
L'automoció és una indústria crítica per a Europa. Les aplicacions com la gestió intel·ligent dels trànsit, la seguretat dels vehicles, el manteniment predictiu i els vehicles autònoms requereixen xips d'inferència a l'edge. Alemanya, el Regne Unit i França dominen aquest mercat en aquesta regió.

#### Empreses destacades



# Patents en xips d'inferència i aplicacions

## Patents de xips d'inferència 2020 - 2022



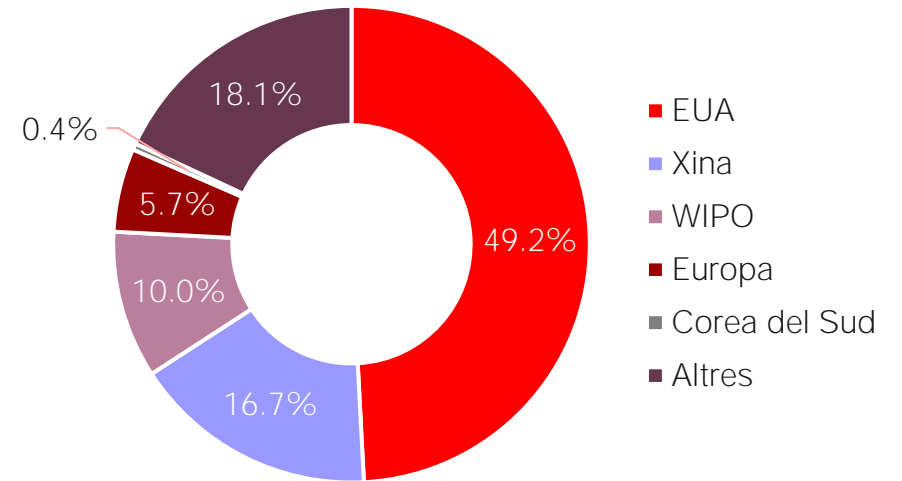
Principals àmbits: aprenentatge automàtic, detecció automàtiques de lesions, segmentació i identificació, jocs de realitat mixta, anàlisi de dades de vehicles, connectivitat de la darrera milla connectada a la xarxa, comunicació de vehicles autònoms.

## Sectors on impactaran els xips d'inferència

- Sistemes mediambientals
- Indústria 4.0
- Banca i finances
- Automoció i logística
- Esports i videojocs
- Salut

La funció principal dels xips d'inferència d'IA és convertir dades basades en sensors i d'altres dades no estructurades en informació fent servir algorismes d'IA.

## Sol·licituds de patents de xips d'inferència, per jurisdicció



## Principals empreses sol·licitants



Font: Frost & Sullivan

Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

## 5 Memòria integrada

DRAM avançada

Dispositius d'emmagatzematge d'informació binària amb demanda creixent

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles

## Memòria integrada (Embedded Memory)

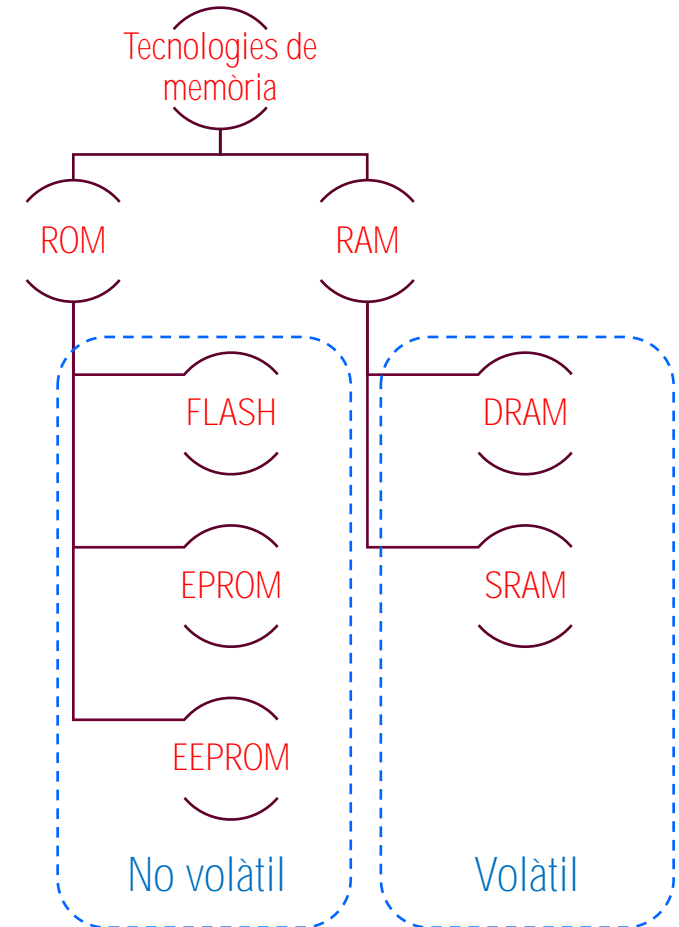
La memòria integrada són dispositius d'emmagatzematge d'informació binària, programes i dades que proporcionen aquesta informació a la MPU/MCU quan la necessita. Aquests dispositius es poden integrar en el mateix xip, com és el cas d'un microcontrolador, o poden ser dispositius separats i connectats per una interfície o *buses*. També emmagatzema dades intermèdies generades durant l'execució de programes.

La creixent demanda de productes lògics, analògics, microprocessadors, unitats de microcontroladors, sensors i processadors de senyal obre oportunitats per a les tecnologies de memòria integrada.



### Avantatges

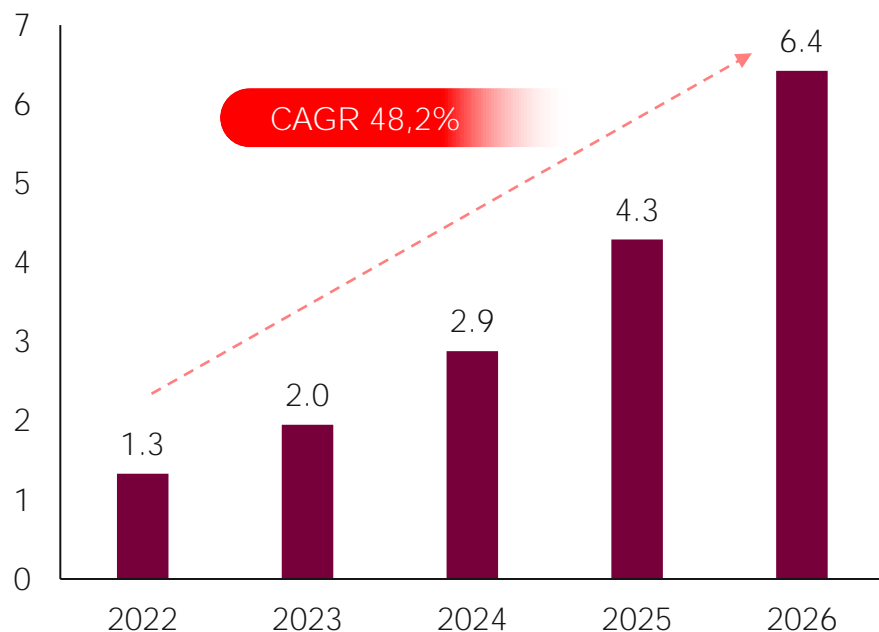
1. Ús eficient de la memòria
2. Integració en el mateix xip que la MPU/MCU, que permet accés més ràpid i menys consum d'energia
3. CPU reconfigurable si matriu lògica programable, que es pot personalitzar
4. Rendible
5. Dissenyada per a ser energèticament eficient
6. Fiable, baixa taxa de falles i vida útil llarga
7. Seguretat, pot dissenyar-se per protegir l'accés no autoritzat o la corrupció de dades
8. Escalabilitat, pot permetre agregar més memòria si és necessari
9. No volàtil, les dades es poden conservar fins i tot quan es talla el corrent
10. Fàcil recuperació de la configuració de fàbrica



# Dades globals i prospectiva de la memòria integrada, per regions

La demanda d'emmagatzematge d'alta resistència amb cicles de vida llargs impulsa el mercat. Les tecnologies de memòria incrustades evolucionen gràcies als avenços en la fabricació i assemblatge de semiconductors.

Mercat potencial de la memòria integrada en milers de milions de dòlars, 2022-2026



## Àsia-Pacífic

La Xina té com a objectiu aconseguir l'autosuficiència dels semiconductors per atendre el seu mercat nacional. **Empreses japoneses** i **sud-coreanes** estan desenvolupant solucions MRAM i CBRAM.

### Empreses destacades



## Amèrica del Nord

Tindrà una quota de mercat important de memòria integrada; els **Estats Units** seran el focus d'un ecosistema de dispositius intel·ligents que agilitzin el desplegament de la tecnologia. Sectors com l'automoció i la sanitat contribuiran al creixement del mercat nord-americà.

### Empreses destacades



## Europa

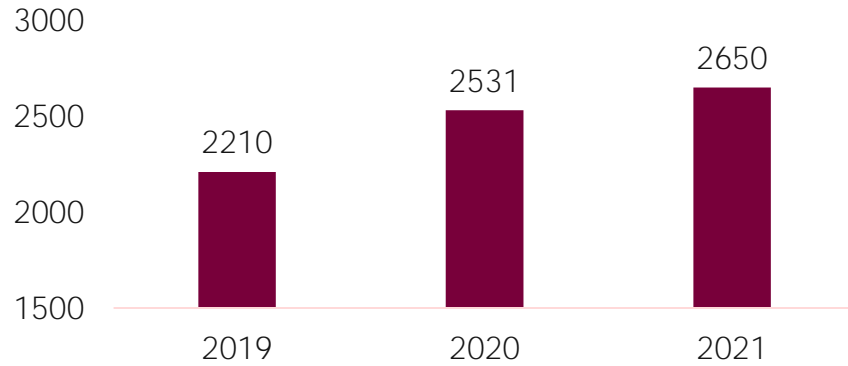
Europa és un dels centres d'innovació en memòria integrada. L'adopció de solucions intel·ligents com la IA, l'IoT o el 5G impulsen la demanda de memòria integrada.

### Empreses destacades



# Patents en memòria integrada i aplicacions

● Nombre de patents publicades de memòria integrada 2019-2021

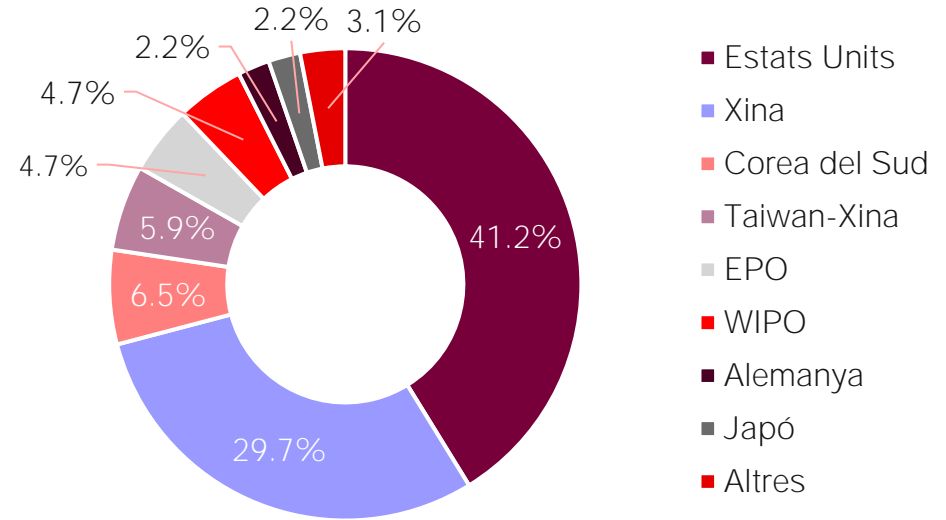


Principals àmbits: MRAM; Fabricació i empaquetat; detecció d'atacs magnètics; FeRam; Materials semiconductors; Circuits integrats amb ReRAM; PCM estructura

● Principals empreses sol·licitants



● Sol·licituds de patents de memòria integrada per jurisdicció



● Sectors on impactarà la memòria integrada



Els avenços en IA, el desplegament del 5G, la implantació de l'loT i la demanda global de vehicles elèctrics són factors que ajuden al desenvolupament de la memòria integrada.

Font: Frost & Sullivan

Fem avui l'empresa del demà



Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

## 6 DRAM avançada

Millores en la memòria, la velocitat i el processament, i reducció en el consum d'energia

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

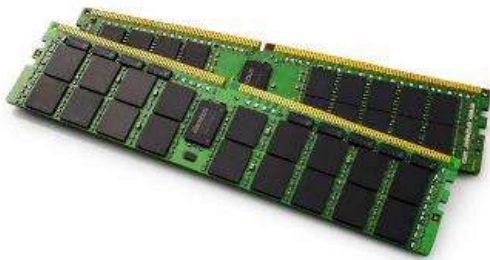
Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles

## DRAM avançada (I)

La **memòria dinàmica d'accés aleatori (DRAM)** és un semiconductor clau utilitzat en una àmplia gamma de dispositius informàtics, com portàtils, ordinadors personals i telèfons intel·ligents. Els avenços en DRAM inclouen memòria de gran amplada de banda (HBM), DRAM 3D, DRAM gràfica, DRAM de baix consum i DRAM pseudoestàtica.

- Els avanços de la DRAM augmenten la capacitat de memòria, la velocitat d'accés a les dades, les capacitats de processament i redueixen el consum d'energia.
- Les tecnologies DRAM avançades responen a la creixent demanda creada per la IA, l'aprenentatge automàtic (ML), la informàtica d'alt rendiment, els sistemes avançats d'assistència al conductor (ADAS) en automoció, els videojocs i la computació en el núvol. Els principals fabricants de memòria, com Micron Technology i Samsung, estan a l'avantguarda de l'evolució de la DRAM.

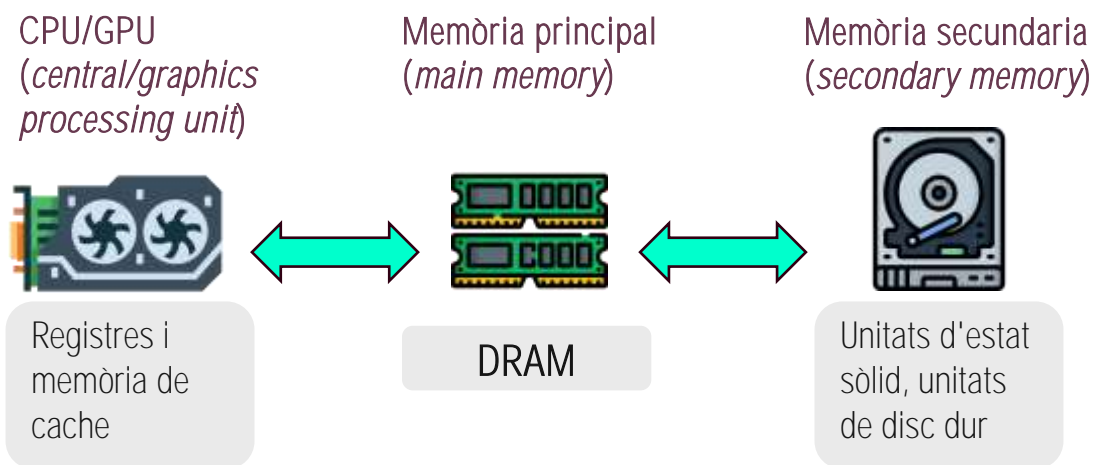


- Entre 2021 i 2022 la DRAM va rebre un finançament de 15.000 milions de dòlars a nivell global, impulsada per la inversió pública i les principals empreses de semiconductors de memòria.
- Les tecnologies de memòria DRAM evolucionen constantment amb els avanços en la fabricació i assemblatge de semiconductors.
- Factors que impacten negativament en el creixement de la DRAM: recessió mundial, empitjorament de la crisi energètica i intensificació del conflicte entre la Xina i Taiwan-Xina.

