

TE TI

Taller d'Enginyeria Electrònica
i Tecnologies de la Informació



Amb el suport del Comissionat per a Universitats i Recerca



Generalitat de Catalunya
Departament d'Innovació,
Universitats i Empresa
**Comissionat per a Universitats
i Recerca**

Institucions col·laboradores



COITT
Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos de Telecomunicación



Generalitat de Catalunya
**Departament
d'Educació**

Tecnologia Electrònica

1- INTRODUCCIÓ

La televisió, la ràdio, el cotxe, el telèfon mòbil, etc...estan compostos per circuits electrònics. L'objectiu d'aquests circuits que connecten elèctricament resistències, condensadors o bateries és transportar o modificar senyals electrònics. Així, per exemple, el corrent elèctric que proporciona la bateria d'un telèfon mòbil l'aprofita un altre component electrònic que permet fer vibrar aquest quan es rep una trucada. Tots aquests components s'ajunten en una placa final permetent que el telèfon sigui capaç de realitzar trucades, reproduir música i fins i tot veure la televisió.

Electrònicus: Bon dia Ignotus. Com estàs avui?

Ignotus: Molt bé, amb moltes ganes d'aprendre. Què farem avui a aquesta pràctica?

Electrònicus: Amb aquesta activitat pretenem fer una petita introducció al disseny d'equips electrònics basats en tecnologies electrònica i microelectrònica, entenent com a tals les que permeten fabricar circuits més o menys complexos, a partir de components discrets i integrats, en una placa de circuit imprès (**PCB** "Printed Circuit Board").

- Els **components discrets** són dispositius (Resistències, Capacitats, Díodes, Transistors, ...) encapsulats individualment.
- Els **circuits integrats** són components que poden arribar a contenir milions d'aquests dispositius en un sol substrat. Aquests circuits integrats són el que anomenem **xips**.

Per apropar-nos a aquest objectiu realitzarem 3 tasques:

1. Veurem quines són les tecnologies per fabricar PCBs. Un vídeo ens explicarà el procés de fabricació d'una placa impresa i ens facilitarà informació per realitzar-ne una *in situ*.
2. Estudiarem un circuit electrònic fet sobre una PCB. Hauràs d'identificar els components que hi ha a la PCB relacionant-los amb l'esquema teòric del circuit (esquemàtic) i entendre les connexions gravades a la placa. A més, et facilitarem informació sobre la funcionalitat de les diverses parts del circuit i com pot variar llur comportament canviant alguns components.
3. Després farem una extrapolació a la tecnologia microelectrònica. Un altre vídeo ens explicarà les bases de la tecnologia de fabricació de circuits integrats i podràs observar al microscopi diferents circuits resultants d'aquestes tecnologies.

Ignotus: D'acord, d'acord, ja friso per començar. Què haig de fer?

Electrònicus: Tranquil, anem pas a pas. La implementació d'un circuit electrònic acostuma a dividir-se en diversos passos:

- a) Concepció del circuit, segons la idea general del que ha de fer.
- b) Realització de l'esquemàtic, on ja es determinen els components concrets que s'utilitzaran i les connexions entre ells.
- c) Simulació i verificació del comportament del circuit dissenyat.
- d) Fabricació de la placa de circuit imprès sobre la qual es muntarà el circuit.
- e) Connexió dels components que completen el circuit.

En aquesta activitat veuràs com es realitzen els dos darrers passos a partir d'un circuit ja dissenyat, dibuixat i simulat.

2- FABRICACIÓ D'UNA PLACA DE CIRCUIT IMPRÉS

Un cop provat el funcionament del circuit amb alguna mena de prototipat passem a fabricar una placa PCB. Els punts a seguir són els següents:

2.1- Perforat de la placa.

