



2023

## 18. Integrirani krugovi

R2: SCRAPY Vodič

Broj projekta: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 Co-funded by  
the European Union

Podrška Europske komisije za izradu ove publikacije ne znači odobravanje sadržaja, koji odražava samo stavove autora, a Komisija se ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu upotrebu informacija sadržanih u njoj.

ECAM EPMI  
30/04/2023

## Sadržaj

1 Uvod.....	2
2 Unutar IC-a.....	2
3 IC paketi.....	4
4 Označavanje polariteta i označavanje pinova.....	4
5 Stil montaže .....	5
5.1 DIP (Dual in-line paketi).....	5
5.2 Paketi za površinsku montažu (SMD/SMT).....	6
5.3 Small-Outline (SOP) .....	6
5.4 Quad Flat paketi .....	7
5.5 Mrežni nizovi kuglica.....	8
6 uobičajenih IC-ova.....	8
6.1 Logička vrata, mjerači vremena, registri pomaka, itd.....	9
6.2 Mikrokontroleri, mikroprocesori, FPGA, itd.....	9
6.3 Senzori .....	9
7 Zaključak.....	10

## 1 Uvod

Integrirani sklopovi (IC) temelj su moderne elektronike. Oni su srce i mozak većine krugova. Oni su sveprisutni mali crni "čipovi" koje možete pronaći na svakoj tiskanoj ploči. Osim ako niste neka vrsta ludog čarobnjaka za analognu elektroniku, vjerojatno ćete imati barem jedan IC u svakom elektroničkom projektu koji napravite, stoga je važno razumjeti ih, iznutra i izvana.



*Integrirani krugovi su mali crni "čipovi", koji se nalaze posvuda u ugrađenoj elektronici.*

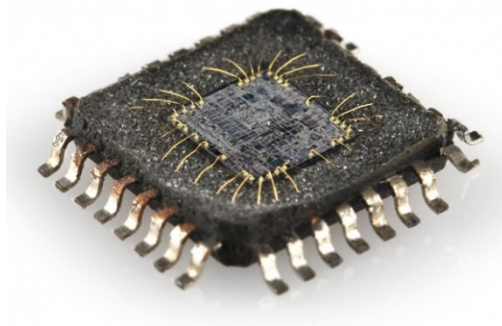
IC je skup elektroničkih komponenti -- **otpornika, tranzistora, kondenzatora** itd. -- svih stavljenih u maleni čip i povezanih radi postizanja zajedničkog cilja. Dolaze u svim različitim vrstama: logička vrata s jednim krugom, operacijska pojačala, mjerači vremena 555, regulatori napona, kontroleri motora, mikrokontroleri, mikroprocesori, FPGA... popis se jednostavno nastavlja.

**Obrađeno u ovoj lekciji:**

- Sastav IC-a
- Uobičajeni IC paketi
- Identificiranje IC-ova
- Često korišteni IC-ovi

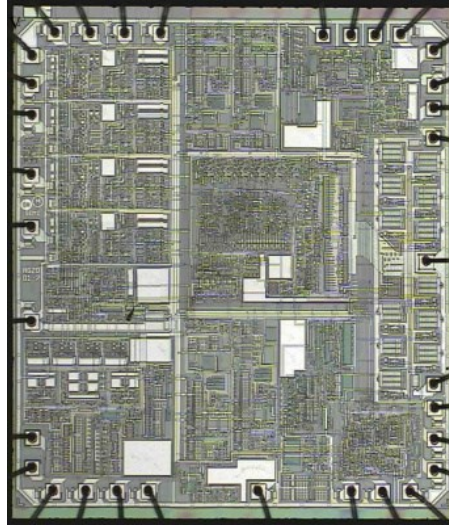
## 2 Unutar IC-a

Kada razmišljamo o integriranim krugovima, mali crni čipovi su ono što nam pada na pamet. Ali što je unutar te crne kutije?



