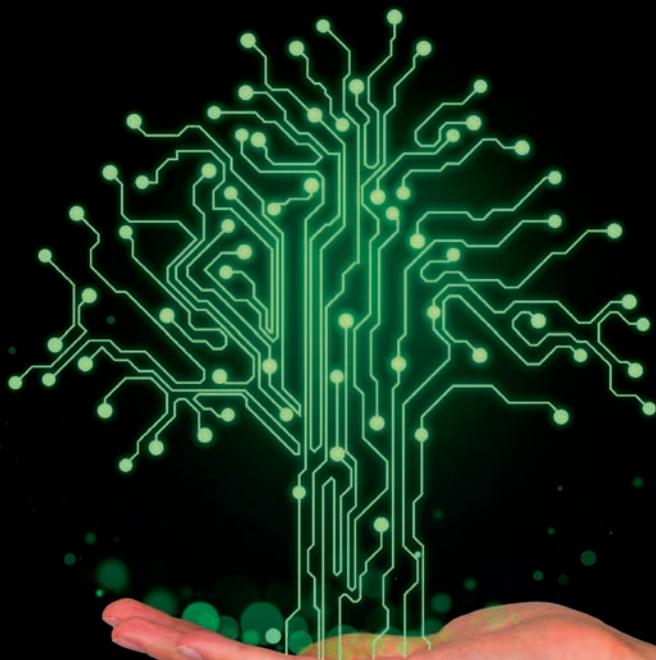


Giovanni Campardo  
Roberto Gastaldi

# IL COMPUTER SPIEGATO A MIO PADRE

Una conversazione su transistor,  
porte logiche e... macchine del caffè



**FrancoAngeli**

## Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.





I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it) e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e.mail le segnalazioni delle novità o scrivere, inviando il loro indirizzo, a “FrancoAngeli, viale Monza 106, 20127 Milano”.

Giovanni Campardo  
Roberto Gastaldi

# IL COMPUTER SPIEGATO A MIO PADRE

Una conversazione su transistor,  
porte logiche e... macchine del caffè

**FrancoAngeli**

Grafica della copertina: *Alessandro Petrini*

Copyright © 2018 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it).*

Conosco i due autori di questo libro da una vita, per aver lavorato nella stessa società che progetta, produce e vende componenti elettronici.

Giovanni e Roberto hanno operato nel campo delle memorie, mentre io mi sono occupato di discipline diverse che oggi vengono definite come “more than Moore”.

C'è un detto tra gli addetti ai lavori nel mondo dei semiconduttori, che recita:

1. padri analogici;
2. figli digitali;
3. nipoti softweristi.

I due autori si inseriscono tra le due categorie dei padri analogici e dei figli digitali.

Questo libro, piacevole da leggere e molto divulgativo, si rivolge soprattutto agli utilizzatori di quelli che vengono definiti “sistemi digitali”, quei componenti che sono la base operativa dei telefoni portatili, degli orologi indossabili e di tutti gli apparati che oggi vengono identificati con l'espressione “Internet of Things”.

Tali sistemi stanno digitalizzando non solo le industrie, le banche, le comunicazioni, la logistica, ma anche i diversi aspetti della vita privata di ognuno di noi: come sportivi, pazienti, cittadini, consumatori, fruitori di servizi e obiettivi di campagne pubblicitarie mirate.

Nella maggioranza dei casi, le persone sanno molto bene come usare gli strumenti digitali che servono al loro scopo, ma poco o nulla conoscono delle basi scientifiche sulle quali essi si fondano: tecnologie del silicio, componenti elementari, matematica booleana, circuiti base, struttura a blocchi...

Il libro, scritto da due esperti del settore, aiuta a coprire questa lacuna. Vi invito a leggerlo per poter trarre ancora più vantaggio dall'utilizzo dei vostri apparecchi digitali dopo aver compreso come sono nati e come sono stati concepiti.

Buona lettura!

*Bruno Murari*, ex Direttore Ricerca e Sviluppo di ST Microelectronics e “padre dell'accelerometro”, che ha reso possibile una nuova generazione di giochi multimediali e più intelligenti gli smartphone.

Se si chiedesse a un automobilista come funziona l'auto che sta guidando, quasi certamente vi risponderebbe in modo abbastanza corretto. Senza entrare nel dettaglio tecnico, vi saprebbe descrivere a grandi linee il funzionamento del motore o a cosa servono le sospensioni.

