

FONDAMENTI DI INFORMATICA

01 - Il Transistor

TABLE OF CONTENTS

- Ripasso
- Come discretizzare il mondo
- Il Transistor
- E adesso?
- Riferimenti

RIPASSO

Nella scorsa lezione abbiamo introdotto il concetto di **bit**, come uno spazio da riempire con due simboli, 0 e 1

_ → 0, 1

Abbiamo poi discusso il fatto che
possiamo utilizzare le sequenze di bit per rappresentare qualsiasi concetto discreto

0101011011001110 → un concetto
0110101011001111 → un altro concetto

Con un bit possiamo rappresentare due cose

0 → una cosa

1 → un'altra cosa

Con due bit possiamo rappresentare quattro cose

00 → tristezza

01 → felicità

10 → rabbia

11 → paura

Con tre bit possiamo rappresentare otto cose

000 , 100

001 , 101

010 , 110

011 , 111

Con quattro bit possiamo rappresentare sedici cose

0000 , 0100 , 1000 , 1100

0001 , 0101 , 1001 , 1101

0010 , 0110 , 1010 , 1110

0011 , 0111 , 1011 , 1111

Affrontiamo adesso la seguente domanda:

Qual è il supporto fisico che sta alla base di questi bit?

Detto altrimenti:

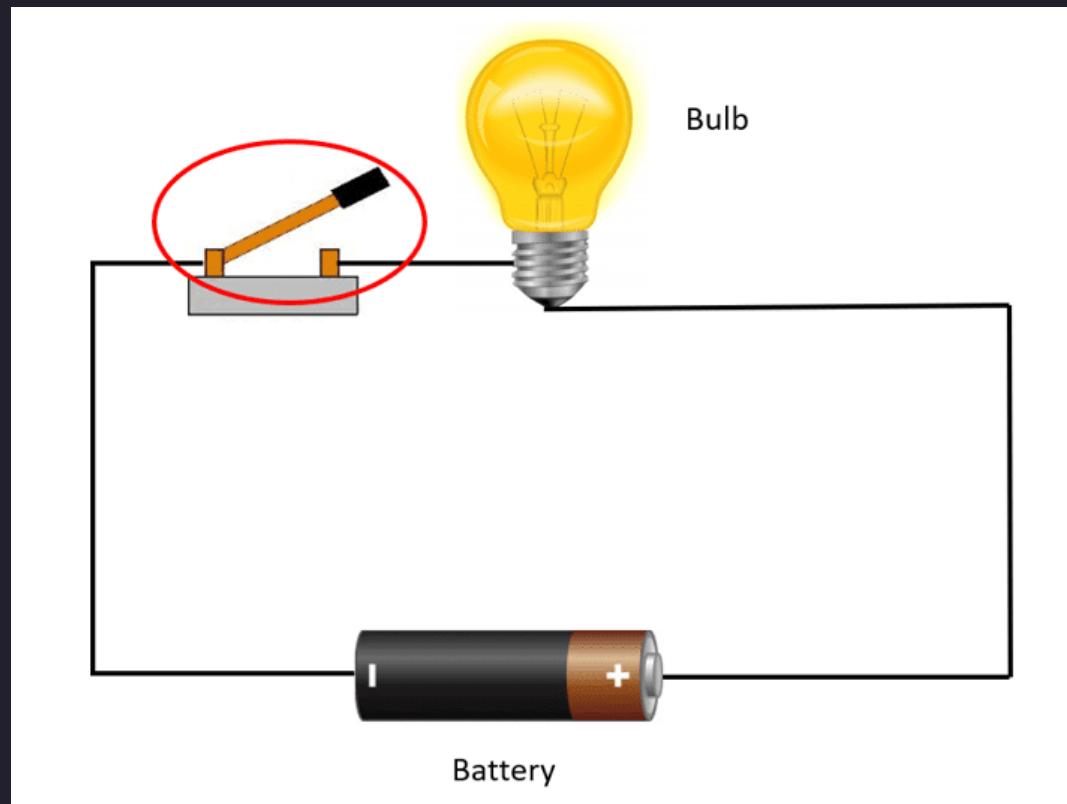
Come si passa dal mondo analogico a quello digitale?