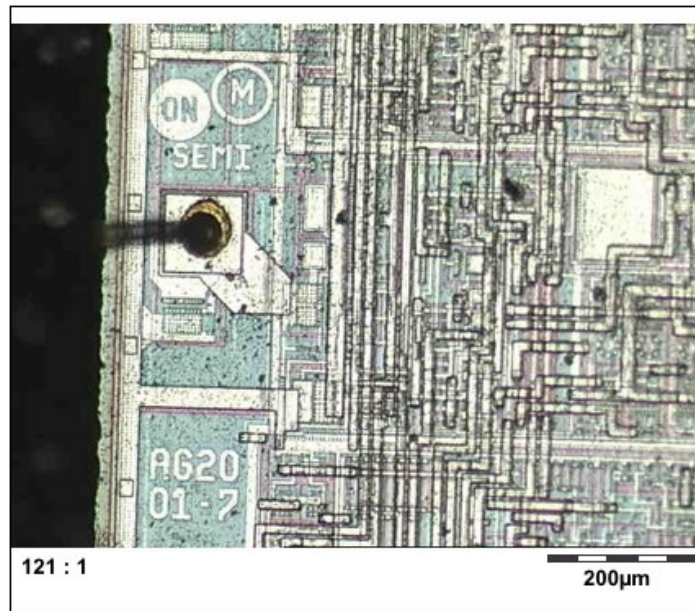
*Unutrašnjost integriranog kruga vidljiva je nakon uklanjanja vrha.*

Pravo "meso" IC-a je složen sloj poluvodičkih pločica, bakra i drugih materijala, koji se međusobno povezuju u obliku tranzistora, otpornika ili drugih komponenti u krugu. Izrezana i oblikovana kombinacija ovih pločica naziva se **matrica**.



*Pregled IC matrice.*

Iako je sam IC malen, pločice poluvodiča i slojevi bakra od kojih se sastoji nevjerojatno su tanki. Veze između slojeva su vrlo zamršene. Evo uvećanog dijela kockice iznad:



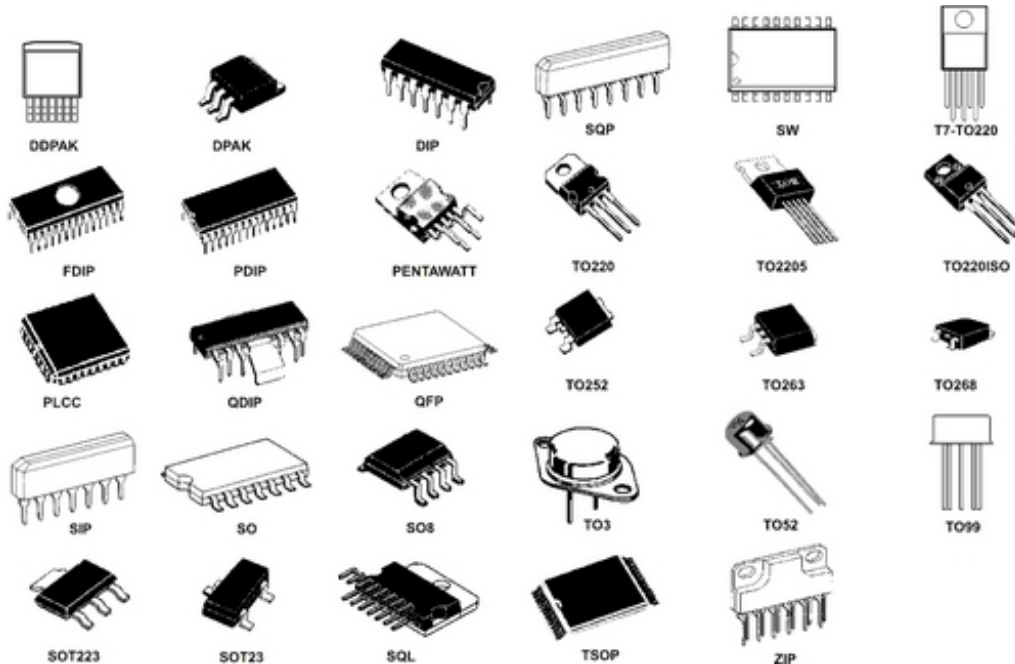
*Zumirana IC matrica*

IC matrica je sklop u svom najmanjem obliku, premalen za lemljenje ili spajanje. Kako bismo olakšali posao povezivanja na IC, zapakiramo matricu. IC paket pretvara osjetljivu, sićušnu matricu u crni čip s kojim smo svi upoznati.