## DRAM avançada (II)

La DRAM té una arquitectura bàsica formada per un condensador i un transistor. El transistor carrega o descarrega el condensador a través de la línia de paraules i la línia de bits per a emmagatzemar un "1" i un "0" lògics, respectivament. La DRAM es sol integrar en ordinadors o portàtils a través d'un mòdul de memòria dual en línia (DIMM), una placa de circuit imprès (PCB) incrustada amb un nombre significatiu de xips DRAM.

### La DRAM dins la jerarquia de la memòria



Les característiques de la DRAM, com una major velocitat de transferència, li permeten actuar com a pont entre processadors com a CPU o GPU i tecnologies d'emmagatzematge permanent de dades que són considerablement més lentes que la DRAM per a processar càrregues de treball intensives en dades relacionades amb la IA.

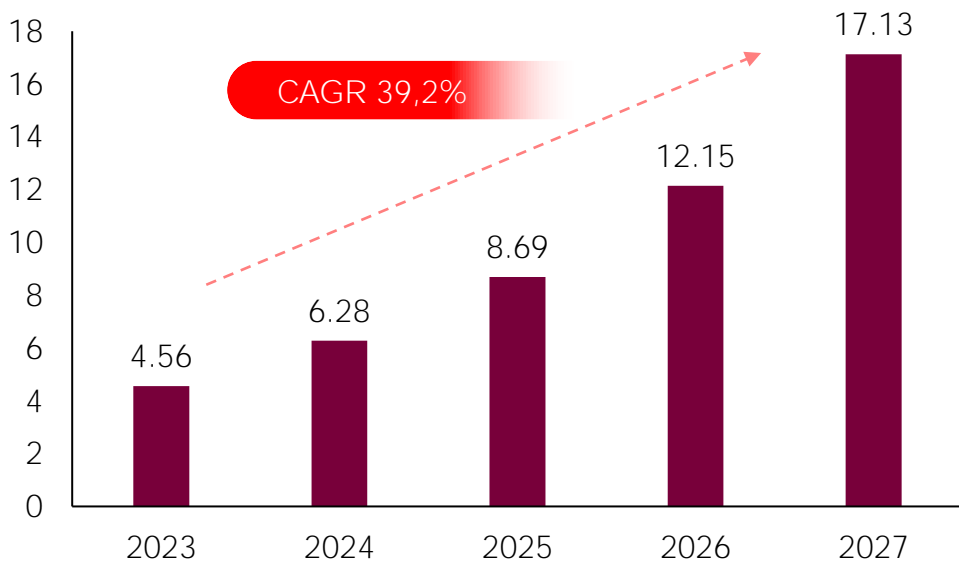
### Tendències en el desenvolupament de la DRAM

- El xip DRAM més utilitzat és el de doble velocitat de dades (DDR). La DDR és una DRAM síncrona en la qual la transferència de dades se sincronitza amb el moviment d'un senyal de rellotge. La transferència de dades es produeix durant els flancs ascendent i descendent del senyal de rellotge.
- La majoria de fabricants de portàtils i ordinadors estan adoptant la DDR5, una versió millorada del DDR amb una velocitat de processament de dades el doble de ràpid que els xips actuals.
- **Creixement de l'anomenada DRAM de baixa potència (low-power DRAM)**, LPDDR, que ofereix una major potència i velocitat de transferència de dades clau per a dispositius de videojoc, processament d'IA o processament de vídeo.
- **Creixement de l'HBM**: HBM és un enfocament totalment nou de l'apilament tridimensional de cel·les DRAM connectades a través de vies de silici (TSV). Permeten una major amplada de banda, un baix factor de forma i un baix consum d'energia. Seran ideals per a aplicacions informàtiques d'alt rendiment.

# Dades globals i prospectiva de la DRAM avançada, per regions

S'espera que el mercat mundial de la memòria dinàmica d'accés aleatori (DRAM) assoleixi un valor de mercat de més de 17.000 milions de dòlars el 2027. La ràpida proliferació de dispositius electrònics integrats amb capacitats de IA i ML impulsa el creixement de les solucions DRAM avançades.

Facturació de la DRAM avançada  
en milers de milions de dòlars, 2023-2027



Les necessitats de DRAM de gran amplada de banda augmenten gràcies a la creixent demanda de processament d'alta velocitat en els sistemes informàtics d'alt rendiment. L'assemblatge en 3D de la DRAM és el principal objectiu dels fabricants ja que millorarà l'amplada de banda i reduirà el consum d'energia.



## Àsia-Pacífic

Àsia és el centre de fabricació de xips DRAM. Corea del Sud, Japó, Xina i Taiwan-Xina destaquen en el desenvolupament d'aquesta tecnologia. Demanda de DRAM cada cop major arrel de major afició als videojocs, i major adopció de la IA i el 5G.

### Empreses destacades



## Amèrica del Nord

Dispositius intel·ligents i de 5G fan créixer la demanda de xips DRAM avançats al Canadà i als EUA. Augment de centres de dades intensives en IA que es beneficiaran de la DRAM.

### Empreses destacades



## Europa

Forta adopció de solucions DRAM a mesura que creixen els centres de dades a la regió (Frankfurt, Londres, Amsterdam i Paris). Automatització industrial, 5G i avenços en l'automoció faran augmentar l'adopció de la DRAM significativament.

### Empreses destacades



Font: elaboració pròpia a partir de Frost & Sullivan

Fem avui l'empresa del demà

# Patents de la DRAM avançada i aplicacions

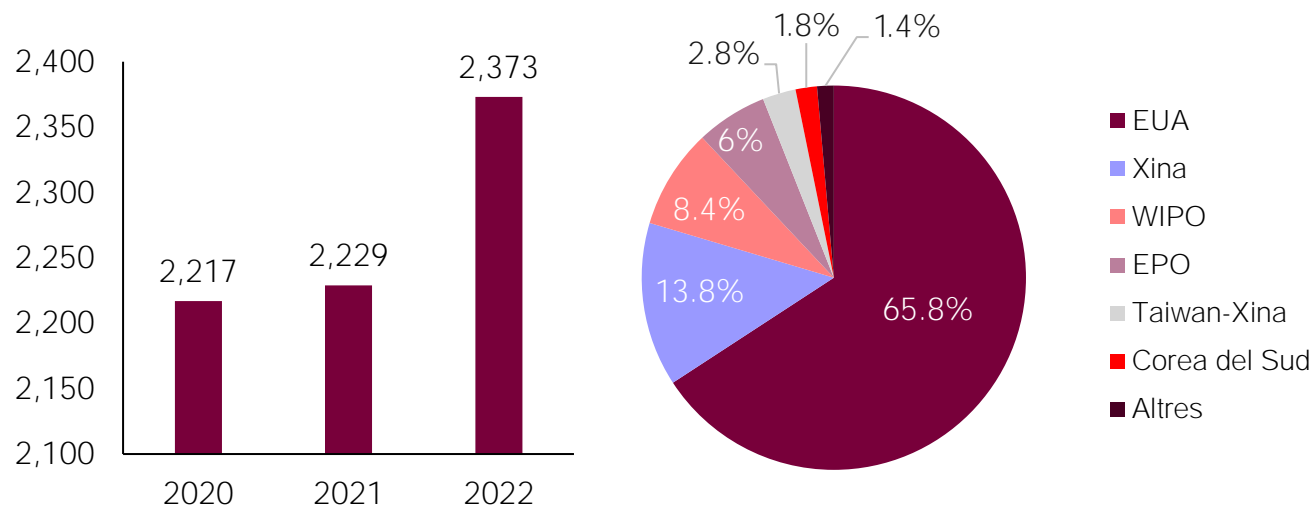
Entre el 2020 i el 2022 es van publicar 6.819 patents de DRAM avançada al món. Destaca el paper d'Estats Units com a jurisdicció amb el 65,8% de les sol·licituds de patents de DRAM avançada a nivell global. La DRAM té una impacte significatiu en el desenvolupament de sectors tan diversos com les TIC, l'electrònica de consum, l'automoció, el comerç minorista o la banca.

## Sectors on impactarà de la DRAM

Electrònica de consum i videojocs	Automoció
TIC	Fabricació i envasament
Banca i finances	Sanitat
Comerç minorista	Seguretat i vigilància

Hi ha un creixement constant de les activitats de recerca, sobretot en la fabricació de xips DRAM, l'assemblatge i la integració amb altres equips electrònics com a processadors i memòries. La recerca s'alinea amb les demandes del mercat, com la integració de la DRAM amb arquitectures informàtiques emergents.

## Sol·licituds de patents de DRAM avançada per jurisdicció i nombre de patents publicades a nivell mundial



## Principals empreses sol·licitants



Font: elaboració pròpia a partir de Frost & Sullivan  
Fem avui l'empresa del demà

Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

## 7 Nitrur de gal·li – silici

Nova combinació de materials prometedora per a noves aplicacions de semiconductors

Xips d'IA

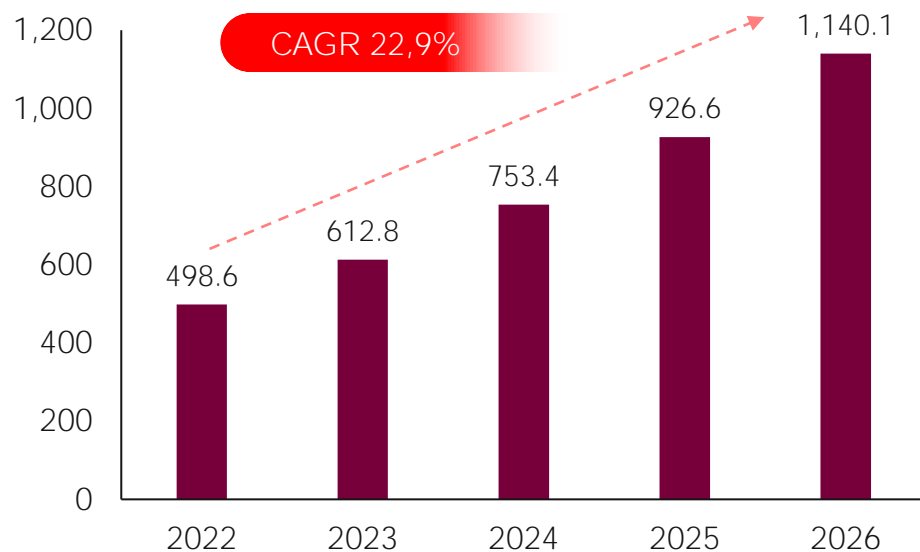
Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles

## Nitrur de Gal·li – Silici

El nitrur de gal·li (GaN) sobre silici (Si) és una tecnologia de semiconductors prometedora aplicable en radiofreqüència (RF), electrònica de potència, pantalles i il·luminació. La implementació del 5G juntament amb pantalles d'eficiència energètica i circuits d'alimentació augmentarà significativament l'ús de GaN - Si.

Mercat potencial de GaN - Si  
en milers de milions de dòlars, 2022-2026



### Àsia-Pacífic

Àsia es planteja com a centre de fabricació de dispositius GaN, amb la Xina liderant els esforços de producció de GaN en oblies de Si.

#### Empreses destacades



### Amèrica del Nord

Amèrica del Nord és un dels primers adoptants i líder tecnològic al mercat GaN on Si amb el suport dels organismes governamentals.

#### Empreses destacades



### Europa

Els líders tecnològics mundials, com Intel, Facebook i Google, han invertit en startups europees de microLED que utilitzen la tecnologia GaN - Si.

#### Empreses destacades

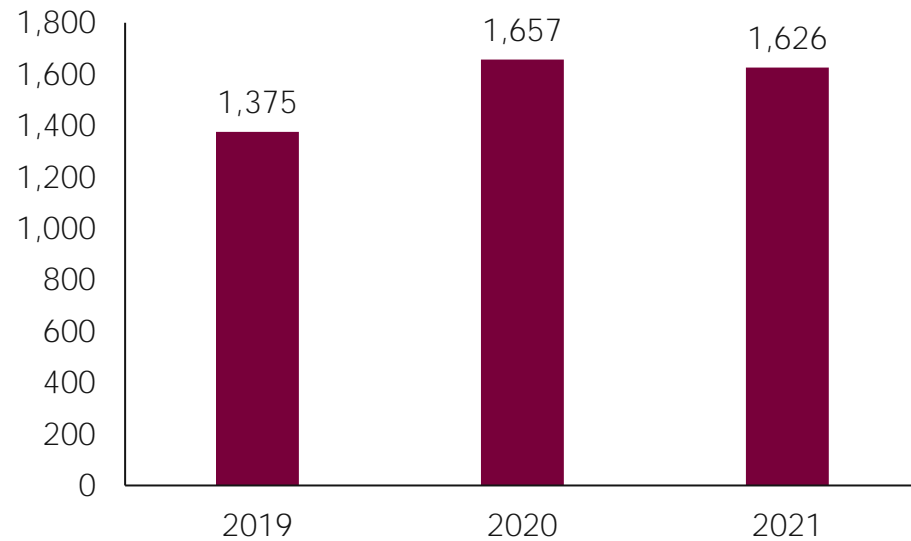




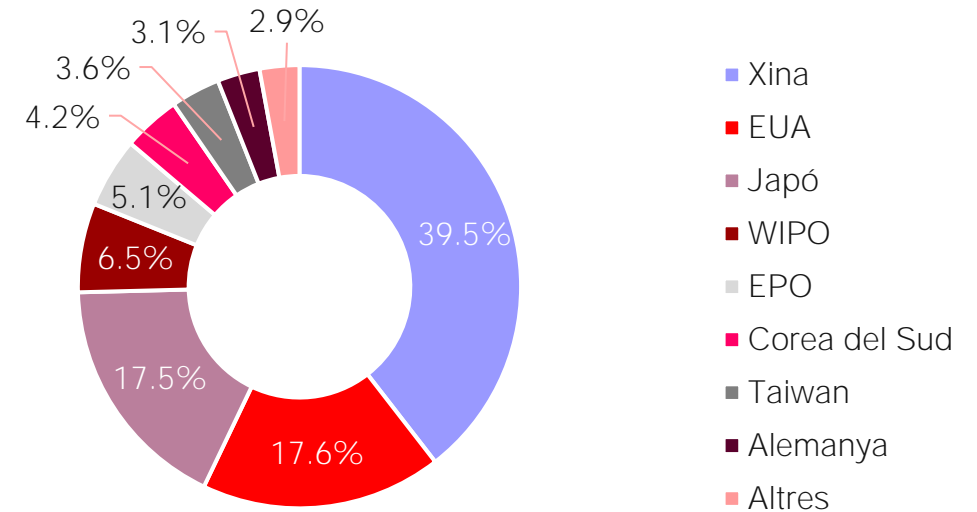
## Patents de GaN – Si i aplicacions

LA Xina i Estats Units lideren les publicacions de patents principalment degut a l'augment en l'adopció i la demanda de solucions per a pantalles de micro LED i electròniques d'alta potència (HPE).

● Nombre de patents publicades de GaN – Si 2019-2021



● Patents de GaN – Si publicades per jurisdicció



La tecnologia GaN on Si ofereix una alta eficiència energètica, el que el converteix en un reemplaçament ideal del Si en dispositius electrònics de potència, com ara inversors i unitats d'alimentació.

Les principals aplicacions són per a electrònica de consum, automoció, telecomunicacions, indústria 4.0, inversors de panells fotovoltaics, i sector de la salut.