Se invece chiedeste a un utilizzatore abituale di internet, smartphone o computer come funzionano i suoi strumenti di lavoro o di svago, probabilmente vi risponderebbe che di tecnologia non ne sa nulla, che è un argomento troppo complesso e che a lui interessa solo che funzionino bene.

La paura di affrontare il mondo della tecnologia elettronica colpisce soprattutto le persone uscite dalla scuola quando i personal computer, Internet, i motori di ricerca e i cellulari che "ormai fanno quasi tutto" erano ancora strumenti per pochi adepti.

Questo libro affronta in modo originale il tema del funzionamento di un sistema elettronico digitale, immaginando un dialogo tra una figlia, nativa digitale, e un padre interessato sì a comprendere "cosa c'è dentro" un computer, ma spaventato dalla complessità della materia. Il testo, partendo da alcune nozioni di base legate ai sistemi binari e all'algebra di Boole, arriva a trattare gli elementi fondamentali dell'architettura di un sistema di calcolo.

Troppo complesso spiegare il funzionamento di un PC? Gli autori risolvono il problema in un modo estremamente efficace: descrivere in dettaglio come funziona un distributore automatico di bevande e raccontandoci perché, se vogliamo un caffè ristretto senza zucchero, ci venga servito quanto richiesto senza la presenza di un barista nascosto all'interno del distributore.

In fin dei conti si tratta solo di programmare (come?) alcuni circuiti elettronici (che cosa sono?) in modo che quando si preme un tasto del distributore (senza possibilità di errore?) la macchina ci dia la bevanda giusta (e che lo faccia sempre!).

Non è un argomento facile da trattare, ma, dopo tutto, un sistema elettronico digitale non è altro che una macchina in grado di fare poche cose: leggere un comando, eseguirlo, leggere due dati salvati in una memoria, sommarli o confrontarli. Poco altro. Solo che esegue queste operazioni miliardi di volte in un secondo...

Il testo approfondisce poi alcuni temi specifici, che sono il pane quotidiano degli autori, quali il funzionamento dei dispositivi a semiconduttore e delle memorie elettronica.

*Piero Olivo*, Ordinario di Sistemi elettronici digitali, Università di Ferrara

Gianni e Roberto non hanno scritto un libro sul caffè. Neppure hanno scritto un libro sulle abitudini quotidiane degli italiani. Però, quando ho letto il libro, mi sono subito ricordato i miei tempi in Italia e la cosa più importante all'ingresso dell'istituto: la macchinetta del caffè.

Ogni tanto quando stavo giù in laboratorio per troppo tempo, un amico veniva a chiedermi: "Prendi un caffè?". Io rispondevo "sì" e andavamo su alla macchinetta elettronica all'ingresso. Di solito incontravamo tantissime persone e tutte erano lì per lo stesso motivo: volevano prendersi una pausa e volevano dialogare con gli altri per avere un'opinione sui loro problemi o sul loro stato d'animo del momento. Gianni e Roberto usano questi due elementi, la macchinetta del caffè e il dialogo, per spiegare che cosa c'è dietro la rivoluzione digitale in corso. Spiegano, in pratica, che cosa sia il computer digitale. Una figlia aiuta il padre al computer e comincia a spiegargli il funzionamento di una macchinetta del caffè mentre lui mette la moka sul fornello. E glielo spiega bene! Parte dall'idea della scatola nera con input e output e, passo dopo passo, si addentra nella struttura del computer: la CPU, la memoria, le operazioni logiche.

E la spiegazione non si ferma qui. Dopo il lungo dialogo (che a volte diventa più un monologo della figlia) il padre capisce ogni cosa importante del computer: fondamenti di programmazione e diagrammi di flusso, organizzazione dei dati, conoscenza di base dell'error coding, memoria digitale. Il padre riesce persino a farsi un'idea della fisica dei semiconduttori e di come realizzare dispositivi RAM a partire da wafer di silicio.

Gianni e Roberto sono riusciti a spiegare in meno di 250 pagine tutto ciò che rende un computer un computer e a trasferire queste nozioni, certo non banali, in modo vivace e facile da capire grazie all'espedito del dialogo. Avevo comprato una moka apposta per la lettura, ma avrei potuto leggere il libro senza dover bere nemmeno un caffè!

Complimenti!