### 3 IC paketi

Paket je ono što inkapsulira matricu integriranog kruga i širi ga u uređaj s kojim se možemo lakše spojiti. Svaka vanjska veza na matrici povezana je sitnim komadićem zlatne žice s jastučićem ili iglom **na** pakiranju. Pinovi su srebrni, ekstrudirani terminali na IC-u, koji se povezuju s drugim dijelovima kruga. Oni su nam od najveće važnosti jer su oni ono što će se spojiti s ostalim komponentama i žicama u krugu.

Postoji mnogo različitih vrsta paketa, od kojih svaki ima jedinstvene dimenzije, vrste montaže i/ili broj pinova.



### Različite vrste IC paketa.

## 4 Označavanje polariteta i označavanje pinova

Svi IC-ovi su polarizirani, a svaki je pin jedinstven u smislu položaja i funkcije. To znači da paket mora imati neki način da prenese koja je igla koja. Većina IC-ova koristeće **urez** ili **točku** za označavanje koji je pin prvi. (Ponekad oboje, ponekad jedno ili drugo.)

Jednom kada saznate gdje je prvi pin, preostali brojevi pinova rastu sekvencijalno kako se krećete u smjeru suprotnom od kazaljke na satu oko čipa.

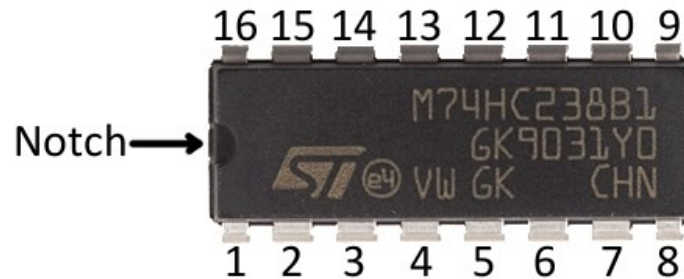


### Označavanje polariteta i numeriranje pinova



## 5 Stil montaže

Jedna od glavnih prepoznatljivih karakteristika vrste paketa je način na koji se postavljaju na tiskanu ploču. Svi paketi spadaju u jednu od dvije vrste montaže: **kroz otvor** (PTH) ili površinsku montažu (SMD ili SMT). Paketi s otvorom su veći i s njima je puno lakše raditi. Dizajnirani su da se zabodu kroz jednu stranu ploče i zaleme na drugu stranu.

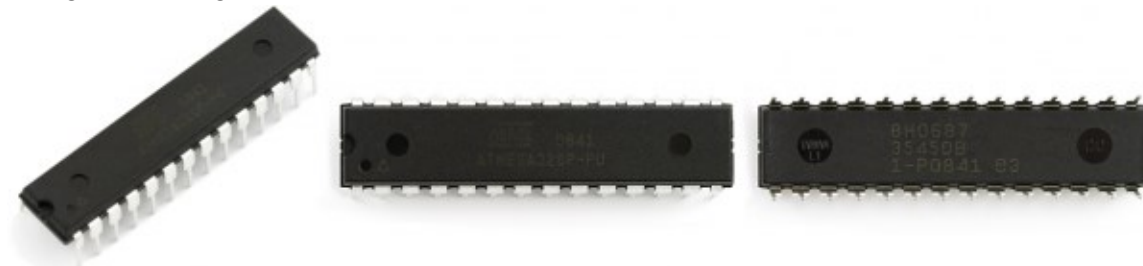


Stil montaže

**za površinsku montažu** variraju u veličinama od malih do minijaturnih. Svi su dizajnirani da sjednu na jednu stranu tiskane ploče i budu zalemljeni na površinu. Pinovi SMD paketa ili izlaze van, okomito na čip ili su ponekad raspoređeni u matricu na dnu čipa. IC-ovi u ovom faktoru oblika nisu baš "prikladni za ručno sastavljanje". Obično zahtijevaju posebne alate kao pomoć u procesu.