● Principals empreses sol·licitants



Font: elaboració pròpia a partir de Frost & Sullivan  
Fem avui l'empresa del demà

## Tendències tecnològiques en semiconductors: xips d'IA

80

Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

8

**Xips d'IA**

Creixent necessitat de  
semiconductors d'alt rendiment pel  
desplegament massiu de la IA

Assemblatge avançat

Substrats flexibles i sostenibles

## Xips d'IA

A causa de les seves característiques úniques, els **xips d'IA** guanyen velocitat i eficiència incorporant un gran nombre de transistors cada cop més petits, que funcionen més ràpid i consumeixen menys energia que els transistors més grans. A diferència de les CPU, els xips d'IA estan optimitzats específicament per a tasques d'IA, millorant significativament la velocitat i l'eficiència dels càlculs d'algorismes predictibles i independents.

L'atractiu potencial de la IA impulsa a les empreses a innovar en el mercat dels semiconductors.



La importància de la intel·ligència artificial (IA) a l'**electrònica de consum** augmentarà a causa de tecnologies emergents com la connectivitat 5G, la RA/RV i els **sistemes autònoms**. Això obrirà noves vies d'innovació i col·laboració intersectorial per a les empreses de semiconductors.



### Factors que impulsen l'adopció dels xips d'IA al mercat dels semiconductors:

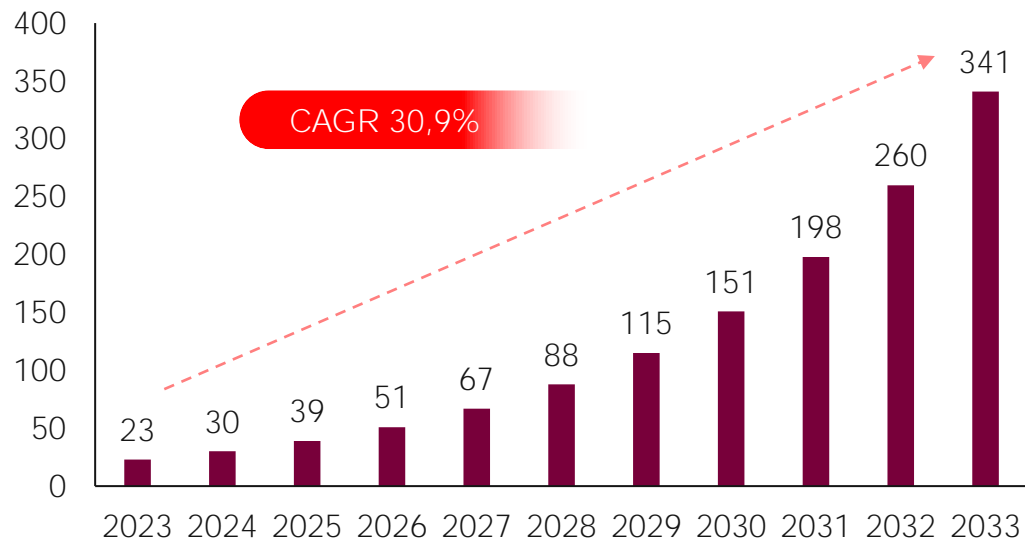
- Necessitat de xips per a un **processament eficient** a causa de l'arribada de l'aprenentatge profund, el processament del llenguatge natural i el reconeixement facial. El **maquinari adaptat** a la IA, com les GPU i els acceleradors d'IA.
- La **popularització de l'Edge Computing** exigeix el desenvolupament de xips d'IA de baix consum i alt rendiment per a dispositius perifèrics amb recursos limitats, com els *wearables* i els *gadgets* de l'IoT.
- La IA convergeix amb altres tecnologies
- **Inversió** en el desenvolupament de la IA per part de les empreses.
- Necessitat de solucions de maquinari eficients i dissenys optimitzats a causa del continu **augment del volum de dades** utilitzades i les **demandes personalitzades**.

## Dades globals i prospectiva dels xips d'IA, per regions

Els avenços en IA generativa i l'ús creixent d'una àmplia gamma d'aplicacions basades en IA en *data centers*, infraestructures d'avantguarda i dispositius finals requereixen el desplegament d'unitats de processament gràfic (GPU) d'alt rendiment i dispositius semiconductors optimitzats, fet que està impulsant la producció i el desplegament de xips d'IA.

### Facturació del mercat de xips semiconductors d'IA

en milers de milions de dòlars, 2023-2033



La facturació del mercat de semiconductors d'IA continuarà experimentant un creixement significatiu durant la pròxima dècada. Per al 2033, s'espera que la facturació per xips d'IA assolixi els 341 milers de milions de dòlars.

### Àsia-Pacífic



Lidera el mercat dels xips semiconductors d'IA. Els governs i les empreses han donat la màxima prioritat a les inversions en infraestructures d'IA, com ara centres de dades, instal·lacions de *cloud computing* i instituts de recerca d'IA.

Empreses destacades



### Amèrica del Nord



El mercat nord-americà ha experimentat un creixement significatiu. Diversos sectors, com la salut i l'automoció, estan adoptant la IA de manera estesa. Les empreses estan creant marcs de governança i abordant l'ètica de la IA.

Empreses destacades



### Europa



Europa és la regió que experimenta un major creixement del mercat de xips d'IA, atribuït a la ràpida adopció de la tecnologia d'IA als sectors de l'automoció i la salut.

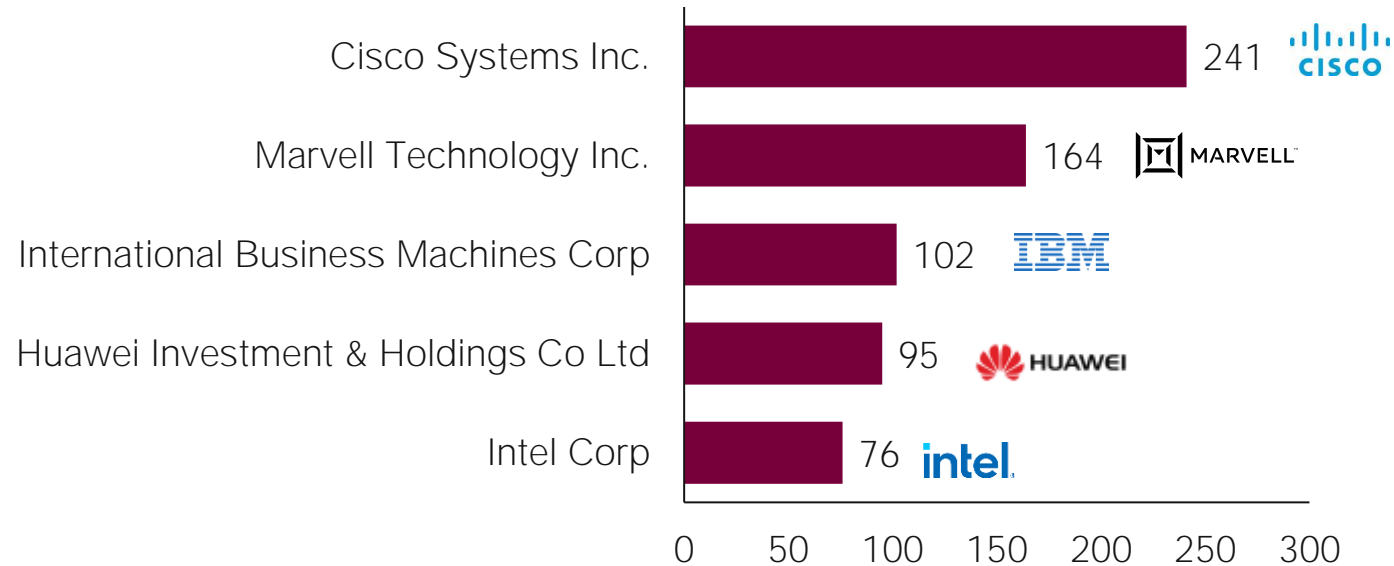
Empreses destacades



# Patents en xips d'IA

## Principals empreses amb patents en xips d'IA en els sectors tecnològic, de mitjans audiovisuals i telecomunicacions

Per nombre de patents, 2002-2022



Cisco Systems Inc. és líder en patents de xips d'IA publicades al sector global de tecnologia, mitjans i telecomunicacions, seguit de Marvell Technology Inc.. Les cinc principals empreses van tenir conjuntament 678 patents de xips d'IA durant el període destacat.

## Sectors principals on impactaran els xips d'IA

- Salut
- Automoció
- Electrònica de consum
- Productes informàtics
- Indústria 4.0

L'augment d'interès i l'ús de la IA generativa es tradueix en una major demanda de semiconductors, empenyent la indústria a innovar més ràpidament i produir xips més capaços i eficients.

Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

## 9 Assemblatge avançat

Nous models amb diferents tipus de tecnologies i semiconductors per optimitzar el rendiment

Substrats flexibles i sostenibles

A mesura que el procés de miniaturització dels xips comença a assolir els seus límits físics, els fabricants comencen a donar una importància decisiva a l'**assemblatge avançat** per seguir millorant el rendiment i respondre així a la creixent demanda computacional de tecnologies com la IA generativa.

Integrant o empaquetant més estretament diversos xips, ja siguin del mateix tipus o diferents, els fabricants poden augmentar la velocitat i l'eficiència i, alhora, esquivar els límits de la miniaturització donat que els semiconductors més punters mesuren ja 2 nanòmetres.

### Exemples d'assemblatges avançats

#### High bandwidth memory (HBM)

S'apilen xips de memòria DRAM i es connecten mitjançant cables que travessen petits orificis a cada capa. Útil quan es requereix una gran quantitat de memòria per emmagatzemar càlculs.

#### Chip-on-wafer-on-substrate (CoWoS)

Sis xips HBM s'integren amb una GPU, que s'assenten sobre una interfície de silici coneguda com a «intercalador», a través de la qual es comuniquen entre si.

#### Integrated Fan-Out (INFO)

S'integren més a prop els xips lògics i de memòria mitjançant una nova capa de redistribució d'alta densitat, que millora el rendiment alhora que elimina la necessitat d'una capa base més gruixuda. Tècnica emprada als telèfons intel·ligents.

#### Integració heterogènia

La integració heterogènia combina components fabricats per separat en un conjunt que millora les seves característiques i funcionalitats. Els components poden ser diferents en quant a la seva funció, tecnologies, tipus, etc. Permet que es pugui dur a terme una funció avançada, específica en un format més compacte.

La importància creixent de l'**assemblatge** avançat ofereix una nova oportunitat dins la cadena de valor dels semiconductors, i els principals fabricants de xips mundials ja estan invertint milers de milions de dòlars per ampliar i millorar les tècniques



*Samsung's \$40bn investment into chipmaking in Texas includes a plan to build an "advanced chip packaging" facility*



Xips fotònics

Xips quàntics

RISC-V

Xips d'inferència

Memòria integrada

DRAM avançada

Nitrur de gal·li - silici

Xips d'IA

Assemblatge avançat

## 10 Substrats flexibles i sostenibles

Components i dispositius electrònics fets de materials orgànics i flexibles com ara polímers conductors o semiconductors orgànics

L'electrònica flexible i orgànica es refereix a components i dispositius electrònics fets de materials orgànics, com ara polímers conductors i semiconductors orgànics, i que es poden fabricar sobre substrats flexibles com el plàstic, el paper o el teixit.

### Característiques

- **Flexibilitat:** es poden doblegar, cargolar i permeten dissenys ergonòmics
- **Lleugeresa:** són més lleugers que els substrats rígids
- **Baix cost:** la seva producció és més econòmica que l'electrònica tradicional
- **Processament a baixes temperatures:** pot simplificar el procés de fabricació
- **Transparència:** alguns substrats poden ser transparents

### Aplicacions

- **Pantalles flexibles:** *smartphones, tablets* i televisors plegables o enrotllables, oferint experiències visuals immersives
- **Electrònica portable:** integren dispositius electrònics en roba i accessoris, permetent la monitorització de la salut, el seguiment de l'estat físic i la interacció amb l'entorn de manera discreta i còmoda
- **Dispositius mèdics:** desenvolupament d'implants flexibles i dispositius biomèdics
- **Cel·les:** panells solars lleugers i portàtils que es poden integrar en diversos entorns, des d'edificis fins a vehicles solars
- **Sensors i electrònica flexible:** aplicacions a la indústria de l'automòbil, l'aeroespacial, la robòtica i altres àrees

### Reptes

- **Barreres tecnològiques:** es necessita més recerca per millorar l'estabilitat, la conductivitat i la vida útil
- **Processos de fabricació:** optimitzar els processos de producció per a què siguin més eficients i garantir la viabilitat comercial
- **Sostenibilitat:** garantir la sostenibilitat i les possibilitats de reciclatge d'aquests dispositius

L'electrònica sobre substrats flexibles i orgànics ofereix avantatges sobre els substrats rígids tradicionals i obre noves possibilitats per a solucions innovadores i versàtils.

Es preveu que la mida global del mercat de l'electrònica flexible creixi de **29.400 milions de dòlars** el 2024 a **70.970 milions de dòlars** el 2032, amb un creixement anual de l'11,6%

Font: Merck, LOPEC, Liu, K., Ouyang, B., Guo, X., Guo, Y., & Liu, Y. (2022). Advances in flexible organic field-effect transistors and their applications for flexible electronics. *Npj Flexible Electronics*, 6(1), 1-19, Fortune.

## Oportunitats

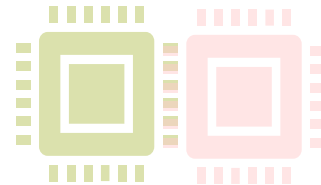
Contribució a la sobirania tecnològica

Clau per a la indústria 4.0 i per a l'automoció del futur

Impuls d'altres tecnologies, especialment la intel·ligència artificial

Nínxols de mercat d'alt valor afegit encara per cobrir

Cooperació amb altres territoris



## Reptes

Complexitat de la cadena de valor i concentració geogràfica de l'oferta

Altes barreres d'entrada per la necessitat d'innovació de frontera

Altes necessitats d'inversió, temps i capital humà

Augment del consum de recursos i desafiament per a la sostenibilitat

Riscos geopolítics associats

## Contribució a la sobirania tecnològica

Augmentar la contribució en la cadena de valor dels semiconductors fa que els territoris estiguin menys exposats a les disrupcions de la indústria, molt afectada en els darrers anys per les disputes geopolítiques i la volatilitat tant de l'oferta com de la demanda. Això reverteix positivament al conjunt dels sectors econòmics i tecnològics que depenen dels xips.

La quarta revolució industrial implica l'aplicació d'eines digitals en la cadena de valor industrial per transformar-ne les operacions i els models de negoci, i els semiconductors en són clau ja que són imprescindibles en totes les tecnologies. També ho són per dur a terme la transició cap a una mobilitat autònoma, elèctrica i connectada.

**Clau per a la indústria 4.0 i l'automoció del futur**

## Impuls d'altres tecnologies, especialment la intel·ligència artificial

La innovació constant en el camp dels semiconductors ha contribuït al creixement exponencial d'altres tecnologies en les darreres dècades. L'actual impuls de la intel·ligència artificial, especialment la generativa, no s'entendria sense la contribució de semiconductors cada vegada més sofisticats.

Mentre que les barreres d'entrada en la fabricació de semiconductors punters són molt altes, hi ha nínxols de mercat on també hi ha negoci per explotar. Són els casos del xip fotònic i quàntic, l'assemblatge avançat de xips o la recerca en nous materials i processos.

**Nínxols de mercat d'alt valor afegit encara per cobrir**

## Cooperació amb altres territoris

La complexitat de la cadena de valor dels semiconductors fa necessària la cooperació entre territoris, que contribueix a l'acceleració de la innovació, la transferència de coneixement i capital humà, la mitigació de riscos i l'augment de l'eficiència, entre d'altres.