COME DISCRETIZZARE IL MONDO

L'idea di base per ottenere un bit a livello fisico è quello di avere uno **switch** che può essere spento o acceso.

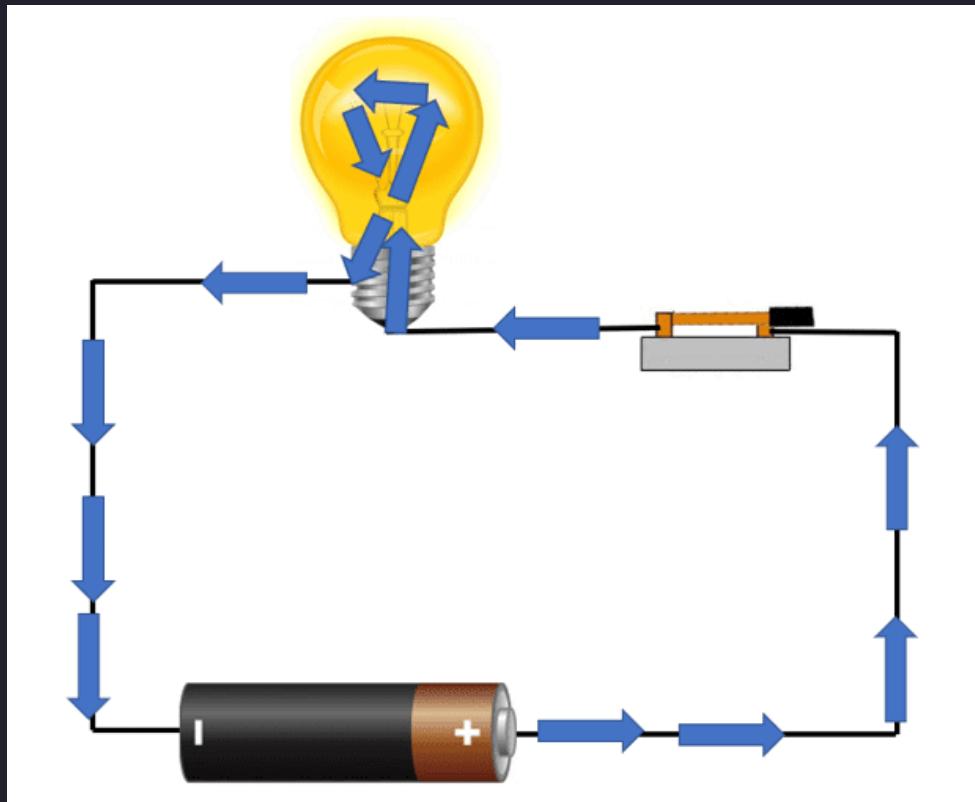
Consideriamo in particolare un lampadina che si spegne o accende andando a premere un bottone fisico.

Quando lasciamo andare il bottone, **il circuito si apre** e la lampadina si spegne.



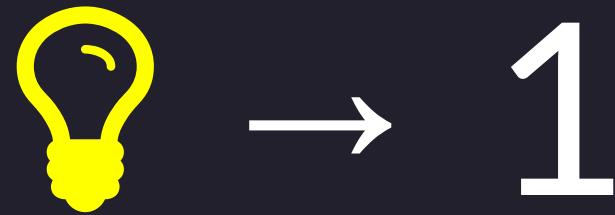
Source

Quando premiamo il bottone, il **circuito elettrico si chiude** e la lampadina si accende.



Source

Possiamo associare allo stato della lampadina un particolare simbolo



In questo modo siamo in grado di rappresentare un bit

Avendo più lampadine possiamo rappresentare più bit,



100110

e con tanti bit possiamo (in potenza) rappresentare
tutto ciò di discretizzabile che esiste nel mondo

100110 → colore, indirizzo, nome, posizione . . .

Il problema dell'esempio della lampadina è che per attivare la lampadina serve un **movimento meccanico**, il che non ci permette di avere tante lampadine (e dunque tanti bit), per problemi di:

- velocità di attivazione/spegnimento
- grandezza della lampadina

L'idea è quella di creare uno **switch elettronico**, che non si basa più su movimenti meccanici, ma che utilizza l'elettricità per spegnersi o attivarsi.