### 5.1 DIP (Dual in-line paketi)

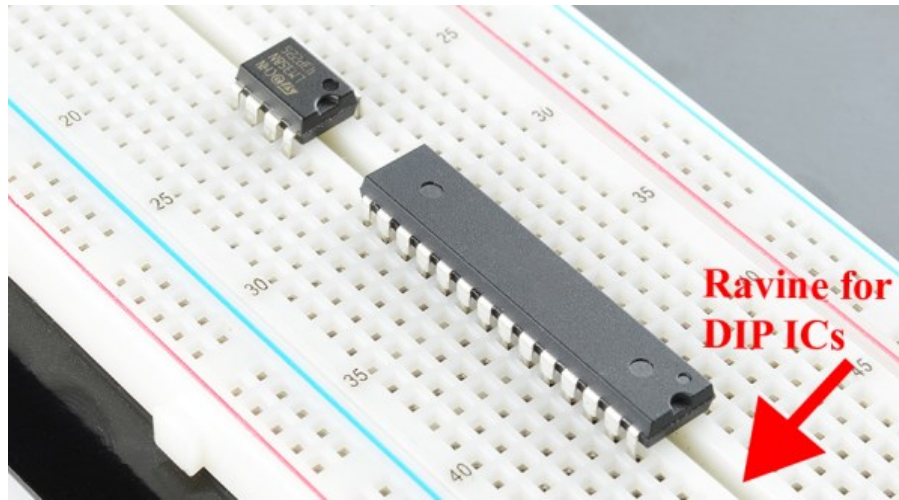
DIP, skraćenica za dual in-line package, najčešći je IC paket s otvorom na koji ćete naići. Ovi mali čipovi imaju dva paralelna reda pinova koji se okomito protežu iz pravokutnog, crnog, plastičnog kućišta.



28-pinski ATmega328 je jedan od popularnijih mikrokontrolera u DIP pakiranju.

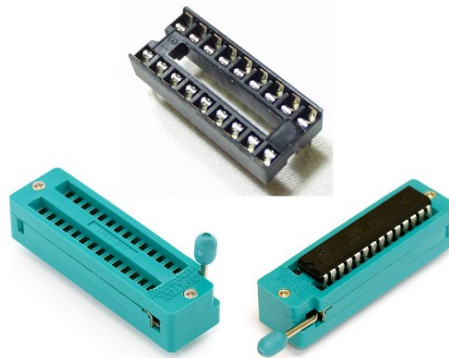
Svaki od pinova na DIP IC-u razmaknut je za 0,1" (2,54 mm), što je standardni razmak i savršen za postavljanje u matične ploče i druge ploče za izradu prototipova. Ukupne dimenzije DIP paketa ovise o broju pinova, koji može biti bilo gdje od četiri do 64.

Područje između svakog reda pinova savršeno je razmaknuto kako bi se DIP IC-ovima omogućilo da opkorače središnje područje matične ploče. To svakom pinu daje svoj red na ploči i osigurava da se međusobno ne spoje kratko.



#### *IC-ovi koji se koriste u matičnim pločama*

Osim što se koriste u matičnim pločama, DIP IC-ovi se također mogu **zalemiti u PCB-ove**. Umetnute su u jednu stranu ploče i zalemljene na mjesto s druge strane. Ponekad, umjesto izravnog lemljenja na IC, dobra je ideja staviti čip u utičnicu. Korištenje **utičnica** omogućuje uklanjanje i zamjenu DIP IC-a ako se dogodi da "ispusti svoj plavi dim."



*Obična DIP utičnica (gore) i ZIF utičnica sa i bez IC.*

## 5.2 Paketi za površinsku montažu (SMD/SMT).

Danas postoji veliki izbor vrsta paketa za površinsku montažu. Za rad s integriranim sklopovima za površinsku montažu obično vam je potrebna prilagođena tiskana pločica (PCB) izrađena za njih, koja ima odgovarajući uzorak bakra na koji su zalemljeni.