### Complexitat de la cadena de valor i concentració geogràfica de l'oferta

La producció d'un sol xip pot implicar més de 1.000 etapes, 70 creuaments fronterers i una gran quantitat d'empreses especialitzades, moltes a l'Àsia. Taiwan-Xina concentra la producció dels semiconductors d'avantguarda, mentre que altres països asiàtics com el Japó, Corea del Sud o Malàisia són protagonistes en determinats nínxols de mercat.

La indústria dels semiconductors es caracteritza per la necessitat constant de millorar el producte i dissenyar xips cada vegada més petits, seguint la Llei de Moore. La necessitat d'inversions milionàries en R+D+I any rere any ha fet que sigui cada cop més difícil per a moltes empreses mantenir-se en el joc de la fabricació de xips avançats.

### Altes barreres d'entrada per la necessitat d'innovació de frontera

### Altes necessitats d'inversió, temps i capital humà

La posada en marxa d'una fàbrica de xips d'avantguarda requereix d'inversions que impliquen milers de milions d'euros i no menys de quatre anys per estar plenament operativa. A més, totes les baules de la cadena de valor dels semiconductors requereixen de capital humà altament qualificat, i les empreses competeixen per atraure'ls.

Els semiconductors són intensius en l'ús de recursos, especialment aigua (d'una puresa molt alta) i energia: la seva fabricació mundial ja consumeix tanta aigua com Hong Kong (7,5 milions d'habitants), mentre que TSMC representa més del 6% del consum energètic de tota Taiwan-Xina. A banda, es depèn cada cop més de materials considerats crítics.

### Augment del consum de recursos i desafiament per a la sostenibilitat

### Riscos geopolítics associats

Els Estats Units han prohibit la venda de semiconductors punters a la Xina, qui ha respòs imposant restriccions a l'exportació de gal·li i germani, claus en la cadena de valor. La voluntat xinesa de recuperar la sobirania de Taiwan-Xina (puntera a la indústria dels semiconductors) pot fer escalar aquesta guerra tecnològica a l'esfera militar.

Semiconductors a Catalunya

## 7. Semiconductors a Catalunya

# Ecosistema dels semiconductors a Catalunya

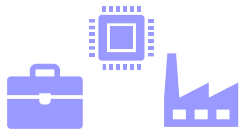
4.600 persones entre investigadors i treballadors altament qualificats



3.600 investigadors

998 treballadors

Més de 250 institucions, empreses i entitats



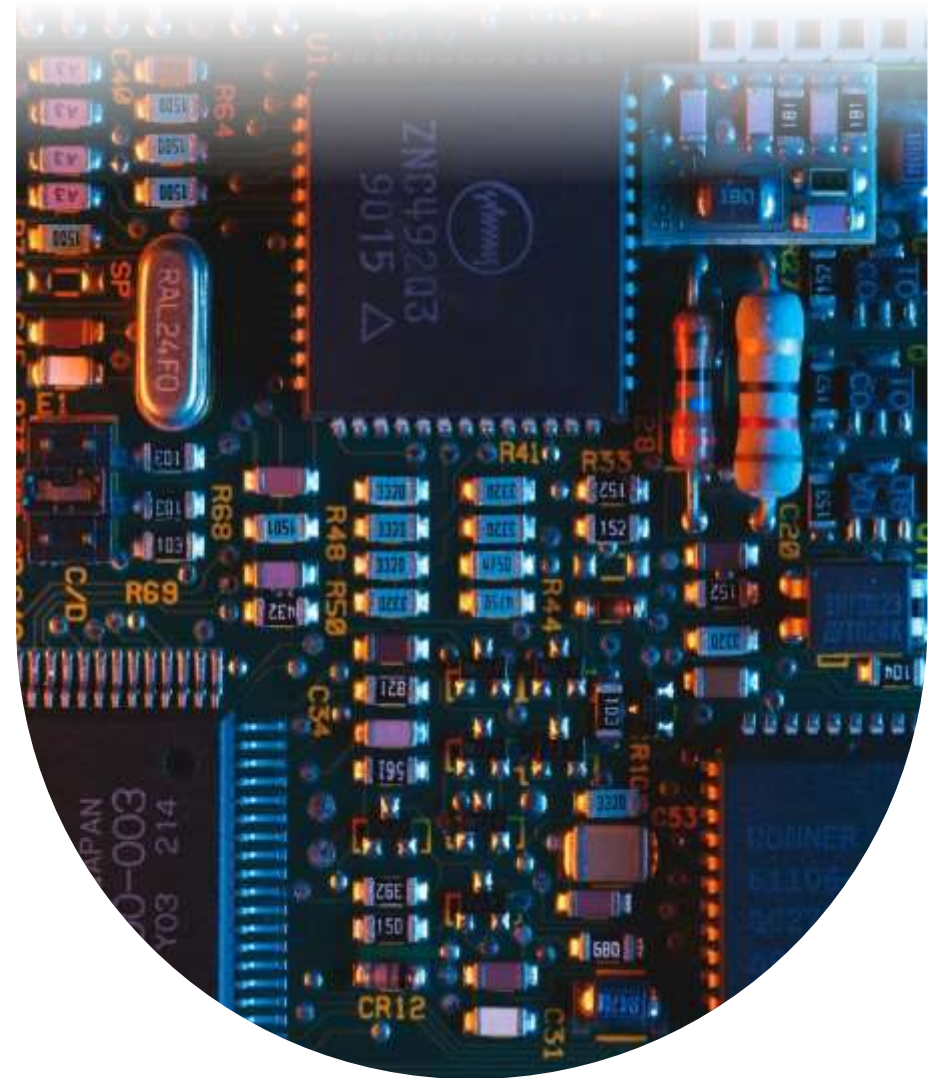
216 empreses

20 Centres de recerca i tecnològics

11 Universitats i centres formatius

6 clústers

7 associacions empresarials



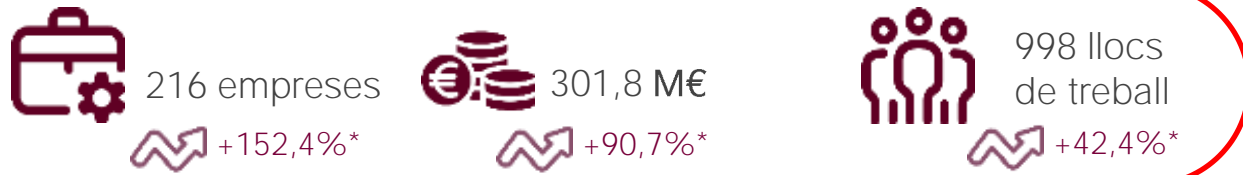
Font: ACCIÓ (darreres dades disponibles: 2022)

Fem avui l'empresa del demà



## Mapatge de l'ecosistema empresarial dels semiconductors a Catalunya

93



El 80,5% de les empreses són pimes.

El 20,4% tenen menys de 10 anys.

El 50,5% són exportadores.

El 6,9% són startups.

Per segments\*\*, el 41,5% de les empreses es dediquen al PCB i l'electrònica, el 25% a la indústria auxiliar i enginyeries, el 23% són empreses de disseny i IP, el 7,4% són empreses dedicades a la distribució i el 6,9% als equipaments. Altres segments menys rellevants són els xips quàntics i fotònics (5,1%), els materials (4,6%), els *fabs* (1,8%), i l'assemblatge i prova (1,4%).

\* Creixements respecte al mapatge del 2022. Gràcies a l'Aliança de semiconductors, l'aposta per a la reindustrialització de Catalunya i l'ampliació de l'abast de la cadena de valor s'han pogut quantificar més empreses.

\*\* Les empreses poden estar classificades en més d'un segment dins de la cadena de valor de semiconductors.



# Segmentació de la cadena de valor dels semiconductors a Catalunya (I)

## R+D

Empreses, centres i universitats que duen a terme tasques de recerca en materials, substrats, micro i nanoelectrònica, integració de circuits, encapsulament, i integració per a nous productes i processos.

## Demanda

Empreses fabricants de productes que incorporen semiconductors i que participen en els criteris de disseny i en altres processos segons les seves necessitats.  
*No es quantifiquen a efectes del mapatge.*

## Disseny i IP

El disseny inclou les especificacions funcionals de l'usuari (allò que el xip ha de fer), la descripció del comportament del xip, els circuits i les interconnexions, i finalment el disseny físic del circuit.

## Xips fotònics i xips quàntics

Empreses que dissenyen i fabriquen xips fotònics i/o xips quàntics.

## Fabricació (*fabs*)

Planta en la qual les oblies de silici en brut es converteixen en circuits integrats. Es treballa en una sala blanca on es controla l'entorn per eliminar la pols i les vibracions i mantenir la temperatura i la humitat dins d'un rang estret.

## OSAT\*

En el procés final d'assemblatge i prova, els semiconductors es tallen de l'oblia i es separen en xips individuals, es fixen en el suport, es realitzen les connexions, es munten en la placa i es realitza una inspecció de prova.

## PCB\*, EMS\* i electrònica

Empreses que dissenyen, fabriquen, proven, distribueixen i ofereixen serveis d'enginyeria per als fabricants dels equips originals (OEMs). Connecten elèctricament els components sobre un suport mecànic.

## Distribució

Empreses que posen a disposició de l'usuari final els productes.

## Materials i productes químics

Matèries primeres necessàries en les primeres fases de fabricació com silici, germani, gal·li o indi, així com gasos especials i productes químics necessaris pel revelat

## Equipaments

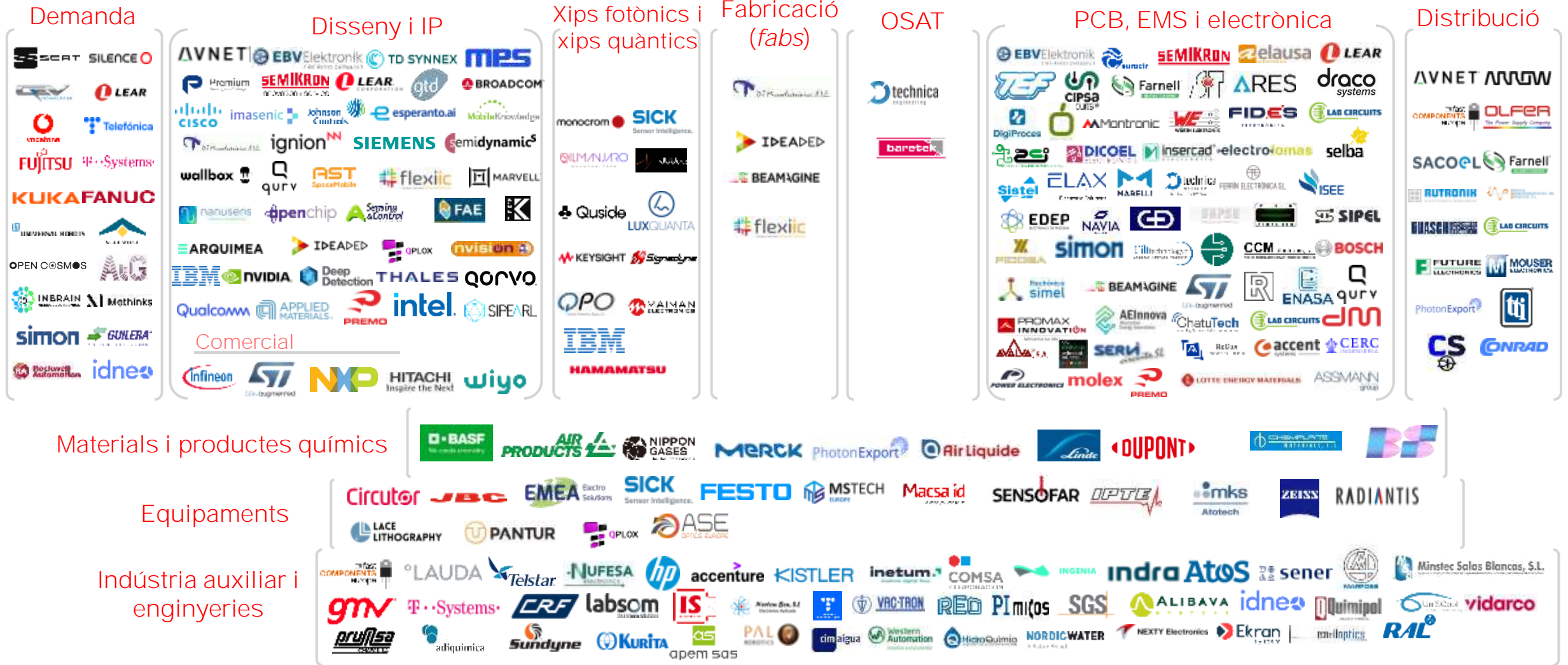
*Hardware*, equips de caracterització i metrologia o equips de litografia

## Indústria auxiliar i enginyeries

Sales blanques, sistemes de ventilació, compressió, així com equips de refrigeració, automatització i tractament d'aigua

\*OSAT: Outsourced Semiconductor Assembly and Test; PCB: Printed Circuit Boards; EMS: Electronics Manufacturing Services

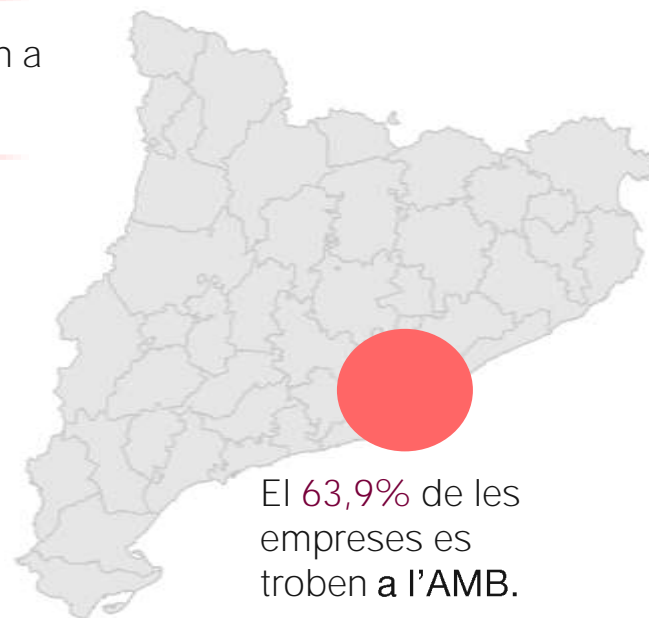
# Segmentació de la cadena de valor dels semiconductors a Catalunya



Imatge parcial il·lustrativa. Les empreses que formen part de "Demanda" no es quantifiquen en el mapatge empresarial.

El 63,9% de les empreses de salut digital es troben a l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB).

- Per ciutats, destaquen **Barcelona** (70), **Terrassa** (11), **Sant Cugat** (7) i **Cerdanyola del Vallès** (7).



Comarca	Núm. d'empreses	% sobre el total
Barcelonès	86	39,8%
Vallès Occidental	53	24,5%
Baix Llobregat	30	13,8%
Vallès Oriental	14	6,5%
Osona	4	1,8%
Bages	4	1,8%
Resta	25	11,8%
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>100%</b>

Nota: l'Àrea Metropolitana de Barcelona inclou 36 municipis de les comarques del Barcelonès, el Baix Llobregat, el Vallès Occidental i el Maresme.

“Resta” inclou empreses de diferents comarques, destacant entre altres: el Maresme (3), el Garraf (3) o l'Anoia (3).