*Christoph Baumann*, Executive Editor, Physical Sciences and Engineering, Springer



# Indice

Il computer spiegato a mio padre	pag.	11
Prologo	»	11
1. Ma come funziona un computer?	»	15
2. È una macchina pensante?	»	49
3. Ti do il via ed esegui un programma	»	93
4. I veri computer	»	142
5. La microelettronica	»	192
6. Conclusioni	»	236



# Il computer spiegato a mio padre

**Figlia:** *Papà, quante cose sai?*

**Padre:** *Eh? Uhm... so circa un chilo di cose.*

**F:** *Non dire sciocchezze. Un chilo di quali cose? Ti sto chiedendo davvero quante cose sai.*

**P:** *Be', il mio cervello pesa circa un chilo e penso di usarne circa un quarto... quindi diciamo due etti e mezzo.*

**F:** *Ma tu sai più cose del papà di Johnny? Sai più cose di me?*

**P:** *Uhm... una volta conoscevo un ragazzino in Inghilterra che chiese a suo padre: "I padri sanno sempre più cose dei figli?" e il padre rispose: "Sì". Poi il ragazzino chiese: "Papà, chi ha inventato la macchina a vapore?" e il padre: "James Watt". E allora il figlio gli ribatté: "Ma perché non l'ha inventata il padre di James Watt?"*

*[Verso un'ecologia della mente, Gregory Bateson]*

## Prologo

Abbiamo sempre trovato complicato rispondere alla domanda su quale sia il nostro lavoro. Ci occupiamo d'elettronica, di microelettronica e in particolare di memorie non volatili. Di solito, di fronte a questa risposta il nostro interlocutore assume un'aria interrogativa e si arrovella per cercare di utilizzare le parole "microelettronica", "memorie" e "non volatili" in un contesto a lui noto. Iniziamo allora a descrivere la nostra attività, parliamo di transistor, di celle di memoria, di elettroni, che vanno da una parte all'altra, di dimensioni, spiegando come in un pezzo di silicio di pochi millimetri quadrati si possa immagazzinare un'intera enciclopedia. Lo stupore dell'interlocutore aumenta quando gli mostriamo una fetta di silicio o un layout, vale a dire un disegno dei diversi strati di un dispositivo elettronico. Crediamo sia la stessa sensazione che proviamo noi quando ci troviamo seduti a un pianoforte (non lo sappiamo suonare) e restiamo completamente assorti e impotenti davanti alla tastiera.

Ciò che rende l'elettronica complicata è lo sforzo d'immaginazione che si deve fare per visualizzare come possano funzionare apparati nei quali non ci sono parti visibili in movimento e dove i segnali elettrici si propagano lungo le connessioni, i fili o le piste, e sono elaborati da diversi componenti. Inoltre, per poter capire la materia è necessario possedere un bagaglio di conoscenze molto vaste e variegate, in diversi ambiti. Il nostro interlocutore, a questo punto, ini-

zia generalmente a considerare troppo ostico l'argomento. C'è però qualcosa che continua ad affascinarlo: il funzionamento di un computer. Forse perché si tratta di un sistema che, all'apparenza, sembra in grado di manifestare una caratteristica tipica di ciò che consideriamo intelligenza: la capacità di prendere delle decisioni.

La spiegazione di come funzioni una macchina che esegue un programma, però, può essere veramente complessa e così la discussione, giunta a questo punto, si conclude con un po' di delusione.

Proprio da lì vorremmo prendere le mosse con questo libro. Dallo stallo al quale di solito giunge la discussione tra due persone che lavorano da anni, quotidianamente, immersi nel mondo dell'elettronica e interlocutori che si accostano per la prima volta, affascinati ma un po' intimoriti, a quest'area del sapere e della tecnologia.

La sola richiesta che ci sentiamo di fare ai nostri lettori è quella di metterci un pizzico di necessaria attenzione e tanta curiosità. Non potremo addentrarci così in profondità da riuscire a esaminare nel dettaglio i molteplici argomenti che sarebbe necessario affrontare per giungere alla completa comprensione di come funziona un computer. Dovremo accontentarci di esplorare i concetti che sono chiamati di "architettura": immaginando cioè di partire da alcuni blocchi di base di cui si dà per scontato il funzionamento, analizzeremo come questi vengano connessi.

Il modo più semplice di spiegare un concetto tecnico e scientifico è quello di ricorrere a degli esempi. Per questo abbiamo deciso di iniziare il nostro viaggio nel mondo dell'elettronica da macchine più semplici rispetto ai veri e propri computer.