El procés de perforat consisteix a foradar la placa verge per tal que posteriorment s'hi puguin col·locar i soldar els components electrònics. Mitjançant un software adequat es localitzen en el layout (esquema o maqueta) les posicions a perforar, i tot seguit l'ordinador dóna les instruccions a la màquina per fer els desplaçaments i moviments necessaris per perforar la placa en el lloc exacte amb les broques del diàmetre adequat.

2.2- Realització de l'insolat de la placa.

El següent procés consisteix a definir les pistes metàl·liques de la placa mitjançant un procés fotolitogràfic. Primer de tot cal realitzar la màscara del circuit que definirà les zones exposades i no exposades a la llum, on volem que quedin pistes metàl·liques taparem el pas de llum ultra-violada. Una de les maneres més fàcils de fer la màscara és fer una impressió sobre una transparència del layout, la qual es col·locarà sobre la part fotosensible de la placa. Ajustem el temps d'exposició de la placa a uns 3 minuts durant els quals la insoladora farà que les zones exposades reaccionin químicament de manera que després les podrem eliminar.

2.3- Atac químic i soldat dels components.

Després d'insolar la placa apliquem una substància química reveladora i atacarem el material fotosensible que no estava protegit per la tinta de la màscara. Es passa la placa per un bany d'àcid que elimina la capa de coure que no estava protegida. Després d'una neteja amb alcohol, eliminarem la pel·lícula protectora de la màscara per tal de que només quedi el coure corresponent a les pistes de connexió del circuit.

Donat que el coure s'oxida fàcilment, és necessari una capa d'estany sobre les pistes per facilitar la soldadura dels components electrònics.

Ignotus: Crec que el procés m'ha quedat clar.

Electrònicus: Això et penses tu, innocent. Fins que no ho hagi provat no ho podràs dir. I per ajudar-te a retenir els conceptes et proposo les següents activitats:

- Observa el vídeo de fabricació d'una placa impresa i segueix-ne les instruccions.
- Agafa una placa del calaix 1 per portar-la a imprimir. Vés a la taula de l'ordinador acompanyat del professor i observa el procés d'impressió.
- Posa't els guants i, un cop tinguis la placa impresa, passa-hi el líquid revelador per veure les pistes metàl·liques resultants.
- Esbandeix-la amb aigua i deixa la placa ben seca amb el paper que tens a la taula.
- Ja pots llençar els guants i el paper a la paperera.

Ignotus: Quèèèèèèèè?

Electrònicus: Ei, ei!! No t'espantis, que no és tan complicat com pot semblar. T'ho explico a poc a poc:

El circuit consta de dos blocs:

1. Un generador de senyals.
2. Un visualitzador d'aquests senyals ("VUmeter").

Aquest és el generador de senyals:

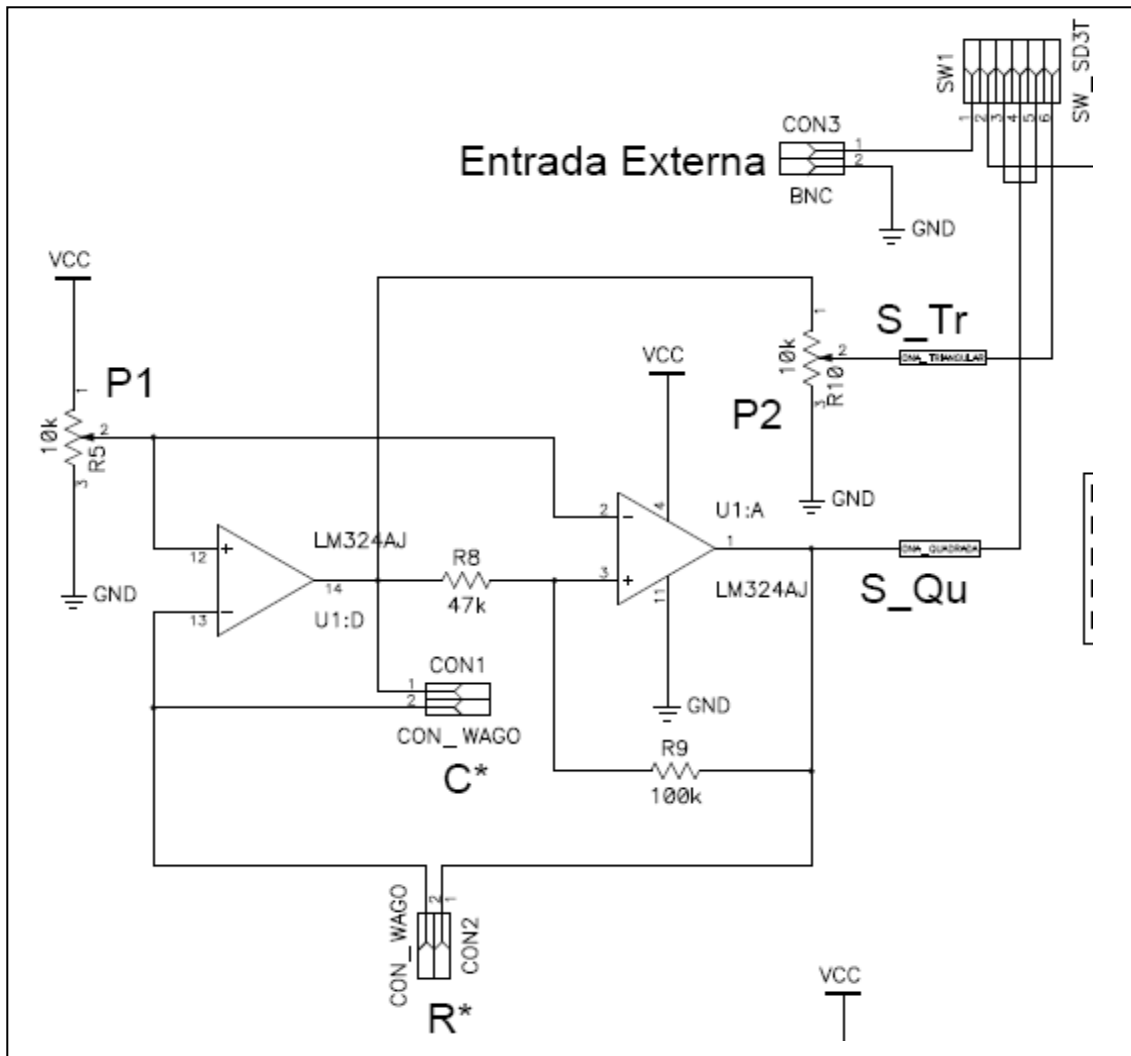


Figura 2: Generador de senyals.

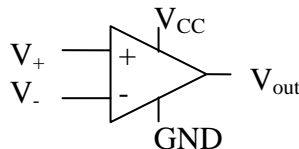
Proporciona dos tipus d'ona: una quadrada (a **S_Qu**) i una altra de triangular (a **S_Tr**). Com és un senyal periòdic, hi podem variar diversos paràmetres. Els que ens interessen ara per ara són:

- **El període:** el podem controlar mitjançant la resistència **R*** i la capacitat **C*** (el període del senyal es troba al voltant del producte $2 \cdot R^* \cdot C^*$).
- **L'amplitud:** mitjançant la resistència variable **P2** (potenciòmetre).

Pots identificar aquest bloc a l'esquemàtic de la primera figura?

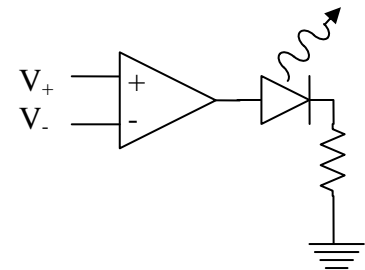
Per últim, el component SW_SD3T és un interruptor que permet triar quin dels senyals volem que surti cap al visualitzador de senyals.