# Agents de l'ecosistema de semiconductors a Catalunya



Centres tecnològics i instituts de recerca



Universitats i centres formatius



Associacions, clústers i inversors



Esdeveniments



Institucions i Administració Pública



## Centres tecnològics i instituts de recerca que treballen en l'àmbit dels semiconductors (I)



L'Institut de Microelectrònica de Barcelona (IMB-CNM, CSIC) compta amb capacitats úniques en Micro i Nano Tecnologia i Microsistemes, doncs gestiona la Sala Blanca **més gran de l'Estat espanyol, considerada Instal·lació Científica i Tècnica Singular.** En l'àmbit de l'R+D en semiconductors destaca la seva tasca de disseny, fabricació, caracterització i integració de dispositius dins del domini (1) *More-than-Moore*: detectors de radiació, dispositius i sistemes de potència que funcionen fins i tot en entorns hostils (alta temperatura, entorns radioactius, etc.), fòtònica integrada, dispositius micromecanitzats (MEMS) pel sensat de gasos i líquids, i *harvesting* energètic; (2) *Beyond CMOS*: dispositius per computació neuromòrfica (memristors), processos per tecnologies quàntiques basades en semiconductors, i explotació de materials 2D com el grafè. En el domini (3) *More Moore*, té capacitat de disseny de circuits integrats, i pot fabricar petites sèries de dispositius CMOS de baixa complexitat. A l'H2020 ha captat 11,1 M€.



L'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2) és un centre internacional de recerca situat al campus de la Universitat Autònoma de Barcelona a Bellaterra. Està dedicat a la generació de coneixement, materials i dispositius en els camps de les TIC, la salut, l'energia i el medi ambient. Els patrons de l'ICN2 són la Generalitat de Catalunya, el Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB). **Sobre semiconductors, l'ICN2 està fent recerca, entre d'altres, sobre les propietats de transport tèrmic dels cristalls ultrafins de diselenur de molibdè, un material semiconductor bidimensional de la família de dicalcogenur de metalls de transició (TMD).**



La Fundació i2Cat és un centre CERCA de recerca i innovació que promou el coneixement, fomentant la co-creació de solucions per transformar la indústria i apoderar la ciutadania. Promou la innovació a partir del coneixement generat en el desenvolupament de projectes i activitats d'R+D+I en àrees com 5G/6G, IoT, tecnologies immersives i interactives, ciberseguretat, intel·ligència artificial, *blockchain*, *space communications* i tecnologies de la societat digital.



El Barcelona Institute of Science and Technology (BIST) és una institució líder en recerca multidisciplinària que engloba set centres de recerca d'excel·lència catalans com l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) o l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2). El seu objectiu és fomentar la col·laboració entre els membres de la seva diversa comunitat científica convertint-se en un referent global per a la formació de talent investigador i la recerca científica en general. En matèria de semiconductors, coordina i fomenta la recerca entre aquests set centres catalans, així com amb d'altres a l'estranger.



Accés al web de la institució

Font: ACCIÓ

Fem avui l'**empresa** del demà

## Centres tecnològics i instituts de recerca que treballen en l'àmbit dels semiconductors (II)



L'Institut de Ciències dels Materials (ICMAB) és un centre de recerca multidisciplinari enfocat a la recerca d'avantguarda en materials funcionals avançats en els camps de l'energia, **l'electrònica**, la nanomedicina i camps d'aplicació encara per imaginar. L'ICMAB ha participat, per exemple, en recerca sobre ones tèrmiques en materials semiconductors com el germani, un material utilitzat freqüentment en electrònica, molt similar al silici.



El Sincrotró ALBA és una infraestructura científica de tercera generació situada a Cerdanyola del Vallès (Barcelona) i és la més important de la zona del Mediterrani. Es tracta d'un complex d'accelerador d'electrons per produir llum de sincrotró, la qual permet visualitzar l'estructura atòmica i molecular dels materials i estudiar les seves propietats. Actualment, l'ALBA disposa de deu línies de llum operatives, que comprenen tant els raigs X tous com els raigs X durs, i que es destinen principalment a les biociències, la matèria condensada (nanociència i propietats magnètiques i electròniques) i la ciència dels materials. Es construirà un nou centre tecnològic de producció de xips al costat del Sincrotró Alba, l'**Innofab**. Aquest centre aprofitarà les dinàmiques i la infraestructura de recerca del sincrotró pel desenvolupament de **nous materials avançats i la producció de xips que s'hi durà a terme**.



L'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) és un centre de recerca especialitzat en fotònica, la ciència que **té com a objecte d'estudi la llum i les seves aplicacions tecnològiques**. Es centra en problemes, actuals i de futur, en salut, energia, informació, seguretat, protecció i cura del medi ambient. L'ICFO forma part del grup de recerca sobre punts quàntics semiconductors, semiconductors de pocs nanòmetres de mida que tenen aplicacions com components de làsers ajustables, pantalles amb colors molt vibrants i sensors de gran potència.



El Barcelona Supercomputing Center (BSC) és el centre nacional de supercomputació a Espanya. Està especialitzat en computació d'altres prestacions (HPC) i gestiona el MareNostrum, un dels supercomputadors més potents d'Europa. Quant a semiconductors, el BSC participa en projectes com la fabricació l'any 2019 de "Lagarto", el primer xip de codi obert desenvolupat a Espanya. Ho va fer en col·laboració amb el Centro de Investigación en Computación de l'IPN mexicana, el Centro Nacional de Microelectrónica del CSIC i la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

 Accés al web de la institució

## Centres tecnològics i instituts de recerca que treballen en l'àmbit dels semiconductors (III)

100



El Centre Tecnològic de Catalunya (EURECAT) és el principal soci tecnològic de les empreses que treballen a Catalunya. Ofereix al teixit empresarial serveis d'R+D aplicada, serveis i consultoria tecnològica, formació altament especialitzada i desenvolupament de productes i serveis innovadors, així com promoció i difusió de la innovació tecnològica.

EURECAT col·labora en el projecte SmartEEs2, que consisteix en ajudar a les empreses i startups a l'adopció i integració d'electrònica flexible i portàtil als seus productes i serveis, així com oferir suport en l'experimentació de fabricació. També coordina el projecte MADRAS, que té l'objectiu de desenvolupar nous materials i processos de fabricació per a la producció escalable a nivell industrial de dispositius OLAE (Organic and large-area electronic).



Leitat és un institut tecnològic que té com a missió col·laborar amb empreses i altres entitats per crear valor econòmic, social i sostenible, a través de projectes d'R+D+I i processos tecnològics des de la innovació i la creativitat. Leitat és marca de l'entitat de caràcter privat Acondicionamiento Tarrasense i està reconegut per la Generalitat de Catalunya (TECNIO) i pel Ministeri de Ciència i Innovació. Una de les iniciatives en les que col·labora és IAM 3D HUB, un centre d'innovació digital especialitzat en manufactura additiva i impressió 3D.



L'IFAE és un consorci de la Generalitat de Catalunya i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) creat l'any 1991. Duu a terme investigacions, tant teòriques com experimentals, a la frontera de la física fonamental (física d'altres energies, astrofísica i cosmologia) i també en diverses àrees de la física aplicada, com la imatge mèdica i la computació quàntica. Pel que fa a semiconductors, l'IFAE està investigant sobre CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductors), detectors que fan servir un enfocament alternatiu als dispositius de píxels híbrids en què la detecció de partícules i les tasques de processament de senyal es combinen en el mateix substrat.



El grup de recerca MINOS, creat l'any 1994, pertany al Departament d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica (DEEEA) de la Universitat Rovira i Virgili. El grup està format per 12 investigadors, entre professors titulars i associats, estudiants de doctorat, investigadors postdoctorals i personal tècnic. La recerca s'estructura en tres eixos principals: el primer està dedicat al disseny, fabricació i caracterització de micro sistemes químics, especialment matrius de sensors de gas, microconcentradors i microreactors. El segon consisteix en el desenvolupament d'aplicacions de sistemes de gas multisensor i equips GC-MS en detecció de gasos i classificació d'aroma. El tercer és un camp emergent per al grup i està dedicat al desenvolupament d'algoritmes de processament de senyal i tècniques de sistemes experts per tractar biosenyals metabòlics i proteòmics procedents de dispositius d'espectrometria de masses o RMN.



Accés al web de la institució

Font: ACCIÓ

Fem avui l'empresa del demà



## Centres tecnològics i instituts de recerca que treballen en l'àmbit dels semiconductors (IV)



El principal objectiu de l'Institut de Nanociència i Nanotecnologia de la Universitat de Barcelona (IN2UB) és coordinar i potenciar la investigació multidisciplinària entre grups de recerca de les facultats de Química, Física, Farmàcia i Ciències de l'Alimentació, Biologia, Ciències de la Terra i Medicina i Ciències de la Salut que treballen en els diferents fenòmens que tenen lloc a la nanoescala. Compta amb grups de recerca en microelectrònica, electrofotònica, micro-robòtica i electrònica i sensors, com el MIND i el SIC.



La recerca del grup Sistemes d'Instrumentació i Comunicacions (SIC) s'engloba dins del camp del disseny de sistemes electrònics per a la mesura, instrumentació i transmissió d'informació. És un camp de recerca interdisciplinari. Les aplicacions de les línies de recerca en que el grup està treballant actualment són: Biotecnologia, Electrònica per l'espai, Electrònica per a l'automoció, Electrònica i Sensors per a detectors de física d'altas energies, Intel·ligència Ambiental, i Micro-Robòtica. La recerca desenvolupada pel grup combina temes com: tecnologia, simulació i modelització de sistemes, estructures, dispositius, circuits i sistemes, algorismes de control i protocols de comunicació, amb un objectiu general d'assolir les tasques predeterminades amb el mínim consum i el màxim d'optimització.



El Grup de Recerca MIND, Micro i Nanotecnologies i Nanoscòpies per Dispositius Electrònics i Electrofotònics, està principalment compost per membres del Departament d'Electrònica de la Universitat de Barcelona. Té quatre línies de recerca:

- Micro i Nanotecnologies: consolidació de la síntesi i fabricació, permetent el disseny i la fabricació de nous dispositius avançats pels camps de l'electrònica, la fotònica i l'anàlisi químic.
- Electrofotònica: aquesta tecnologia presenta un gran potencial degut a què podria arribar a desenvolupar sistemes fotònics a partir de la tecnologia i els processos actuals de la microelectrònica.
- Nanoscopies: l'objectiu principal se centra en l'ús i el desenvolupament de mètodes instrumentals així com el tractament de les dades experimentals per afrontar nous reptes científics a problemes relacionats amb la ciència de materials.
- Modelització: el modelat de materials en els darrers anys està sent essencial per a la comprensió dels processos que tenen lloc en aquests.

 Accés al web de la institució

## Centres tecnològics i instituts de recerca que treballen en l'àmbit dels semiconductors (V)

102



El Centre de Prototips i Solucions Hardware-Software (CEPHIS) focalitza la seva recerca en el disseny de sistemes microelectrònics encastats basats en plataformes i models, a diferents nivells (HW, FW, eSW, aSW, web) per a **l'increment de prestacions i productivitat** en el disseny de sistemes electrònics a mida.

El Centre està especialitzat en **l'especificació, disseny i implementació** de prototips orientats a la seva integració en tot tipus de solucions microelectròniques en l'àmbit TIC per a **diversos entorns d'aplicació:** Automoció/Industrial i IoT/wearables/ehealth.

Els prototips i solucions es desenvolupen **utilitzant llenguatges d'especificació i disseny, metodologies de codisseny HW/SW i eines de disseny electrònic actuals** per als diversos nivells **d'abstracció, des de computació encastada d'altres prestacions fins al layout** de circuits integrats o impresos flexibles.



El Grup *Reability of Electron Device and Circuits* (REDEC) **forma part del Departament d'Enginyeria Electrònica (DEE)** de la UAB. La investigació se centra en la variabilitat i la fiabilitat de dispositius CMOS nanoelectrònics, de dispositius emergents i dels circuits en què s'integren, amb el doble objectiu de mitigar-les durant la fase de disseny del CI i d'explotar-les en aplicacions de seguretat. El grup ha treballat en el disseny i test del primer xip que permet una caracterització estadística integral de la fiabilitat en tecnologies CMOS.




El Grup de Recerca en Circuits i Sistemes Electrònics (ECAS) està dedicat al disseny de sistemes Micro i Nanoelectromecànics (MEMS i NEMS) per a una àmplia gamma d'aplicacions, especialitzant-se en la integració de MEMS i NEMS en tecnologia CMOS comercial (CMOS-MEMS) incloent les etapes *front-end* analògiques (disseny dels ASICs) per a l'acondicionament dels transductors MEMS. Els projectes a destacar són la integració MEMS a CMOS comercials per a sensors gravimètrics, i una plataforma PMUTs-a-CMOS per a sensors acústics de temps de vol i imatge acústic (1MHz-30MHz).



El Grup de Nanoelectrònica Computacional (NANOCOMP), de la UAB, centra la seva investigació en la caracterització, modelatge i simulació de dispositius electrònics amb un enfocament multiescala. Les àrees de treball són: fonaments del transport electrònic quàntic; aplicacions de materials 2D a dispositius electrònics; dispositius memristius per a computació neuromòrfica; i fonaments del transport de fonons per al control tèrmic. GRAPHENE CORE 3, DigiQ i WAKeMeUP són tres projectes destacats del grup.



WavesLAB és un grup de recerca de la UAB que amb vocació *fabless* desenvolupa algorismes de disseny, solucions i eines de disseny automàtic de dispositius de radiofreqüència i microones per a la indústria microelectrònica internacional especialitzada en tecnologies sense fil. Especialitzat en dispositius per a control de l'espectre radioelèctric i les arquitectures RF-FEM. Un dels projectes destacats és el Programari Toolbox de disseny automàtic de filtres i duplexors BAW/SAW i Multiplexors BAW/SAW.

 Accés al web de la institució  
Font: ACCIÓ



El Grup de Recerca en Micro i Nanotecnologies (MNT) de la Universitat Politècnica de Catalunya és un grup de recerca centrat en el desenvolupament i fabricació de dispositius semiconductors. Per això disposa **d'un laboratori de fabricació "Sala Blanca" que constitueix un element vertebrador de l'activitat del grup.** La recerca es centra en les cèl·lules solars fotovoltaïques i en el desenvolupament de tecnologies de fabricació més econòmiques: tecnologia làser per cèl·lules solars de silici, fabricació de cèl·lules HIT, IBC, capes de passivació, cèl·lules orgàniques, termofotovoltaic.

El Grup de Recerca en Ciències i Tecnologies de l'Espai (CTE-CRAE) de la Universitat Politècnica de Catalunya té com a objectius contribuir al progrés científic i tecnològic en l'àmbit de les ciències de l'espai així com promoure la recerca i el desenvolupament. Es potencia la col·laboració científica i acadèmica entre els grups i s'articula la participació dels seus membres a l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC).

El Terrassa Industrial Electronics Group (TIEG) és un grup de recerca de la Universitat Politècnica de Catalunya situat a Terrassa. La seva investigació està centrada en l'electrònica de potència aplicada a energies renovables i vehicles elèctrics, el control de velocitat de motors i la compatibilitat electromagnètica. En el sector dels semiconductors, actualment el TIEG treballa en projectes com un sistema convertidor de potència CC/CC multiport aïllat d'alta densitat i d'alta eficiència basat en semiconductors de banda ampla per a vehicles elèctrics. També treballa en el desenvolupament d'un filtre actiu basat en semiconductors de banda ampla.

 [Accés al web de la institució](#)



El Centre de Desenvolupament de Sensors, Instrumentació i Sistemes (CD6) és un centre d'innovació tecnològica creat l'any 1997 amb l'objectiu de potenciar les activitats de recerca i innovació en el camp de l'enginyeria òptica desenvolupades en el campus de la UPC a Terrassa. Tant en els instruments que utilitzen per fer recerca com en els aparells que desenvolupen al laboratori és necessari **disposar de semiconductors d'alta qualitat**. Un exemple és l'Automatic Hyperspectral Pest Counter, dissenyat per al control de plagues.