Negli anni abbiamo maturato una certa esperienza nella progettazione non solo di circuiti integrati, ma anche di schede per l'automazione che potremmo definire "domestica" e "non industriale". Questo tipo di schede elettroniche sono quelle che sono utilizzate per far funzionare le lavatrici, le lavastoviglie, le macchine da bar che producono i cubetti di ghiaccio e molteplici altri elettrodomestici.

Noi prenderemo in considerazione le macchine del caffè, quelle automatiche che si trovano in molti luoghi pubblici; quelle in cui si inserisce una moneta (e così facendo le si abilita), si sceglie una bevanda (cioè si seleziona un programma) e poi si può interagire leggendo le informazioni di ciò che succede su di un display. Alcune di queste possono esercitare un controllo sul prelevamento del bicchierino attraverso una fotocellula posta dopo lo sportello che impedisce al bicchiere di uscire nel caso ci sia la mano dell'utente. Altre permettono di verificare la presenza dell'acqua, della polvere di caffè, delle palettine per mescolare. E, nel caso queste ultime siano esaurite, lo comunicano attraverso il display.

Senza dubbio siamo allo stadio più semplice di quelle che si definiscono “macchine programmabili” e tuttavia già vedendo queste in azione possono venire alla mente molte domande su che cosa significhi prendere decisioni e pensare<sup>1</sup>.

1. “Pensiero” è un termine che deriva dal latino *pensum* (participio del verbo *pendere*: “pesare”). *Pensum* stava a indicare un certo quantitativo di lana che veniva appunto “pesata” per poter essere infine passata alle filatrici, le quali, a loro volta, avevano il compito di trattarla. Il *pensum* era quindi la materia prima, più grezza, designante metaforicamente un elemento o un tema che doveva essere secondariamente trattato, elaborato, dandogli così una nuova forma.



# 1. Ma come funziona un computer?

**Papà (P):** Mi aiuti? Mi aiuti? Dai, aiutami che non capisco.

**Figlia (F):** Ma cosa ti serve?

**P:** Devo mandare una mail e non ricordo cosa devo fare. Devo metterci anche un allegato. Vado su “allega”. E poi? Devo cliccare “open”? Ma non potevano metterci un “allega” pure qui?

**F:** Papà, cosa devi fare? Fammi vedere. Ma se l’hai già fatto tante volte. Fai quello che vuoi, prova, è il solo modo per imparare, magari sbagli e pazienza, rifarai.

**P:** Fai alla svelta tu, qui non si capisce nulla, “return”, “file”, “caps lock”. Vabbè pazienza, come dice il mio amico: “preferisco il legno”.

**F:** Sai che quando fai così mi vengono in mente quelle storielle che si trovano sul web riguardo appunto a questo analfabetismo informatico? Ne vuoi sentire qualcuna? Sono bellissime.

Allora, senti questa. Una cliente esasperata chiama il supporto tecnico per dire che non riesce ad accendere il suo nuovo computer. Dopo essersi assicurato che il computer è alimentato, il tecnico le chiede cosa accade quando lei preme il pulsante. Lei risponde: “Continuo a premere su questo pedale ma non succede niente”. Il “pedale” si è scoperto essere il mouse.

**P:** Non vorrai paragonarmi a questa, vero?

**F:** Senti ancora. Storia vera. Cliente: “Salve, è il Supporto Tecnico?”. Tecnico: “Sì, come posso aiutarla?”. Cliente: “Il porta-tazza del mio PC si è rotto e sono ancora in garanzia”. Tecnico: “Mi scusi, ma lei ha detto ‘porta-tazza’?”. Cliente: “Sì, è sul frontale del mio computer”. Tecnico: “Perdoni se le sembro un po’ perplesso, ma è perché lo sono. Lo ha ricevuto come parte di una promozione, in qualche fiera? Come le è arrivato questo porta-tazza? Ha qualche marchio inciso sopra?”. Cliente: “È arrivato insieme al computer; non so nulla di nessuna promozione. C’è solo scritto ‘4X’ so-

pra". A questo punto il tecnico ha spento il suo microfono, perché non è più riuscito a trattenersi dal ridere. Il cliente stava usando lo sportelletto del drive CD-ROM come un porta-tazza, tenendolo sempre aperto. E senti questa: "Scusi, con questo computer posso sentire la musica?". "No, manca la scheda audio". "Perché non la downloadiamo da Internet?". A un corso regionale: "Professore, la mia stampante non funziona bene...". "... Perché?". "Non riesco a stampare il bianco sul mio cartoncino nero...".

**P:** Basta, basta ho capito. Perché invece di prendermi in giro non mi spieghi un po' come funziona questa macchina infernale? Dimmi qualche cosa.