El segon bloc consisteix en un “VUmeter” (mesurador de voltatge), és a dir un visualitzador del nivell d’una tensió (amplitud d’un senyal, o també assimilable a la intensitat d’un so) mitjançant un senyal lluminós. El principi de funcionament és molt senzill com veurem a continuació. Afortunadament, avui en dia disposem de components molt sofisticats (integrats amb circuits complicats) i fàcils d’utilitzar. Un d’ells és el comparador, que es representa per:



Aquest dispositiu compara les dues tensions d’entrada V_+ i V_- , donant a la sortida la tensió V_{CC} (tensió a la que s’alimenta el circuit) si $V_+ > V_-$ i $0V$ (GND, de “ground”, massa en anglès) si $V_+ < V_-$.

Si a la sortida V_{out} connectem un LED (díode que emet llum quan hi circula corrent) el que passarà és que quan $V_+ > V_-$ el LED estarà encès, mentre que si $V_+ < V_-$ el LED estarà apagat.



Ignotus: I amb això què farem?

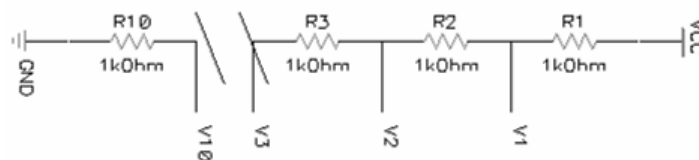
Electrònicus: Doncs posar 10 circuits d’aquest tipus amb entrades V_- diferents: posarem nivells de tensió creixents, des de petits volts (gairebé $0V$) fins a gairebé el màxim de tensió (V_{cc}). I totes les entrades V_+ les ajuntarem i les connectarem a la sortida del generador de senyal.

Ignotus: Clar, això es diu molt fàcil, però... d’on traurem aquests nivells de tensió diferents???

Electrònicus: Te’n recordes de la llei d’Ohm?

Ignotus: Uhmhhhmm, ah clar! Si posem diverses resistències en sèrie entre V_{cc} i GND la tensió que cau a cada resistència és proporcional al seu valor.

Electrònicus: Efectivament, això és el que s’anomena divisor de tensió:



3.1 De fet Ignotus, si t’agraden les Matemàtiques i la Física et proposo que calculis els valors de les tensions V_1 , V_2 , V_3 i V_{10} si $V_{cc}=5V$ i $GND=0V$ (Respon al full de respostes). És molt fàcil, com tu has dit només cal aplicar la llei d’Ohm.

3.2 Per què faries servir aquest muntatge? (Respon al full de respostes)

Ignotus: Molt bé, ara només queda ajuntar això amb els comparadors i els LEDs i tenim el nostre “VUmeter”

Electrònicus: Pots identificar aquest bloc del “VUmeter” a l’esquemàtic?

Ignotus: Sí, sí, per ara tot està molt bé però només ho tenim al paper. Com passem del paper al circuit real?

Electrònicus: Mira, abans ja has vist com es fan els circuits impresos on estaran les connexions entre els components. Pel que fa als components, les resistències i capacitats (condensadors) discrets estan als calaixos 2 i 3 respectivament i tenen el següent aspecte:

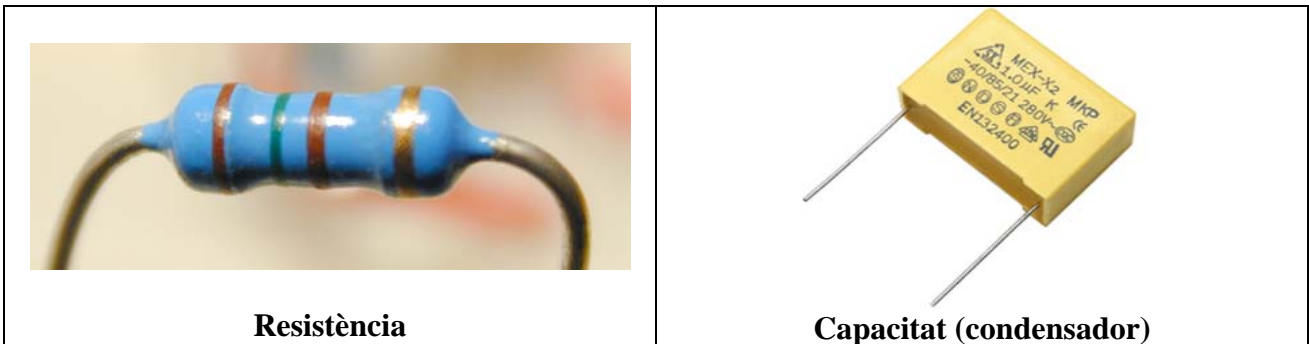


Figura 3: Elements del circuit.

I els comparadors els tenim de 4 en 4 en uns circuits integrats que en aquest cas s’anomenen LM324

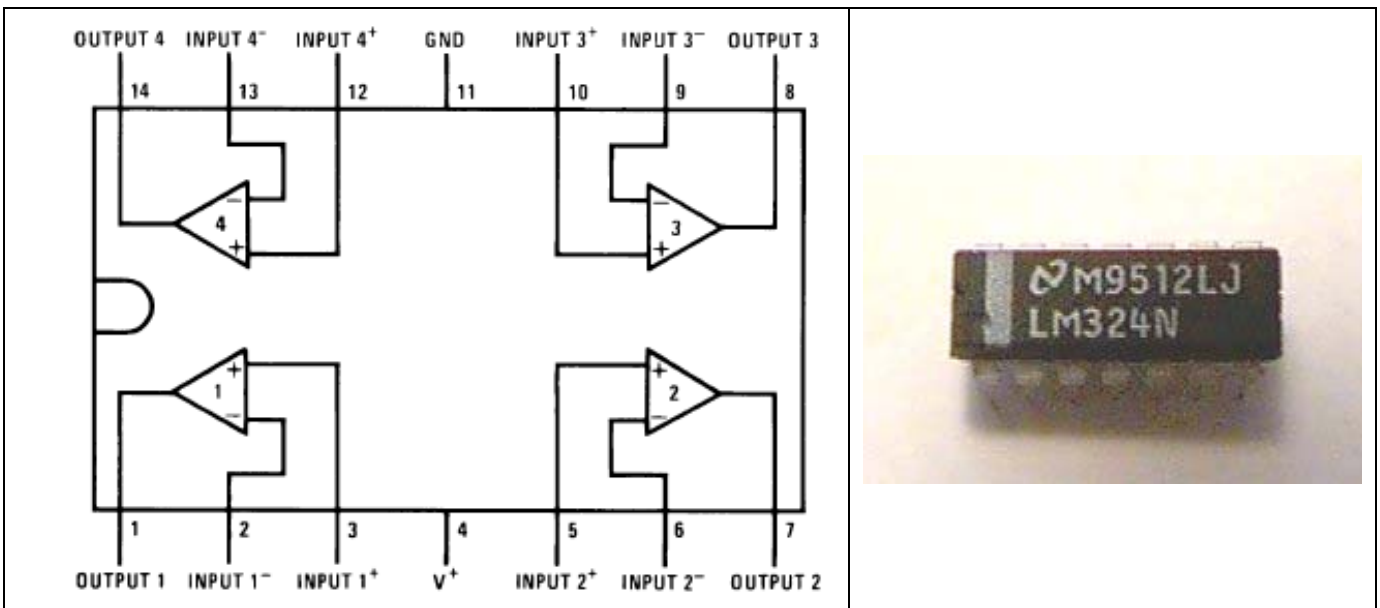


Figura 4: Amplificador.