El Centre MCIA pertany a la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). **L'activitat del centre està diversificada** en recerca científica, recerca aplicada i transferència de tecnologia cap a la indústria en les àrees de tracció elèctrica, eficiència energètica, sistemes d'alt voltatge, electrònica industrial, manteniment industrial i mecatrònica. Ha participat en projectes com el PulsedPower, el desenvolupament d'una font d'alimentació per a un llum *excimer* en el qual destaca l'ús de semiconductors basats en SiC per a aplicacions d'alta freqüència i d'alta tensió.



El CITCEA-UPC és un centre de recerca en energia, sistemes de potència, electrònica de potència i electromobilitat. Ofereix solucions energètiques altament innovadores amb un impacte positiu en la sostenibilitat i el medi ambient. Va ser fundat l'any 2001 i pertany a la UPC, BarcelonaTech. El centre participa en projectes com WiPLASH, que pretén iniciar una connexió sense fil en xip pla de comunicació que ofereix plasticitat arquitectònica, reconfigurabilitat i adaptabilitat sense renunciar a la generalitat o eficiència.

# Impacte dels semiconductors a la indústria manufacturera catalana

El 44,1% de la indústria manufacturera catalana utilitza semiconductors en els seus processos o productes.

Els sectors que més semiconductors utilitzen són:

## ALTA EXPOSICIÓ

- Productes informàtics i electrònics
- Material de transport
- Materials i equips elèctrics
- Maquinària i equips

## EXPOSICIÓ MITJANA

- Alimentació i begudes
- Productes farmacèutics
- Productes químics
- Tèxtil, confecció, cuir i calçat

Els semiconductors són clau per al desenvolupament de la mobilitat del futur i la indústria 4.0 a Catalunya.

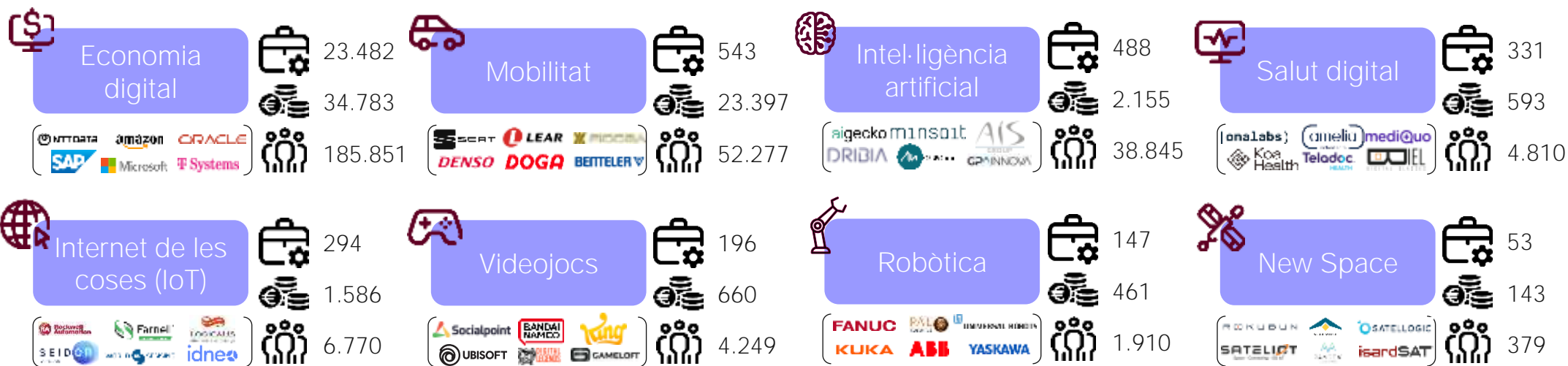


Nota: estimació realitzada a partir de les dades del VAB de Catalunya del 2021 de l'IDESCAT

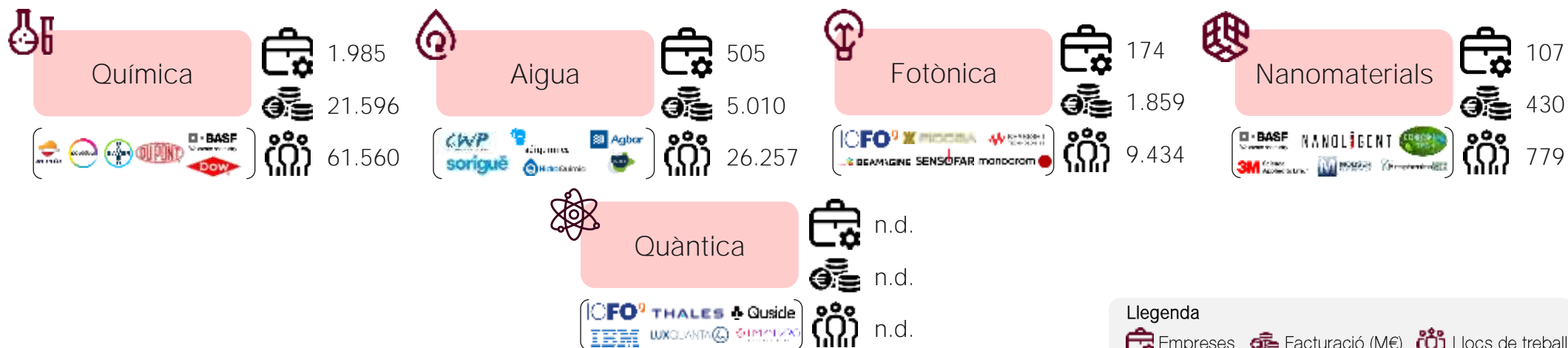


# Sistemes industrials relacionats

Demanda



Suport



**Llegenda**

- Empreses
- Facturació (M€)
- Llocs de treball

### Aliança de semiconductors a Catalunya

Eina facilitadora i promotora de la participació dels diferents agents implicats en l'assessorament, l'impuls, l'enfortiment de l'ecosistema i la industrialització dels xips i dels semiconductors a Catalunya.

### InnoFab

Infraestructura de preproducció per a la fabricació de prototips o sèries curtes de microxips per posar-les a prova **abans d'enviar**-les a producció a les grans *foundries*.

### Màster d'Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic

Nova titulació interuniversitària que formarà professionals per enfortir el sector i fer front als reptes de futur. Coordinada per la UPC i amb participació de la UB, la UAB i la URV, i amb la col·laboració de l'Institut de Microelectrònica de Barcelona del CSIC.

### Estratègia de semiconductors

Pla d'acció que permeti fer polítiques industrials de valor afegit i donar suport a iniciatives que, en el marc de l'Aliança, incideixin de manera determinant en la millora de la competitivitat de la indústria dels semiconductors a Catalunya.

### Aliança de Regions Europees de Semiconductors

Iniciativa europea que agrupa 27 regions, entre les quals Catalunya, que fomenta el creixement i la competitivitat de la indústria dels semiconductors a Europa basant-se en l'intercanvi de coneixements, millors pràctiques i cooperació interregional.



L'**Aliança** té la missió d'esdevenir l'eina del Govern de la Generalitat que faciliti i promogui activament la participació dels diferents agents implicats en l'assessorament, l'impuls, l'enfortiment de l'ecosistema i la industrialització dels xips i els semiconductors a Catalunya.

## Funcions de l'Aliança

- Elaborar l'estratègia d'impuls a la indústria dels semiconductors
- Seguiment, coordinació, validació, avaluació i rendició de comptes
- Proposar i donar suport a projectes estratègics que permetin ampliar la capacitat productiva (PN Indústria 2022-2025) i formativa (PN Societat del Coneixement)
- Promoure la participació de Catalunya en iniciatives europees per al desenvolupament de l'ecosistema



L'objectiu de l'Aliança és promoure el creixement i la consolidació de l'ecosistema de semiconductors, l'electrònica, la fotònica i la quàntica per assolir una economia competitiva, innovadora i sostenible.

## Grup promotor

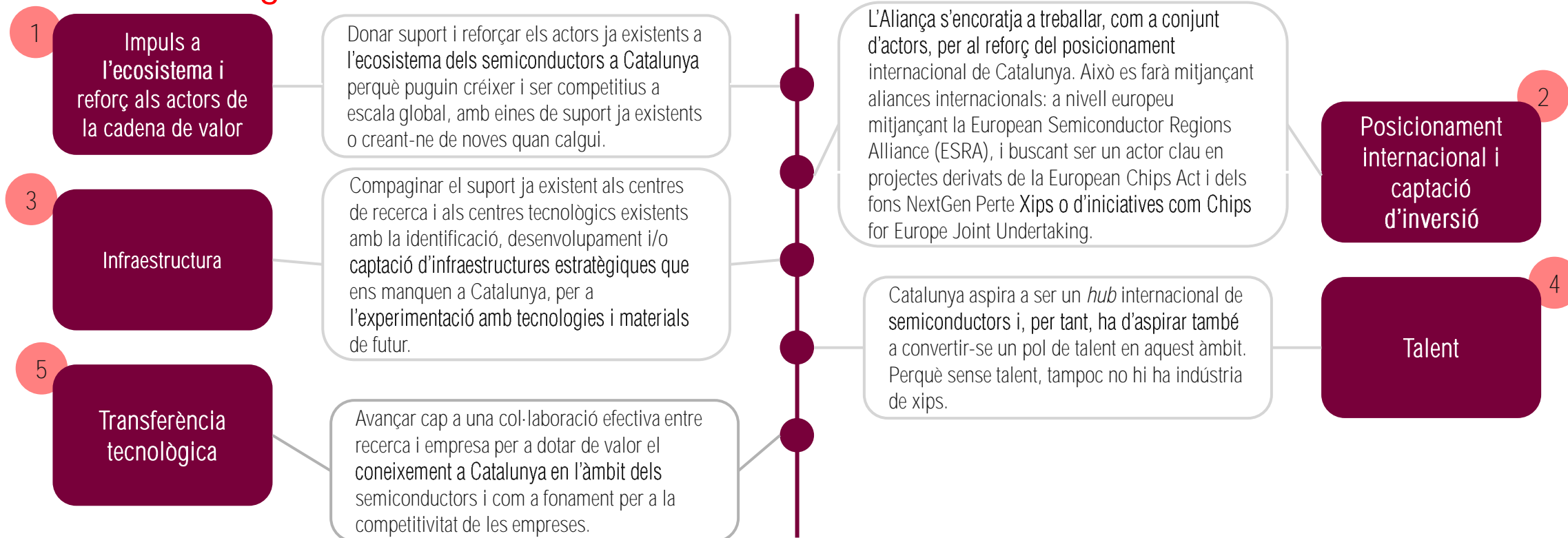


<https://www.accio.gencat.cat/ac-semiconductors>



Un pla d'acció que permeti fer polítiques industrials de valor afegit i donar suport a iniciatives que, en el marc de l'Aliança, incideixin de manera determinant en la millora de la competitivitat de la indústria dels semiconductors a Catalunya.

## Eixos estratègics



**23 actuacions**, fruit de les diverses sessions dels grups de treball, amb diferents graus de prioritat i velocitat, revisables.

Les actuacions s'implementaran tot tenint en compte les diferents condicions i necessitat dels actors segons l'activitat que desenvolupen en la cadena de valor; (IP i Disseny (*fabless*); Fabricació (*foundry*), Assemblatge, encapsulat, test (*back-end*), muntadors de circuits impresos (PBC) i microelectrònica.

S'adaptaran segons el grau de maduresa tecnològica.

- A 1 Construcció d'un portfoli de tecnologies estratègiques a impulsar
- A 2 Identificació i creació d'instruments orientats al foment de l'escalabilitat de les empreses
- A 3 Creació de xarxa i cohesió de la indústria
- A 4 Suport a l'accés al finançament
- A 5 Creació hub de tecnologies quàntiques

- A 6 ESRA I 3 i RIV Regional Innovation Valleys
- A 7 ESRA Elaboració d'un inventari d'actius i capacitats
- A 8 Vigilància reguladora
- A 9 Col·laboracions amb regions europees
- A 10 Interlocució directa i proactiva amb ens europeus
- A 11 Estand Catalonia Semiconductors' al IOT Solutions World Congress (maig 2024)
- A 12 Participació a la Fira Semicon Europe en el marc d'Electronica (novembre 2024)
- A 13 Construcció d'una proposta de valor país per potencials empreses inversores
- A 14 Pla de Captació d'Inversió Semiconductors

- A 15 Impuls del projecte de construcció d'una planta de prototips de xips
- A 16 Suport a l'adquisició i/o accés a les llicències de disseny

- A 17 Anàlisi de la necessitat i viabilitat de crear un grau universitari en disseny de xips
- A 18 Suport al Màster en Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic
- A 19 Generar espais de relació i comunicació entre la universitat i les empreses
- A 20 Impuls i suport a iniciatives a escoles i instituts en la orientació professional
- A 21 Pla a doctorats industrials àmbit xips i Pla Microcredencials
- A 22 Convocatòria per atreure talent altament especialitzat perquè s'incorpori a empreses locals

- A 23 Creació d'un pla de generació de *spin-offs* (en el marc del Pla estratègic d'innovació i transferència del coneixement)

**Impuls a l'ecosistema i reforç als actors de la cadena de valor**

**Posicionament internacional i captació d'inversió**

**Infraestructura**

**Talent**

**Transferència tecnològica**

El centre de preproducció InnoFab és una infraestructura per a la fabricació de prototips o series curtes de microxips per posar-les a prova abans d'enviar-les a producció a les grans *foundries*.

- La construcció de la sala blanca per al disseny i la preproducció de xips amb materials avançats estarà operativa el 2026.
- La planta, amb una inversió de 300 milions d'euros, tindrà uns 200 empleats.
- Els promotors estimen que en els primers cinc anys de funcionament de la planta es fabricarien uns 15.000 xips.
- Aquesta serà la primera infraestructura a l'Estat espanyol per al desenvolupament de semiconductors d'aquestes característiques, que es posarà al servei d'empreses, startups i centres de recerca.
- Es finançarà a través del PERTE de microelectrònica i semiconductors, amb l'acompanyament de la Generalitat de Catalunya.

## Grup Promotor



El projecte té com objectiu de convertir-se en una peça clau en l'estratègia europea per aconseguir la sobirania en la fabricació de semiconductors.

# Aliança de Regions Europees de Semiconductors

Catalunya forma part de l'**Aliança de Regions Europees de Semiconductors** (*Alliance of European Semiconductor Regions*), una iniciativa que pretén fomentar el creixement i la competitivitat de la indústria dels semiconductors a Europa basant-se en l'intercanvi de coneixements, millors pràctiques i cooperació entre les regions.

- La nova aliança se centrarà principalment en la recerca i la innovació per a desenvolupar noves tecnologies i aplicacions en el sector dels xips.
- És una iniciativa per a fomentar el creixement i la competitivitat de la indústria de semiconductors a Europa, dins el marc de la European Chips Act, la Llei Europea de Xips.
- Promourà centres de talent i formació en aquest àmbit, a més de la col·laboració i el treball conjunt entre els clústers dels territoris cooperants, així com acords transregionals.
- Actualment l'Aliança compta amb 27 regions d'Alemanya, Espanya, Bèlgica, els Països Baixos, Itàlia, Àustria, la República Txeca, Portugal, França, Finlàndia, Irlanda i el Regne Unit.

Catalunya forma part de les 13 regions europees promotores de l'Aliança.



Fonts: Comitè Europeu de les Regions, Silicon Saxony i ACCIÓ

Les universitats catalanes i els centres de formació professional ofereixen **formació en semiconductors** de manera transversal i es treballa en oferir un màster interuniversitari específic en semiconductors.