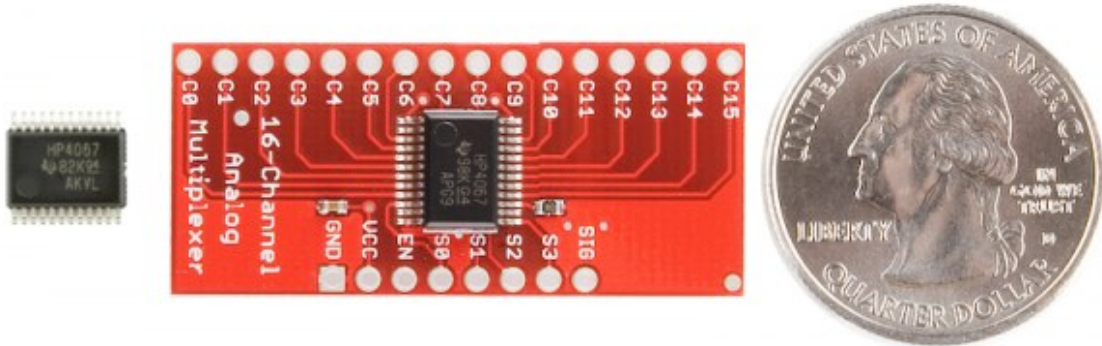
Evo nekoliko uobičajenih tipova SMD paketa, u rasponu mogućnosti ručnog lemljenja od "izvedivo" do "izvedivo, ali samo s posebnim alatima" do "izvedivo samo s vrlo posebnim, obično automatiziranim alatima".

## 5.3 Small-Outline (SOP)

Small-outline IC (SOIC) paketi su rođaci DIP-a za površinsku montažu. To je ono što biste dobili da savijete sve igle na DIP-u prema van i smanjite ga na mjeru. S mirnom rukom i zatvorenim okom, ovi paketi su među najjednostavnijim SMD dijelovima za ručno

lemljenje. Na SOIC paketima, svaka je igla obično udaljena oko 0,05" (1,27 mm) od sljedeće.

SSOP (shrink small-outline package) još je manja verzija SOIC paketa. Ostali, slični IC paketi uključuju TSOP (tanki paket malih obrisa) i TSSOP (tanki paket malih obrisa).

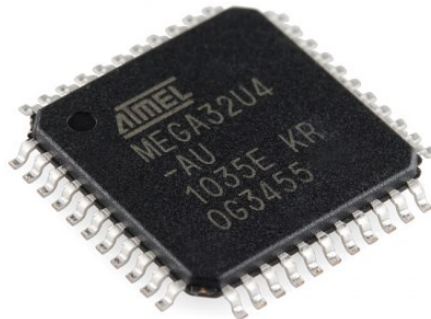


*16-kanalni multiplexer (CD74HC4067) u 24-pinskom SSOP paketu. Postavljen na ploču u sredini (četvrtina je dodana za usporedbu veličina).*

Puno jednostavnijih IC-ova orijentiranih na jedan zadatak poput MAX232 ili multipleksera dolaze u SOIC ili SSOP oblicima.