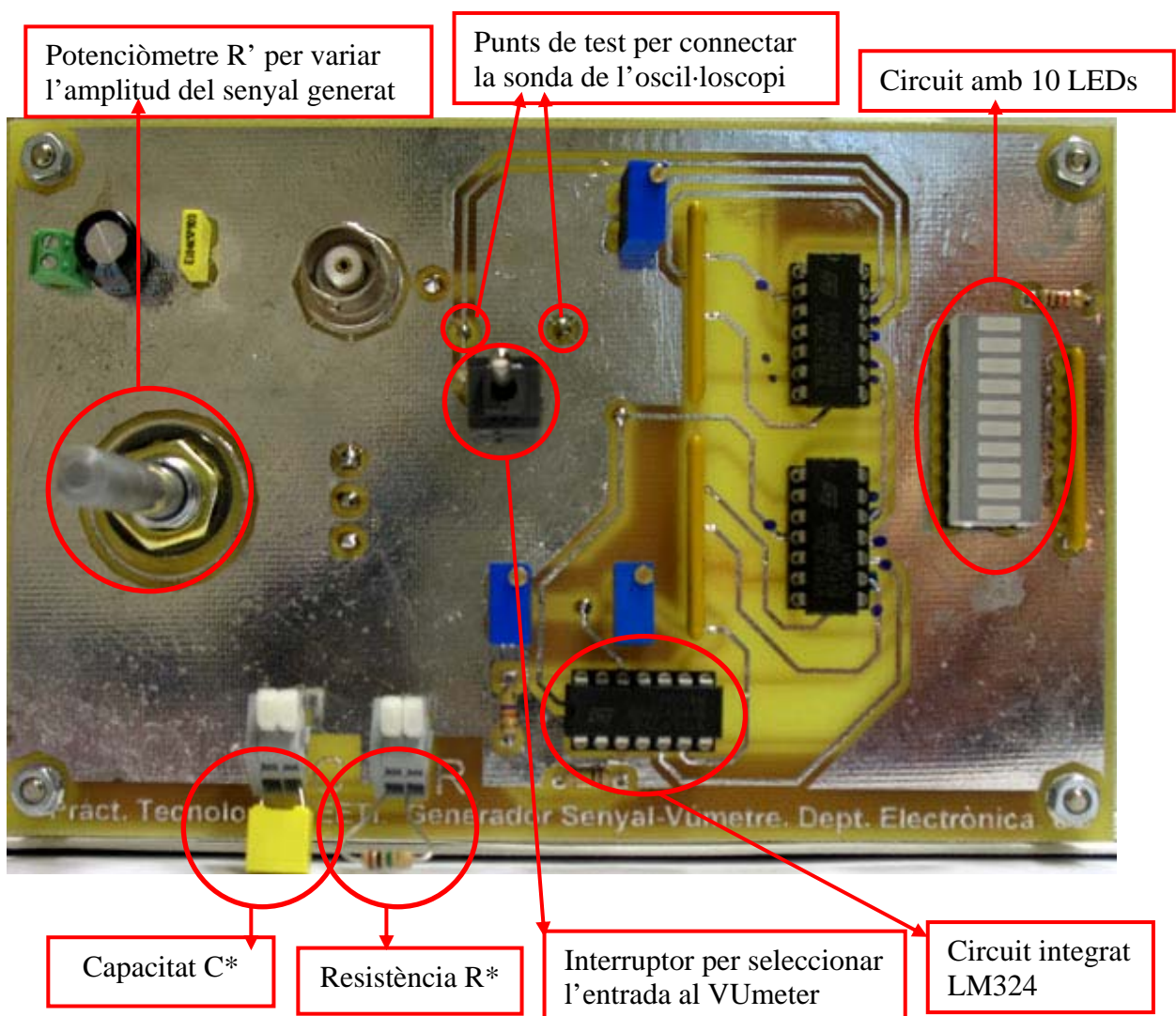
De fet també hi ha “integrats” de resistències, i n’hem fet servir alguns per simplificar la nostra placa:



Figura 5: Resistències en paral·lel.