## Graus

- Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica
  - Enginyeria Electrònica de Telecomunicació
  - Enginyeria en Tecnologies Industrials
  - Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació
  - Enginyeria de Tecnologies i Serveis de Telecomunicació
  - Física
  - Química
- Doble Grau en Nou Enginyeria Informàtica i Enginyeria Electrònica de Telecomunicacions

## Màsters

- Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic Nou
- Enginyeria Electrònica
- Enginyeria de Telecomunicacions
- Enginyeria Física
- Enginyeria Avançada de Materials
- Enginyeria d'Automoció
- Electrònica de Potència
- Nanociència i Nanotecnologia
- Química de Materials

## Formació professional

- Electricitat i Electrònica
- Desenvolupament de Productes Electrònics
- Manteniment Electrònic
- Operacions de Laboratori
- Laboratori d'Anàlisi i Control de Qualitat

## Universitats catalanes que imparteixen formació en semiconductors



El màster, adaptat plenament a la realitat empresarial de la indústria, està dissenyat per cursar-se en 60 crèdits a escollir entre una de les seves dues branques: Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic, en un curs acadèmic i amb la possibilitat de cursar ambdues branques continuant els 90 crèdits en un any i mig amb un doble projecte de final de curs.

El màster en Enginyeria de Semiconductors i Disseny Microelectrònic és un màster interuniversitari coordinat per l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB), membre de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) amb la participació de la Universitat de Barcelona (UB), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) i la Universitat Rovira i Virgili (URV), i que compta amb la col·laboració estratègica de l'Institut de Microelectrònica de Barcelona (IMB-CNM) del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC).

- Enginyeria de Semiconductors, en què els estudiants es formaran en l'ús de tecnologies de xips microelectrònics en diversos aspectes, com ara la fabricació de sales netes, l'encapsulació, la caracterització i l'anàlisi de la fiabilitat, així com la comprensió dels fenòmens físics que es produeixen en els dispositius semiconductors actuals i emergents.
- Disseny Microelectrònic, que té com a objectiu formar els estudiants en el disseny de circuits i sistemes integrats digitals i analògics mitjançant tecnologies avançades.



Font: <https://semd.masters.upc.edu/>



El ministeri per a la Transformació Digital i de la Funció Pública destinarà més de 45 milions d'euros a 17 iniciatives del programa "Càtedres Xip", en el marc del Projecte Estratègic de Microelectrònica i Semiconductors (PERTE XIP)

L'objectiu d'aquestes ajudes és reforçar la recerca, la difusió i la formació en l'àmbit de la microelectrònica, en quatre àrees: disseny de circuits microelectrònics, nous materials i dispositius, processos tecnològics, i test i encapsulat de xips.

Subvenció: 3,7 M€



## Chips para Arquitecturas Avanzadas y Sistemas Fotónicos (CAASFO)

### Circuits i arquitectures CMOS avançades



### Formació



### Circuits fotònics



**Catalunya** està aprofitant àmpliament el PERTE de semiconductors, amb l'atracció de noves inversions i la participació d'empreses en projectes emblemàtics.



## Projectes emblemàtics anunciats a Catalunya en el marc del PERTE

- 1 Intel i el BSC s'alien per instal·lar a Barcelona un **laboratori pioner de disseny de microxips** que comptarà amb 200 milions d'euros d'inversió del PERTE i 200 milions més d'Intel
- 2 Cerdanyola del Vallès acollirà l'**Innofab**, un **centre de preproducció de xips** que comptarà amb una inversió de 360 milions d'euros i la creació de 200 llocs de treball
- 3 Cisco ha instal·lat a Barcelona el seu **primer centre de disseny de microxips a la UE**
- 4 En els ajuts fins ara concedits pel CDTI al programa "Misiones PERTE Chip", **14 empreses catalanes** han aconseguit **16,8 milions d'euros**, el **36% del total** a l'Estat
- 5 De les 56 empreses europees que participen en l'IPCEI de microelectrònica aprovat el 2023 (finançat pel PERTE), dues són catalanes: **Openchip** (finançada amb 111 M€) i **Semidynamics** (finançada amb 38,58 M€)

### Empreses i institucions participants en el PERTE:



L'**Oficina Next Generation EU d'ACCIÓ** és un servei que fomenta la participació d'empreses catalanes en projectes estratègics.



## Inversió estrangera en semiconductors a Catalunya



Des de l'anunci de la Llei Europea de Xips (2022), **Catalunya** és la **tercera regió de la UE** en captació de **projectes d'inversió estrangera** (5,6% del total), la **cinquena** en **llocs de treball creats** (7,6%) i l'**onzena** en **volum d'inversió** captat (1,1%) en semiconductors.

**Catalunya, destí preferent a l'Estat espanyol**: concentra el 66,7% dels projectes, el 70,7% dels llocs de treball creats i el 40,3% del capital invertit.

### Rànquing per regions a la UE (projectes)

- 1 Baviera
- 2 Irlanda
- 3 Catalunya**
- 4 Flandes
- 5 Llombardia

Empreses inversores  
a Catalunya



4 projectes

419,4 milions d'euros

1.194 llocs de treball creats

Nota: les dades fan referència al període 2022-2023.

## Activitat de recerca catalana en semiconductors a l'Horizon Europe

**Catalunya** és una de les regions europees més beneficiàries de l'Horizon Europe: en projectes relacionats amb els semiconductors, ha captat l'1,9% del total de fons atorgats malgrat representar només l'1,5% de la població europea.



Recerca en semiconductors a Catalunya en el marc de l'Horizon Europe

32 projectes

1,9 % del total europeu  
25,8 % del total a l'Estat espanyol

17,1 milions d'euros

20 institucions

11a

regió europea en finançament a l'Horizon Europe en semiconductors



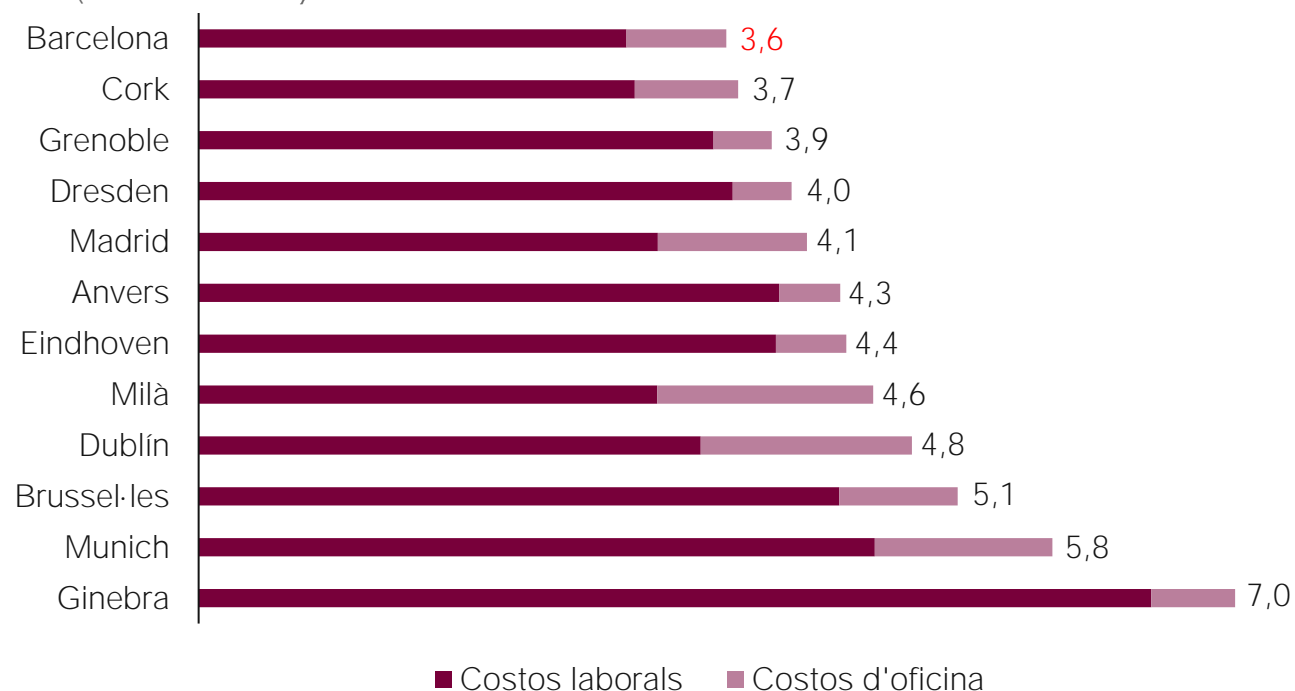
Nota: s'hi inclouen els projectes de l'Horizon Europe (2022-2023) relacionats amb els semiconductors i els seus camps d'aplicació.

Barcelona té els **costos més atractius** entre les principals ciutats europees per a plantes punteres en semiconductors

Barcelona té els costos més baixos per a la instal·lació d'un centre d'R+D en electrònica de les 12 ubicacions europees analitzades, amb un cost total de **3,6 milions d'euros** anuals, un **23%** inferior al cost mitjà.

La comparativa inclou ciutats amb activitats relacionades amb els semiconductors, com Dublín (Intel), Eindhoven (ASML), Munich (Fraunhofer) o Ginebra (ST Microelectronics), i altres que poden **competir a l'hora d'atreure nous projectes d'empreses internacionals**.

Costos anuals **d'un** centre **d'R+D** en electrònica per ciutats europees (milions d'euros)



Nota: es té en consideració una instal·lació de 2.000 m<sup>2</sup> i 50 treballadors (tècnics, enginyers, especialistes en R+D, etc.).



**140 hubs tecnològics**  
d'empreses estrangeres

+11% respecte l'any anterior

 5.200 nous  
llocs de treball

 Facturació de  
**500 M€**

## Estats Units

(amb el 28% dels *hubs*) és el principal país d'origen de la inversió en aquests centres, seguit d'Alemanya (17%).

El 59% dels *hubs* prové d'empreses de països europeus.



## Els semiconductors

són la cinquena tecnologia *deep tech* en la qual els *hubs* hi treballen més.

3 *hubs* enfocats als semiconductors a Catalunya:

 Giesecke+Devrient  
Creating Confidence

 IRP  
systems

 MPS





## Fortaleses



Ecosistema industrial de demanda i en creixement, com la indústria 4.0 i la mobilitat



Altes capacitats en la fase de disseny, amb Intel, Cisco i el BSC al capdavant



Sistema de recerca consolidat



Estratègia en semiconductors catalana

## Oportunitats



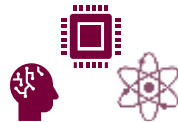
Especialització en nínxols concrets de la cadena de valor dels semiconductors



Atracció d'inversions productives en semiconductors a Catalunya



Instruments com la Llei de xips europea, el PERTE o l'aliança europea de regions en semiconductors



Impuls del sector gràcies al desenvolupament d'altres tecnologies a Catalunya com la IA o la quàntica

## Debilitats



Manca de grans *fabs* a Catalunya, malgrat que ja hi ha projectes locals i la sala blanca més gran de l'Estat



Necessitat de més formació i accés a talent altament especialitzat (problemàtica mundial)



Necessitat de més inversió en R+D en una indústria altament innovadora



Dependència de tercers països proveïdors

## Amenaces



Mercat global amb grans competidors



Tecnologia sensible als conflictes geopolítics



Recursos per a la seva producció (minerals, aigua, etc.) escassos i font de conflictes



Riscos financers i reputacionals associats amb l'augment de falsificacions i de l'especulació en el mercat

Semiconductors a Catalunya

## 8. Casos d'èxit a Catalunya



## Casos d'èxit a Catalunya

124



**QORVO** dissenya, fabrica i subministra sistemes de freqüència de ràdio per a aplicacions que impulsen comunicacions de banda ampla sense fils.



**Draco Systems** ha recentralitzat la seva planta de producció a Sant Adrià de Besòs, amb una línia de producció d'avantguarda totalment digitalitzada.



**Monocrom** s'especialitza en el desenvolupament de díodes làser, i investiga i innova en l'àmbit dels làser de semiconductors amb els centres tecnològics i de recerca més punters.



**IDEADED** inaugura la sala blanca privada de semiconductors més gran del sector al sud d'Europa amb 500 m<sup>2</sup> per a la producció de sèries curtes de microxips.



**UniSCool** és una startup catalana que ha creat una solució innovadora de refrigeració líquida per a xips, optimitzada per a qualsevol tipus d'escenari de càrrega de calor.



**Cisco** ha obert el seu primer centre de disseny de microxips a Europa, a la capital catalana, en el seu *hub* d'innovació tecnològic punter de Ca l'Alie del Poblenou de Barcelona.



**Quside** és una startup catalana a l'avantguarda de semiconductors d'entropia quàntica, per a aplicacions de ciberseguretat i comunicacions.



**MSTECH Europe** inverteix a Vilanova i la Geltrú per portar-hi un centre de fabricació i R+D+i de maquinària per a les indústries de la microelectrònica i l'electrònica.



La **UAB** treballa per desenvolupar nous substrats flexibles per a xips innovadors.



**Lace Lithography** desenvolupa una tecnologia innovadora de patronatge de xips, que amplia la Llei de Moore més enllà de la tecnologia actual.

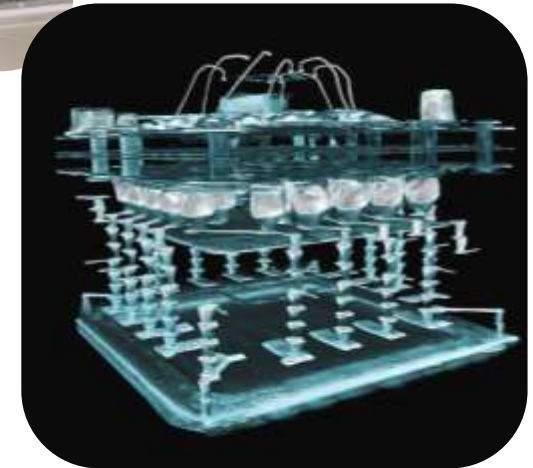
## Cas d'èxit: Draco Systems



Draco Systems és una empresa catalana fundada fa 20 anys per crear solucions electròniques innovadores i revolucionaries que transformen les indústries. Des de llavors, el seu equip **d'enginyers** han fet contribucions significatives en camps com la logística, la mobilitat, la medicina i l'IoT, dissenyant i fabricant productes disruptius que han apoderat els seus clients.

Fa 5 anys, van prendre un pas audaç per re-localitzar la producció dels seus dissenys a una nova planta de 1.000 m<sup>2</sup> a Sant Adrià del Besòs, al tocar del barri tecnològic de Barcelona. La seva línia de producció d'avantguarda, totalment digitalitzada i amb traçabilitat a nivell de component, els permet mantenir els estàndards de qualitat més elevats en el complex món de **l'electrònica**. La seva darrera adquisició, una eina de tomografia de semiconductors avançades, els consolida en la seva posició com a proveïdor de solucions electròniques de primer nivell.

El cor de **l'empresa** és **l'equip** d'enginyers amb una gran experiència en les darreres tecnologies de hardware i de firmware. Estan especialitzats en integrar una àmplia gamma de sensors, aplicar IA en sistemes de baix consum amb comunicacions i capacitats de processament de tot tipus.