## 5.4 Quad Flat paketi

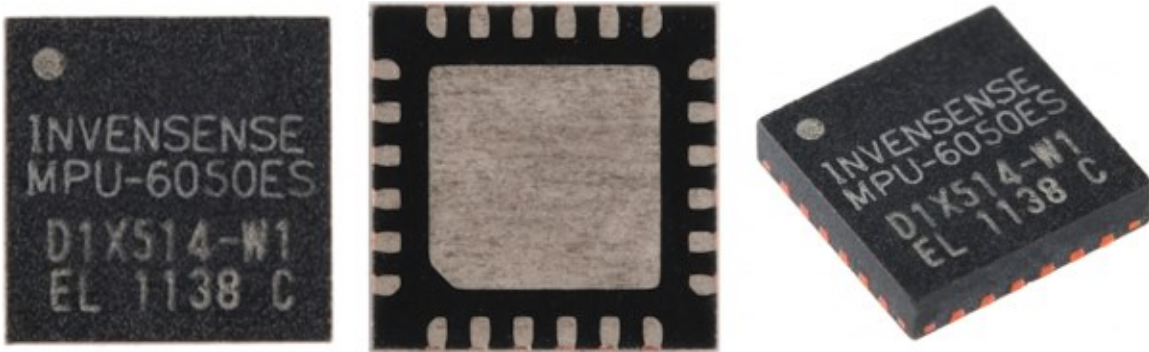
Izlaganjem pinova IC-a u sva četiri smjera dobivate nešto što bi moglo izgledati kao quad-flat paket (QFP). QFP IC-ovi mogu imati od osam pinova po strani (ukupno 32) do više od sedamdeset (ukupno 300+). Pinovi na QFP IC-u obično su razmaknuti od 0,4 mm do 1 mm. Manje varijante standardnog QFP paketa uključuju tanke (TQFP), vrlo tanke (VQFP) i niskoprolne (LQFP) pakete.



*ATmega32U4 je u 44-pinskom (11 sa svake strane) TQFP paketu.*

Ako ste izbrusili noge QFP IC-a, dobit ćete nešto što bi moglo izgledati kao **quad-flat no-leads (QFN)** paket. Priključci na QFN paketima su maleni, izloženi jastučići na rubovima donjeg kuta IC-a. Ponekad se omotaju oko i budu izloženi i sa strane i s dna, dok druga pakiranja izlažu samo jastučić na dnu čipa.





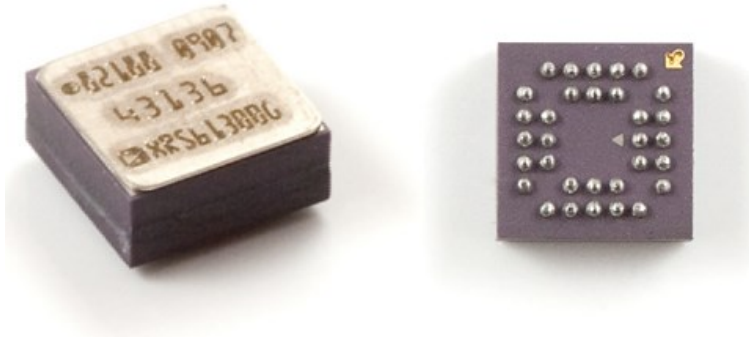
*Multitalentirani MPU-6050 IMU senzor dolazi u malenom QFN pakiranju, s ukupno 24 pina koji se skrivaju na donjem rubu IC-a.*

Tanki (TQFN), vrlo tanki (VQFN) i mikro-provodni (MLF) paketi su manje varijacije standardnog QFN paketa. Postoje čak i dvostruki paketi bez vodova (DFN) i tanki dvostruki paketi bez izvoda (TDFN), koji imaju pinove na samo dvije strane.

Mnogi mikroprocesori, senzori i drugi moderni IC-ovi dolaze u QFP ili QFN paketima. Popularni mikrokontroler ATmega328 nudi se i u TQFP paketu i u QFN (MLF) obliku, dok maleni akcelerometar/žiroskop poput MPU-6050 dolazi u minijaturnom QFN obliku.

## 5.5 Mrežni nizovi kuglica

Konačno, za stvarno napredne IC-ove, tu su paketi s kuglastim rešetkastim nizom (BGA). Ovo su nevjerovatno zamršena mala pakiranja u kojima su male kuglice lema raspoređene u 2-D mrežu na dnu IC-a. Ponekad su lemne kuglice pričvršćene izravno na matricu!



*IC kuglasti rešetkasti nizovi*

BGA paketi obično su rezervirani za napredne mikroprocesore, poput onih na pcDuino ili Raspberry Pi.