Questo switch elettronico è chiamato **transistor**

IL TRANSISTOR

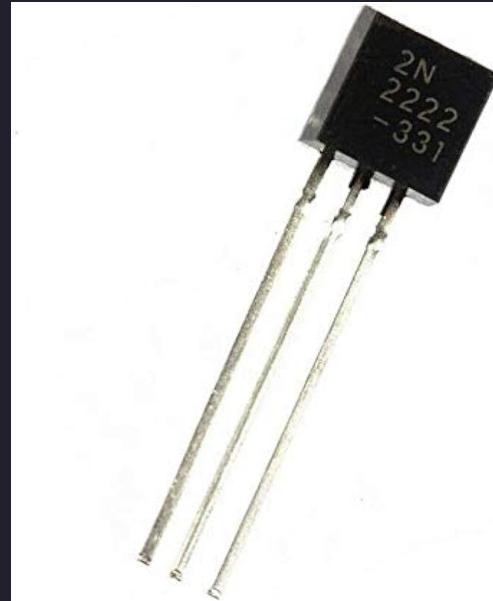
Esistono varie tipologie di materiali, a seconda di come conducono l'elettricità:

- conduttori (rame)
- isolanti (vetro)
- semi-conduttori (silicio)
- super-conduttori (alluminio)

A noi interessano i **semi-conduttori**, il cui livello di resistività elettrica si trova in mezzo tra **conduttori** e **isolanti**. Tra questi, uno dei semi-conduttori più utilizzati è il **silicio**.



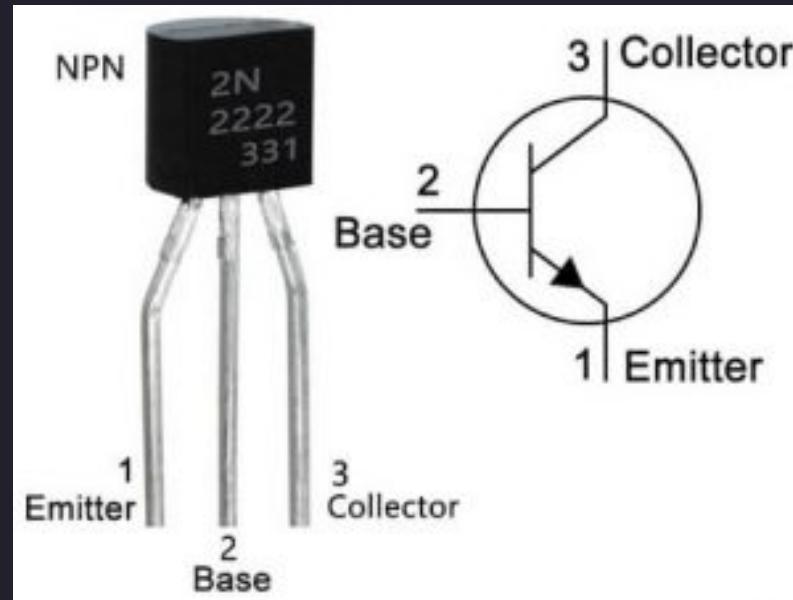
Partendo da atomi di **silicio**, tramite tecniche di **doping**,
è possibile costruire **il transistor**.



Esistono due principali famiglie di transistors

- **BJTs**: Bipolar Junction Transistors
 - NPN Type
 - PNP Type
- **FETs**: Field-Effect Transistors
 - ...

Concentriamoci sulla famiglia BJT, e in particolare sul tipo **NPN**.