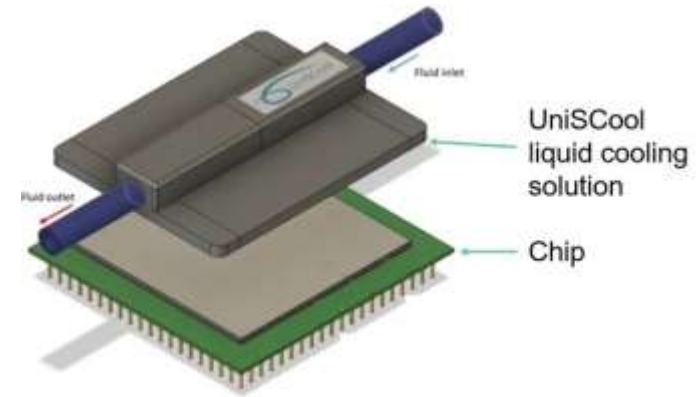


Fotografies i exemple d'aplicació de l'eina de tomografia de semiconductors avançada utilitzada per Draco Systems



La startup catalana **Universal Smart Cooling (UniSCool)** ha desenvolupat un nou sistema de refrigeració líquida que aconsegueix reduir fins a un 70% el consum energètic associat a la refrigeració dels servidors de dades i augmentar-ne la vida útil fins a un 20%. Aquesta tecnologia es basa en una solució líquida instal·lada directament al sistema electrònic que exerceix de dissipador tèrmic i **s'activa** només en aquells punts i moments en què cal reduir la calor per garantir un bon funcionament de **l'equip**. La *spin-off* de la Universitat de Lleida i de la Universitat canadenca de Sherbrooke ja ha patentat la seva tecnologia, que està validant a escala industrial i preveu comercialitzar en els propers anys.

UniSCool ha rebut un ajut directe de 100.000 euros d'**ACCIÓ** de la línia Startup Capital, destinada a impulsar el creixement **d'empreses** emergents amb un alt potencial tecnològic.



Solució de refrigeració líquida Smart On-Chip o In-Chip, optimitzada per a qualsevol tipus d'escenari de càrrega de calor.



## Cas d'èxit: Monocrom



L'empresa **Monocrom** ha participat en un projecte europeu en què el Ferdinand-Braun-Institut (FBH) de Berlin ha desenvolupat unes barres de díode làser adaptades al mètode de muntatge de xips sense soldadura del fabricant català. Les barres de díodes làser tenen algunes característiques electroòptiques que es veuen afectades per la pressió. El mètode de muntatge de Monocrom consisteix precisament en aplicar pressió als xips, i això permet observar com les característiques mencionades es degraden. Concretament, la puresa de polarització de la llum emesa de les barres és del 95% i en barres comercials muntades amb aquesta tecnologia disminueix fins al 85%. En aquest projecte **s'ha** aconseguit mantenir valors del 92%.

L'altra característica afectada és la divergència de la llum en eix lent. D'una divergència nominal al voltant del  $10^{\circ}$ - $11^{\circ}$  la tècnica de Monocrom l'incrementa fins als  $14^{\circ}$ . Les barres desenvolupades han permès registrar valors de  $7$ - $9^{\circ}$ .

Alhora dins del projecte han pogut desenvolupar algunes millores en la tècnica de muntatge dels xips làser que els permet abaixar la pressió necessària pel muntatge entre un 20% i un 60%, segons la geometria de la barra làser emprada.

L'empresa participa d'una càtedra de xips de la UPC, amb un doctorand en làsers de semiconductor (estudis únics actualment a l'Estat espanyol).



Diferents díodes làser fabricats per Monocrom.



## Cas d'èxit: IDEADED



IDEADED, empresa desenvolupadora i productora de microxips de darrera generació, ha inaugurat la sala blanca privada de semiconductors més gran del sud d'Europa, instal·lada a Viladecans. L'empresa ha invertit 12 milions d'euros i té la intenció de desenvolupar, provar i produir continuament una petita sèrie de microxips dissenyats per ells (entre 5 i 20 milions d'unitats a l'any). L'empresa contractarà fins a 100 treballadors altament qualificats, principalment enginyers i perfils relacionats amb el desenvolupament de materials i processos per a la producció de tapes i modelatge de la tecnologia. La planta de microxips IDEADED ajudarà a captar nous projectes i enfortir la indústria i el sistema productiu català.

La Generalitat de Catalunya, a través d'Avançsa i de l'Institut Català de Finances, ha concedit a l'empresa un préstec de 6 milions d'euros i una subvenció de 217.488 euros de la línia de Reindustrialització de la Direcció General d'Indústria per donar suport a aquest projecte, que el govern considera altament estratègic per a Catalunya. Aquest projecte també compta amb el suport d'ACCIÓ-Catalunya Trade & Investment.



Noves instal·lacions a Viladecans de semiconductors amb 500 m<sup>2</sup> per a la producció de sèries curtes de microxips.



## Cas d'èxit: CISCO Systems



L'empresa multinacional estatunidenca **CISCO** ha escollit Barcelona per a obrir-hi el seu primer centre europeu de disseny de semiconductors, que **s'ubica** al centre **d'innovació** que ja tenia a la capital catalana. Es considera que aquest projecte tindrà un fort impacte per accelerar **l'activitat** d'R+D a Catalunya vinculada als semiconductors, dinamitzar la indústria local i captar nous projectes d'inversió estrangera d'aquest sector. Es tracta **d'un** tipus **d'inversió** que compta amb molta competència internacional i que contribuirà a garantir la sobirania tecnològica i la reindustrialització **d'Europa** i Catalunya. Per a aquest projecte, **l'empresa s'ha** beneficiat del PERTE de semiconductors.

En **l'actualitat** Cisco compta amb el seu centre **d'innovació** a la zona de Poblenou de Barcelona a Ca l'Alíer, un espai que **s'ha** convertit en un *hub* tecnològic de desenvolupament de diferents tecnologies punteres com la IA, l'loT, la ciberseguretat o la computació quàntica. Al seu *hub* barceloní, Cisco hi preveu dissenyar el circuit integrat dels microxips. No es preveu que **s'instal·li** cap sala blanca, però sí maquinari específic **d'alt** rendiment pel disseny dels xips. El 2023 **l'empresa** ja va començar la contractació **d'enginyers** per a aquest propòsit; de fet, Cisco compta ja a la capital catalana amb el 30% del total de treballadors que té a **l'Estat** espanyol.



Les instal·lacions de Cisco a Barcelona, més de 3.000 m<sup>2</sup> a l'antiga fàbrica de Ca l'Alíer, a la zona del 22@.

## Cas d'èxit: MSTECH Europe



MSTECH Europe, empresa que desenvolupa equips i maquinària per a la indústria electrònica, va anunciar a finals de 2023 una inversió de 6 milions d'euros per a la reindustrialització de l'antiga fàbrica Mahle de Vilanova i la Geltrú (Barcelona). L'empresa ha rebut els suport també de la Direcció General d'Indústria del Departament d'Empresa i Treball, en forma d'1,4 milions d'euros de subvenció, i de l'Institut Català de Finances, amb un préstec de 2,7 milions d'euros.

L'objectiu de la companyia és convertir-se en desenvolupador i fabricant d'aquestes màquines per als processos de back-end de fabricació d'electrònica i microelectrònica. Les màquines desenvolupades per MSTECH es troben en el procés final de fabricació d'un circuit electrònic un cop s'han inserit els diferents components del circuit (resistències, transistors, processadors, etc.). La nova tecnologia de l'empresa redueix dràsticament el temps de curat (en el context dels circuits electrònics, es refereix al procés de curat o enduriment de determinats materials utilitzats en la fabricació de components electrònics, com ara adhesius, resines, recobriments i segelladors) i el malbaratament energètic, fent que la indústria que l'aplica sigui més competitiva.

L'empresa sudcoreana dona servei a diversos sectors, com l'electrònica de consum, la telefonia mòbil i l'automoció, per a empreses com Samsung, LG, KIA Motors, Continental i Intel, entre d'altres.



Visita institucional del Conseller d'Empresa i Treball i el Director General d'Indústria a la fàbrica d'MSTECH a Vilanova i la Geltrú, a on es duren activitats de producció i R+D+I.



## Cas d'èxit: QORVO

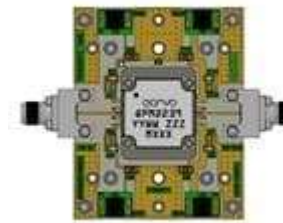


QORVO és una multinacional estatunidenca que desenvolupa tecnologies i solucions bàsiques de radiofreqüència (RF) i energia pels mercats de telefonia mòbil, infraestructures, IoT, defensa/aeroespacial i gestió de l'energia. L'empresa compta amb més de 30 anys al sector, i més de 8.000 treballadors a tot al món

Dins del catàleg de productes de Qorvo, trobem des d'amplificadors, fins a commutadors, passant per transistors, convertidors de freqüència, drivers linears i moduladors, semiconductors per a connexió sense cable i dispositius IoT, dispositius i xips per a bateries, etc.

Destaquen pels seus avenços en el mercat sense fils, la infraestructura de xarxes i les indústries aeroespacial i de defensa treballen per augmentar el rendiment dels productes, reduir els costos i implantar tecnologia de pròxima generació.

L'empresa té un centre de disseny i innovació pel desenvolupament de software i solucions de RF al campus UPC Nord de Barcelona.



Exemple de semiconductors desenvolupats per Qorvo: amplificadors, mòduls multi-protocol i transistors, per als sectors de les comunicacions, la defensa i l'IoT.

Fonts: web corporativa i ACCIÓ

Fem avui l'empresa del demà



**QUSIDE** és una empresa catalana de tecnologia quàntica que ofereix solucions d'aleatorietat avançades per als mercats de la ciberseguretat i la informàtica d'alt rendiment. És una spin-off de l'ICFO, centre de recerca líder mundial en fotònica i ciència quàntica. Quside està especialitzada en la generació, control i processament de l'aleatorietat, fonamental per a l'encryptació i les comunicacions quàntiques. L'empresa ha llançat diversos productes innovadors, com ara el QN 100, el xip semiconductor d'entropia quàntica més ràpid, o el RPU, la primera unitat de processament d'aleatorietat del món.

Quside participa en diferents iniciatives europees i ha estat una de les empreses seleccionades per obtenir finançament de l'EIC Accelerator, convocatòria altament competitiva a nivell europeu, amb dotacions de fins a 2,5 milions d'euros per a pimes. El projecte, pel qual Quside rep finançament, conegut com "Quantum-Based Randomness Processing Units (RPUs) for High-Performance Computation and Data Security" té com a objectiu revolucionar la computació i millorar la seguretat de les dades mitjançant la tecnologia d'aleatorització basada en la quàntica.



Exemple de semiconductor desenvolupat per Quside. Es tracta de *hardware* generador de números aleatoris quàntic (QRNG), d'1 Gbits de rendiment.



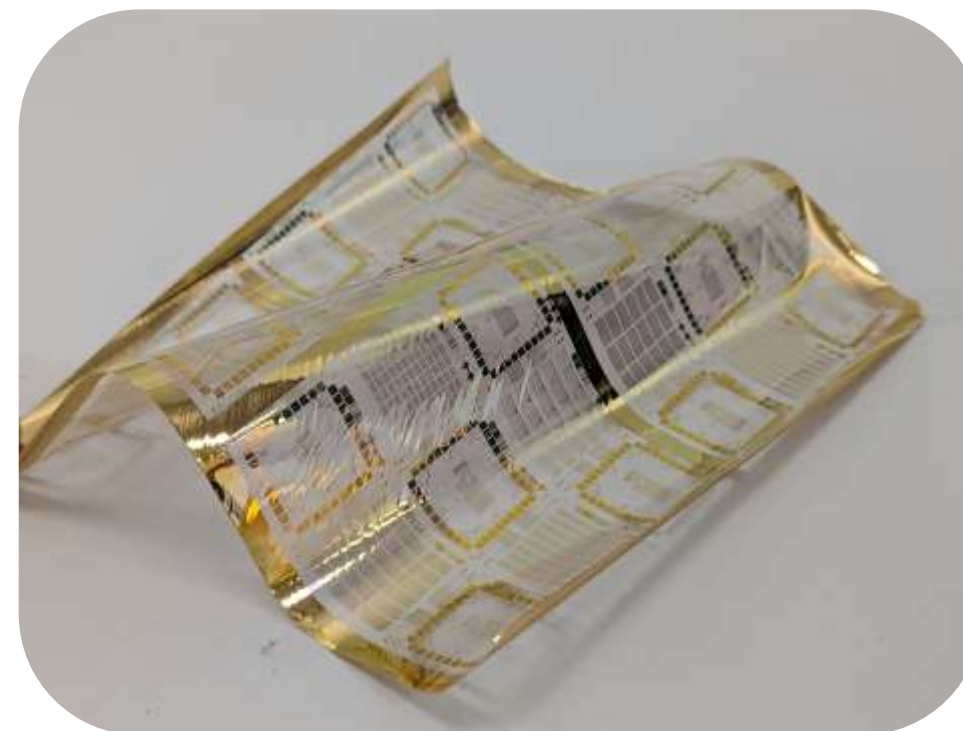
## Cas d'èxit: CEPHIS (UAB) + IMB-CNM (CSIC) + FlexiiC



El Centre de prototips i Solucions HW/SW -CEPHIS (UAB)- i l'Institut de Microelectrònica de Barcelona -IMB-CNM (CSIC)- col·labora amb l'empresa anglesa Smartkem Ltd des de 2021 per desenvolupar un kit de disseny (PDK) i llibreries de sensors i circuits. Aquestes eines proporcionen als dissenyadors la capacitat de fabricar els seus ASICs de baix cost i amb temps de fabricació reduït, utilitzant les eines habituals (comercials o lliures). Això permet la creació de xips flexibles i molt econòmics per a dispositius IoT.

Smartkem Ltd és una empresa anglesa especialitzada en la producció de nous tipus de materials semiconductors orgànics que permeten als fabricants produir una nova generació de pantalles OLED de menor cost i alt rendiment sense haver de canviar la infraestructura existent. Els seus semiconductors orgànics i tintes dielèctriques TRUFLEX® s'utilitzen en un procés de fabricació complet de 6 capes per a la creació de transistors orgànics de capa fina (OTFTs) sobre substrats flexibles. La química bàsica de Smartkem permet realitzar els processos a una temperatura de 80 °C sobre substrats de baix cost i ecosostenibles.

El 2022 es va crear la spin-off FlexiiC orientada al desenvolupament de productes i serveis de disseny utilitzant aquest tipus de tecnologies.



Exemple de circuits orgànics i flexibles amb vocació ecosostenible per a IoT, desenvolupats per la UAB-CEPHIS, el CNM, Smartkem i FlexiiC

## Cas d'èxit: Lace Lithography



Lace Lithography és una empresa emergent amb oficines a Bergen (NO) i Barcelona que desenvolupa tecnologia de litografia dissenyada per aconseguir mides properes al nanòmetre.

La tecnologia de l'empresa consta de components i tècniques per a produir patrons que permetin a la indústria una litografia de xips millorada.

Ha estat una de les empreses seleccionades per l'EIC Transition l'any 2023 per a la validació de la tecnologia i el desenvolupament de plans d'acció per a aplicacions específiques.

Desenvolupament d'una tecnologia innovadora de patronatge de xips, que amplia la Llei de Moore més enllà de la tecnologia actual.



Semiconductors a Catalunya

# Entrevistes realitzades

## Entrevistes a institucions i empreses

Volem agrair la disponibilitat i la facilitació de dades i d'informació per a l'elaboració d'aquest informe tecnològic de semiconductors a:




# Gràcies

Passeig de Gràcia, 129  
08008 Barcelona

[accio.gencat.cat](http://accio.gencat.cat)  
[catalonia.com](http://catalonia.com)

 @accio\_cat  
@Catalonia\_TI

 [linkedin.com/company/acciocat/](https://www.linkedin.com/company/acciocat/)  
[linkedin.com/company/invest-in-catalonia/](https://www.linkedin.com/company/invest-in-catalonia/)

**Consulteu l'informe aquí:**

<https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/eic-semiconductors-catalunya>



**Més informació sobre el sector, notícies i oportunitats:**

<https://www.accio.gencat.cat/ca/sectors/energia-eficiencia/>