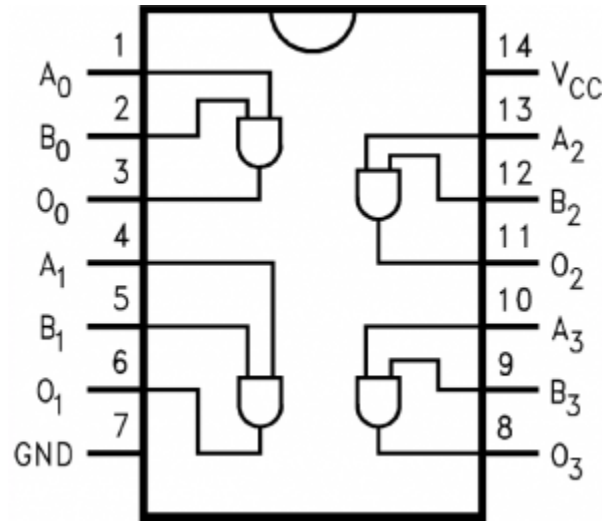
Ako možete ručno lemiti IC u BGA pakiranju, smatrajte se stručnjakom za lemljenje. Obično stavljanje ovih paketa na tiskanu ploču zahtijeva automatizirani postupak koji uključuje strojeve za odabir i postavljanje i pećnice za reflow.

## 6 uobičajenih IC-ova

Integrirani sklopovi prevladavaju u toliko mnogo oblika u elektronici da je teško pokriti sve. Evo nekoliko uobičajenih IC-ova s kojima se možete susresti u obrazovnoj elektronici.

### 6.1 Logička vrata, mjeraci vremena, registri pomaka, itd.

Logička vrata, građevni blokovi mnogo više samih IC-ova, mogu se pakirati u njihov integrirani krug. Neki IC-ovi s logičkim vratima mogu sadržavati nekoliko vrata u jednom paketu, poput ovih četverostrukih ulaza AND vrata:



Logička vrata unutar IC-a

Logička vrata mogu se spojiti unutar IC-a za stvaranje mjeraca vremena, brojača, zasuna, registara posmaka i drugih osnovnih logičkih sklopova. Većina ovih jednostavnih sklopova može se naći u DIP paketima, kao i SOIC i SSOP.

### 6.2 Mikrokontroleri, mikroprocesori, FPGA, itd.

Mikrokontroleri, mikroprocesori i FPGA, svi pakiraju tisuće, milijune, pa čak i milijarde tranzistora u sićušne čipove, svi su integrirani krugovi. Ove komponente postoje u širokom rasponu funkcionalnosti, složenosti i veličine; od 8-bitnog mikrokontrolera kao što je ATmega328 u Arduino, do složenog 64-bitnog višejezgrenog mikroprocesora koji organizira aktivnost u vašem računalu.

Ove komponente su obično najveći IC u krugu. Jednostavni mikrokontroleri mogu se naći u paketima od DIP do QFN/QFP, s brojem pinova između osam i stotinu. Kako ove komponente rastu u složenosti, paket postaje jednako složen. FPGA i složeni mikroprocesori mogu imati više od tisuću pinova i dostupni su samo u naprednim paketima kao što su QFN, LGA ili BGA.

### 6.3 Senzori

Moderni digitalni senzori, poput temperaturnih senzora, akcelerometara i žiroskopa, svi dolaze upakirani u integrirani krug.

Ovi IC-ovi su obično manji od mikrokontrolera ili drugih IC-ova na tiskanoj ploči, s brojem pinova u rasponu od tri do dvadeset. IC-ovi DIP senzora postaju rijetkost, jer se moderne komponente obično nalaze u QFP, QFN, pa čak i BGA paketima.

## 7 Zaključak

Integrirani krugovi prisutni su u skoro svakom krugu. Sada kada ste upoznati s IC-ovima, zašto ne provjerite neke od ovih povezanih koncepata:

- **Osnove PCB-a** - IC-ovi se moraju nekako spojiti na strujni krug. Obično ćemo zalemiti IC na tiskanu ploču (PCB). Pogledajte ovaj vodič kako biste saznali više o tim malim zelenim pločama.
- **Serijska komunikacija, serijsko periferno sučelje (SPI) i I2C** - Sva tri su komunikacijski protokoli koje IC-ovi koriste za međusobnu komunikaciju.