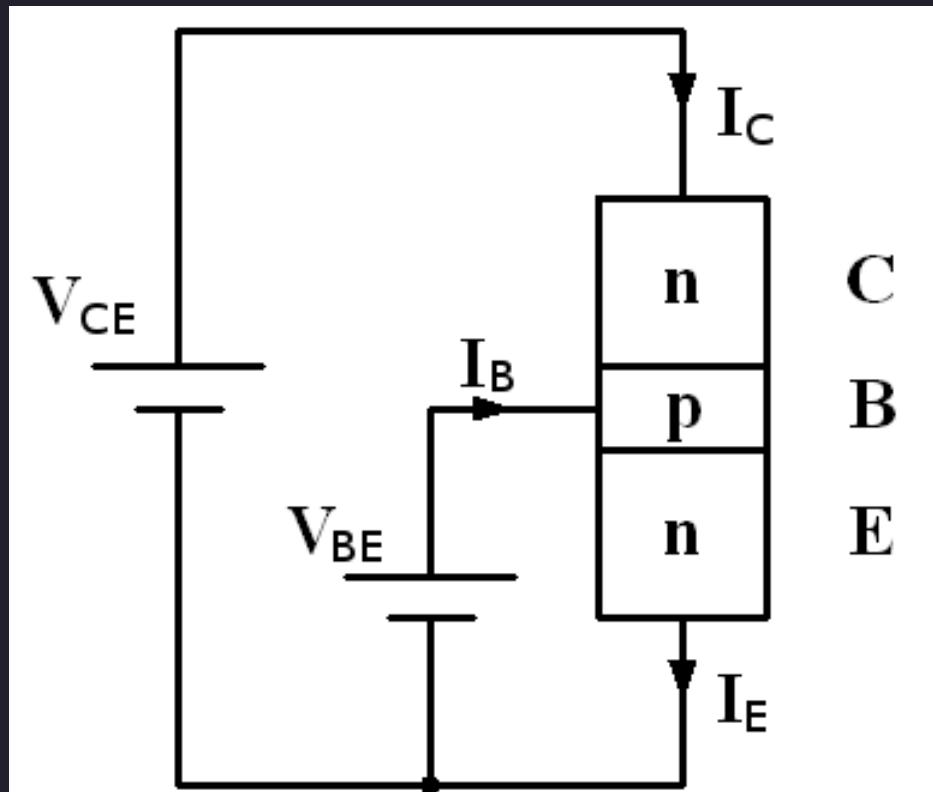


Senza andare ad analizzare **il movimento degli elettroni negli atomi di silicio**, possiamo astrarre il funzionamento di un transistor considerando i tre punti di contatto con il mondo esterno, che sono:

- **Emitter**
- **Base**
- **Collector**

L'idea è la seguente: la presenza di una piccola corrente alla base, che scorre tra la base e l'mitter, può controllare, agendo da switch, una corrente molto più grande che scorre tra il collector e l'mitter.

Consideriamo il seguente circuito



Source

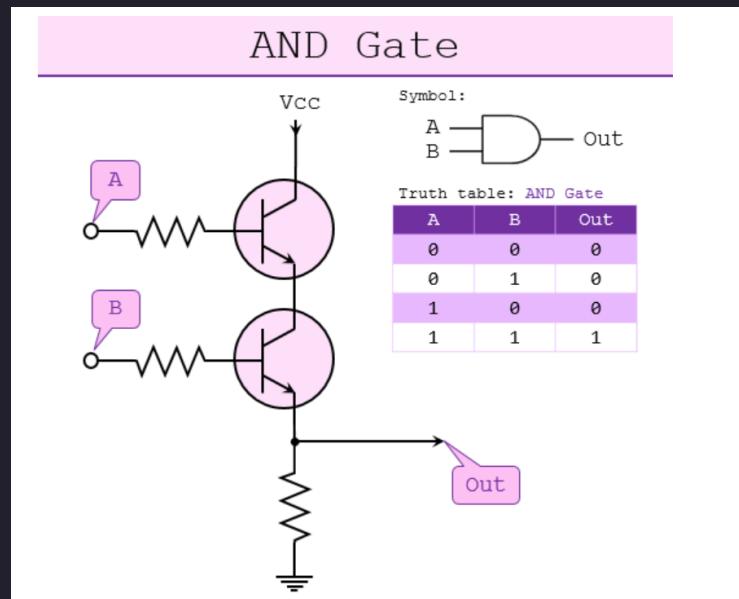
Tramite un transistor siamo in grado di rappresentare due stati diversi, ovvero un bit di informazione

- assenza di corrente alla base
switch spento $\leftrightarrow 0$
- presenza di corrente alla base
switch acceso $\leftrightarrow 1$

I transistor, oltre a poter essere utilizzati per costruire degli **switch elettrici**, possono anche essere utilizzati come **amplificatori**.