El que has de fer ara és:

- Identificar els components de l'esquemàtic a la placa.
- Posar una resistència i un condensador als connectors de la placa identificats com "R" i "C", de manera que donin un senyal de període d'un segon aproximadament.
- Connectar la placa a l'alimentació (5V de corrent continu).
- Què fan els llums? Haurien d'anar pujant i baixant; si no ho fan és perquè no tenim seleccionada la sortida del generador triangular com entrada del "VUmeter". Si és així, canvia l'interruptor fins aconseguir l'efecte desitjat.
- De fet, el senyal també es pot mirar a l'oscil·loscopi, on podrem mesurar fàcilment el període i l'amplitud. Utilitza els punts de test marcats a la figura següent.
- Observa l'efecte de canviar el condensador C i la resistència R, i de modificar el valor de la resistència variable R'.
- Què passa si canvies del senyal triangular al quadrat mitjançant l'interruptor? Quin efecte té al "VUmeter"?



Amb l'ajuda del codi de colors del pòster, calcula el valor de cada resistència i omple la taula següent: (Respon al full de respostes)

4- OBSERVACIÓ DELS CIRCUITS INTEGRATS

Ignotus: Això m'ha agradat molt, però jo tinc un aparell de música (un mp3) que a més de fer música té un "VUmeter" d'aquests per indicar el nivell sonor, i és molt molt més petit... segur que no deu estar fet de la mateixa manera!!!

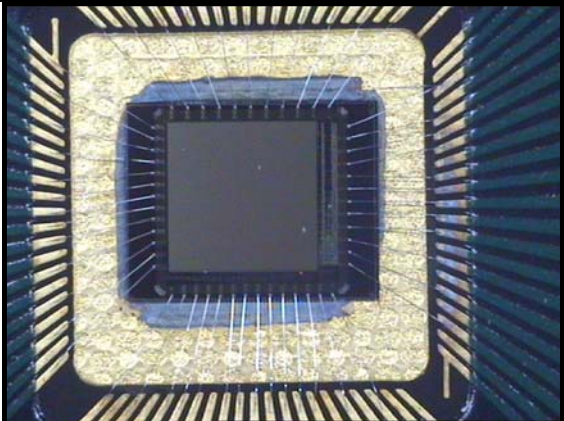
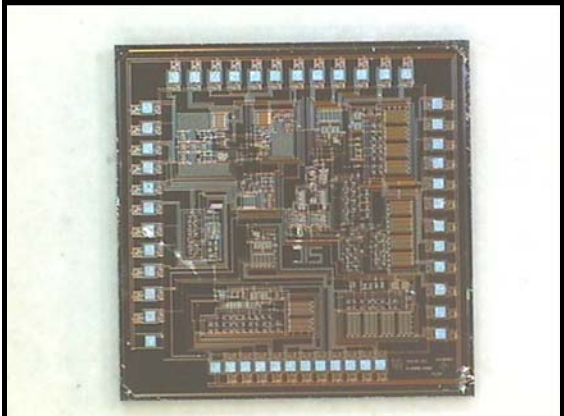
Electrònicus: Doncs encara que no t'ho creguis sí. Els dispositius que es fan servir són exactament els mateixos: resistències, capacitats, comparadors, LEDs, transistors.... però fet a una escala molt més petita. Avui en dia es poden integrar tots els components del nostre circuit (i de fet molts més) en un sol xip. La integració a tan petita escala permet fer circuits de mida molt reduïda, de l'ordre d'un cm² o inferior. Alguns dels circuits integrats més avançats són els microprocessadors que s'utilitzen en els ordinadors, electrodomèstics, cotxes, consoles de vídeo jocs.

Ignotus: De veritat? Sembla increïble.