E ADESSO?

Nelle architetture moderne i transistor sono utilizzati assieme per formare i principali circuiti digitali, tra cui troviamo le porte logiche (**logic gates**)



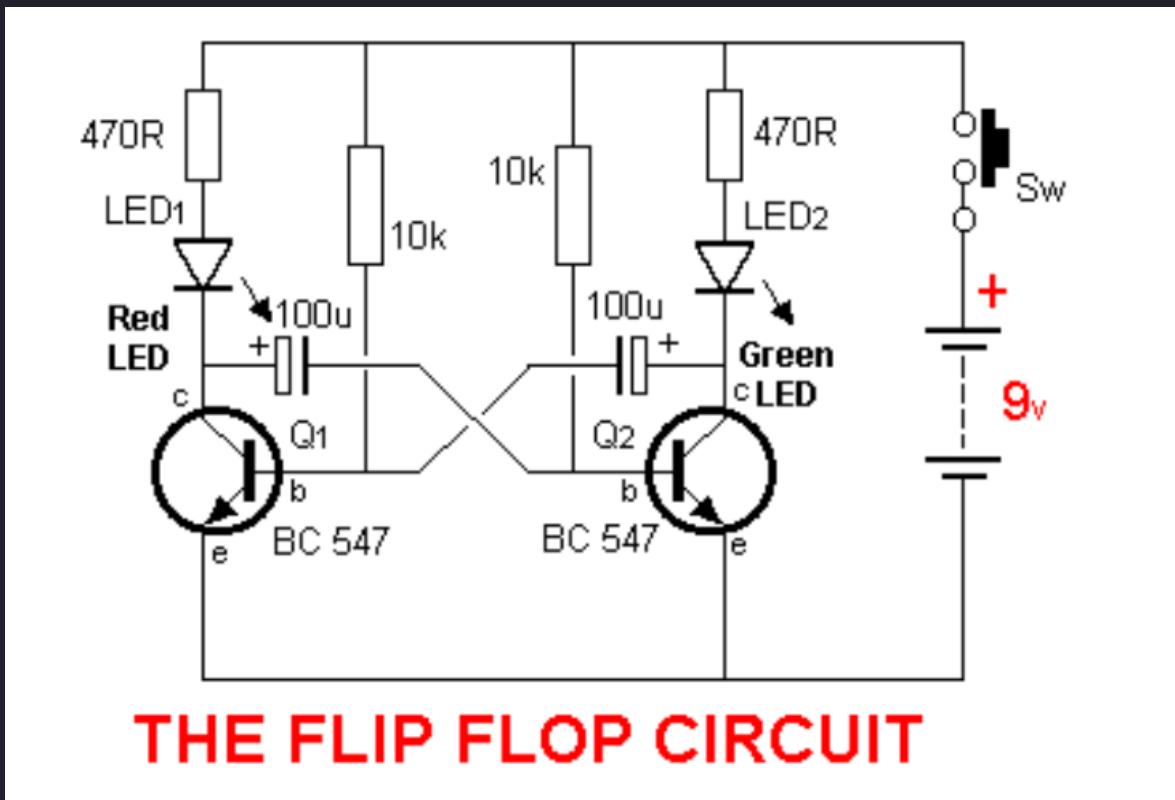
Source

I **logic gates** a loro volta sono utilizzati per costruire circuiti integrati, micro processori e via dicendo...