Electrònicus: La tecnologia d'integració de dispositius en un xip ha evolucionat a una velocitat molt gran. Pensa per exemple en els microprocessadors, els xips que contenen els ordinadors entre d'altres aparells. El primer que es va fer a l'any 1971 tenia uns 2.500 transistors, avui dia els que tenen els ordinadors personals que fas servir a classe o casa tenen més de 500.000.000 de transistors i aquesta evolució ha estat en menys de 40 anys!. Els senyors d'Intel diuen que si els cotxes haguessin evolucionat a la mateixa velocitat ara s'aniria de la costa est dels Estats Units a la costa oest en menys de 10 segons....

Ignotus: Caram! Em pots explicar una mica més de tot això.

Electrònicus: Sí. Si obrissis un aparell tan habitual com un telèfon mòbil podries veure circuits integrats com aquests:

	<p style="text-align: center;"><i>Circuit càmera CMOS</i></p> <p>És el circuit que es fa servir per obtenir les imatges de les càmeres de mòbil.</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Microcontrolador sistema</i></p> <p>És l'encarregat de gestionar el sistema, és a dir, s'encarrega d'ordenar les comunicacions amb totes les altres parts del sistema com la memòria, executar programes, etc...</p>

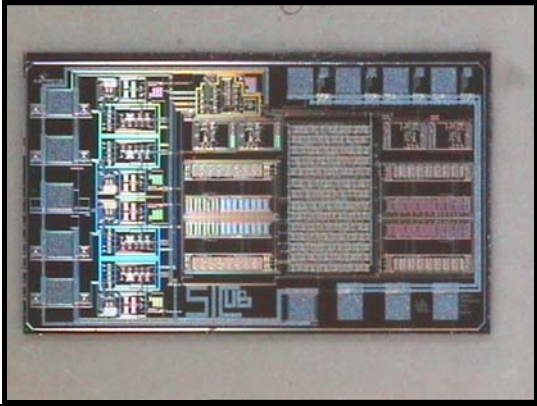
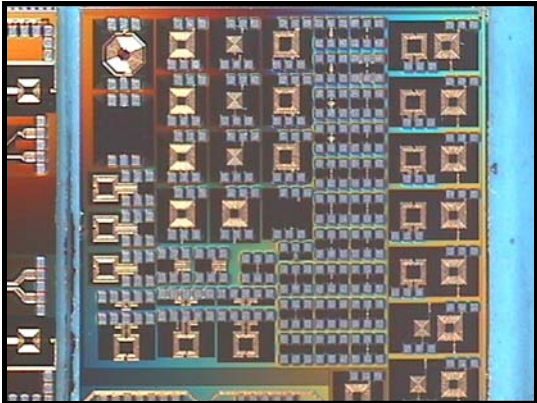
	<p style="text-align: center;"><i>Convertidor analògic-digital</i></p> <p>Converteix les dades analògiques per a que el microprocessador pugui treballar amb la informació digitalment.</p>
	<p style="text-align: center;"><i>Circuit de radiofreqüència</i></p> <p>S'utilitza per rebre o enviar els senyals a través de l'aire i poder comunicar-nos amb la resta.</p>

Figura 6: Diferents tipus de xips amb diferents aplicacions.

Ignotus: Ara mateix obro el meu mòbil i començo a mirar!

Electrònicus: Tranquil, no corris! Ja ho he fet jo per tu. Mira et proposo les següents activitats:

- Observa el vídeo sobre la fabricació de circuits integrats.
- Extrau del calaix 7 els xips amb els circuits integrats.
- Observa amb el microscopi els diferents xips.
- Comenta amb el professor les diferències entre ells.

Ignotus: Què interessant! A partir d'ara estriparé tots els aparells electrònics quan se m'espallin, per veure'ls per dins.

Electrònicus: Home, vigila el que fas, que fins ara només has vist la punta de l'iceberg. Però estudiant es poden aprendre moltes coses interessants. Sempre que vulguis pregunta'm i tindrè molt de gust en explicar-te. I podràs entrar més endins en l'apassionant món de l'Electrònica ...

Ignotus: Potser et preguntaré més, doncs. Fins una altra!

Electrònicus: Fins aviat, doncs.