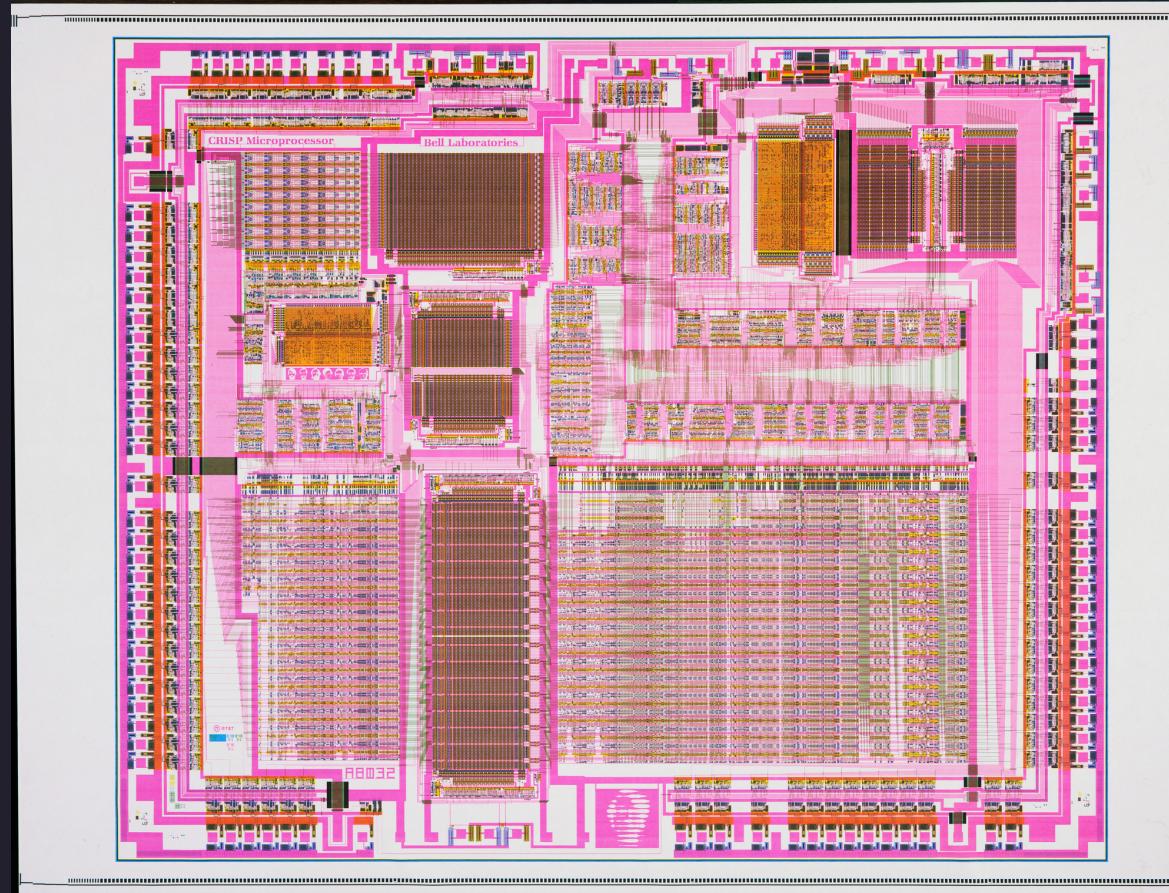
Source

Utilizzando due transistors possiamo inoltre creare un **flip flop**, che ci permette di salvare un bit di informazione



Source

Il microprocessore **AT&T CRISP** (1986) aveva 172.163 transistors



AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, NJ. Detail of Microprocessor (CRISP) Diagram. 1986

The Hardware Architecture of the CRISP Microprocessor

David R. Ditzel

Hubert R. McLellan

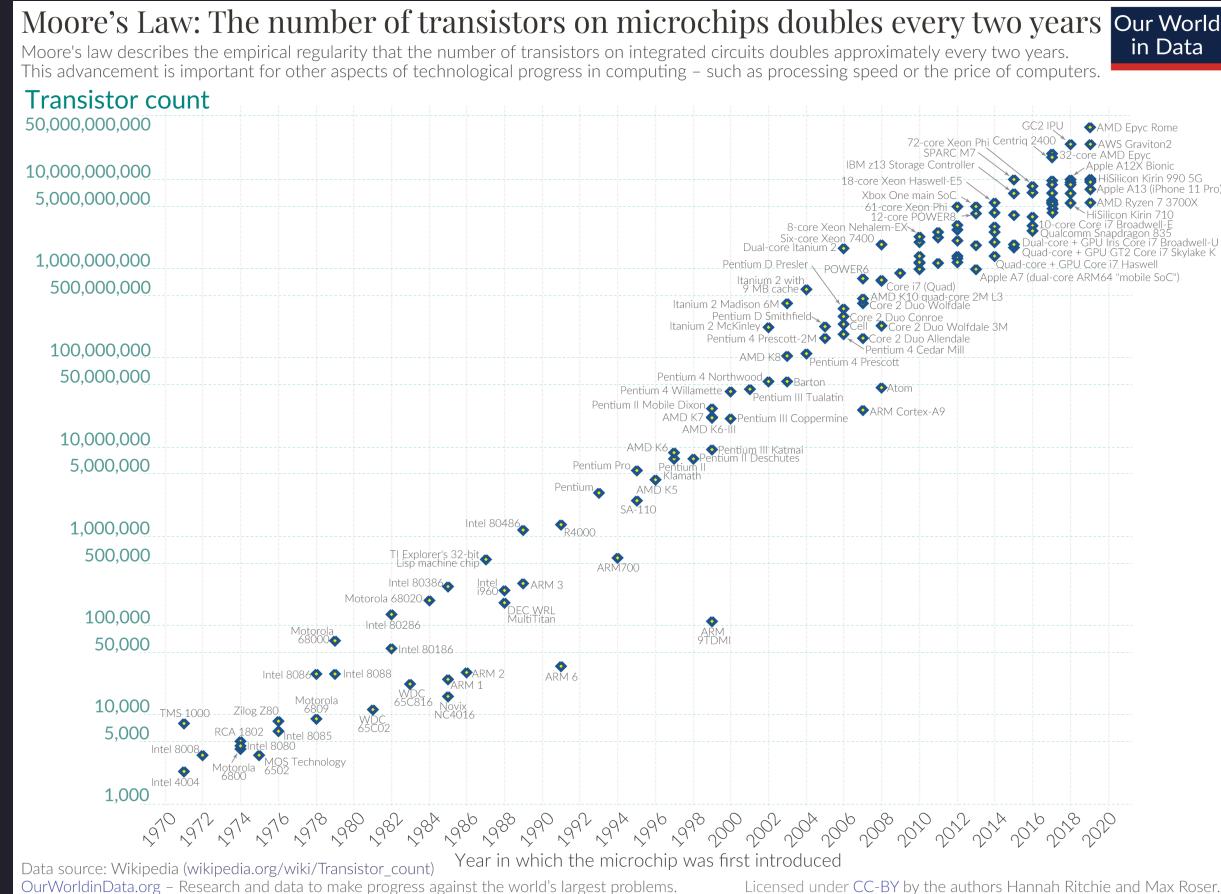
AT&T Bell Laboratories
Murray Hill, N.J. 07974

Alan D. Berenbaum

AT&T Information Systems
Holmdel, N.J. 07733

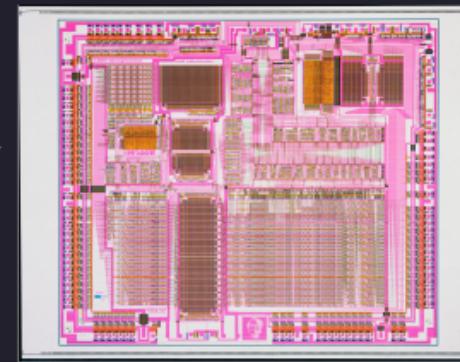
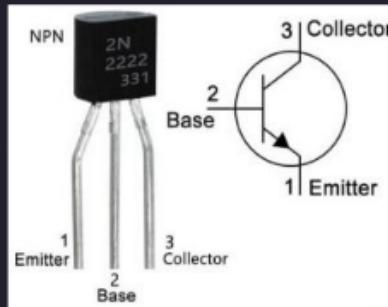
The Hardware Architecture of the CRISP Microprocessor

Il numero di transistors ha continuato ad aumentare



source

Come si crea il mondo digitale



RIFERIMENTI

- Ben Eater - How semiconductors work
- Ben Eater - How transistor works
- Lesics - Transistors, How do they work?
- The Engineering Mindset - Transistors Explained
- Veritasium - How Does a Transistor work?
- <https://www.talkingelectronics.com>
- <https://scienceshifu.com/what-are-series-and-parallel-circuits/>