**F:** Da che parte possiamo cominciare? Fammi pensare. Cominciamo con il dire che il computer può fare solo poche cose in realtà: accettare dei dati in ingresso, fornire dei dati in uscita, ricordare e confrontare due grandezze numeriche (numeri), decidendo se sono uguali o, al contrario, quale delle due è la maggiore.

**P:** Tutto qui? Pensavo facesse molto di più, nel senso che si ha la sensazione, molte volte, che sia in grado di prendere delle decisioni.

**F:** Direi che questo è sufficiente a descrivere ciò che è in grado di fare il computer, almeno nella forma in cui lo conosciamo oggi. Può darsi che in futuro le prospettive cambino ma, per il momento, questo è tutto.

**P:** Sì, d'accordo, ma come è possibile che riesca ad "accettare dei dati in ingresso", "fornire dei dati in uscita", ecc.?

**F:** Allora, vediamo. Per rispondere a questa domanda dobbiamo introdurre un concetto, quello di sistema di calcolo binario. Ti spiego come vengono ricordati i dati in modo binario, poi vediamo come si utilizzano, va bene?

**P:** Ok.

**F:** Per capire come sia possibile memorizzare i dati in modo binario, penso possa aiutarti pensare al nodo al fazzoletto.

**P:** Al nodo al fazzoletto?

**F:** Esattamente. Quando dobbiamo ricordare qualche cosa, si usa dire che "facciamo un nodo al fazzoletto". Questo significa che se, tempo dopo averlo fatto, troviamo ancora quel nodo, sappiamo che abbiamo qualche cosa da ricordare, anche se magari non sappiamo cosa.

**P:** Sì, è così in effetti.

**F:** Prova a seguirmi, ora. Da quanto ho appena detto, possiamo concludere che per ricordare non basta sapere che abbiamo fissato (con un segno) un ricordo, ma dobbiamo anche utilizzare un modo per sapere *che cosa* abbiamo ricordato. In altri termini dobbiamo sapere qual è il codice utilizzato per poter recuperare l'informazione dopo che l'abbiamo memorizzata.

**P:** È un po' come quando si è curiosa nel cassetto delle vecchie foto della nonna e, se non c'è la nonna che dice chi sono le persone fotografate, non c'è modo di decodificarle?

**F:** Esatto, in questo caso la nonna è il codice stesso di decodifica. Ora, immaginiamo di avere una cella di memoria... non chiedermi per il momento cosa è e come è fatta... per il nostro attuale discorso è un po' come un fazzoletto: se c'è il nodo diciamo che il suo valore è "1", se non c'è il suo valore è "0". Il codice si dice "binario" appunto perché si accontenta di fare il tutto con solo due simboli a disposizione. Utilizzeremo sempre pacchetti di otto fazzoletti e di conseguenza potremo avere tutte le combinazioni di "nodo" e "non nodo": tutti i fazzoletti senza nodo, poi solo il primo con il nodo, poi solo il secondo, poi solo i primi due, poi solo il terzo, poi il primo e il terzo, poi solo il secondo e il terzo, poi solo i primi tre, poi solo il quarto, poi solo il primo e il quarto e così via... Se fai i conti vedrai che ci sono ben 256 combinazioni. Ci sei? Vuoi che ti ripeta il concetto?

**P:** No, mi sembra di avere capito. È come l'alfabeto Morse alla fine. Giusto?

**F:** Sì, possiamo associare a ogni combinazione uno dei simboli della tastiera: lettere, maiuscole e minuscole, segni di punteggiatura, i numeri, i simboli matematici e così via. Così possiamo ricordare quello che ci serve, per esempio un intero libro. Il tipico codice binario utilizzato è noto come "codice ASCII"<sup>1</sup>. Ecco, guarda questa tabella che ho trovato su Internet... (Fig. 1).

Qui sono riportati tutti i valori ASCII per i vari caratteri. A fianco di ogni carattere c'è il suo valore in decimale. In tutto 256 caratteri. Ho parlato di valore in decimale. Questo significa che, per il nostro modo di lavorare, questo valore andrà poi tradotto in binario...

**P:** Mmmhh... mi sembra un po' complicata quest'operazione...

**F:** No, aspetta, facciamo un esempio. Il nome Gianni, in codice ASCII è: 1000111 (G), 1101001 (i), 1100001 (a), 1101110 (n), 1101110 (n), 1101001 (i). Se consideriamo un libro di cento pagine, dove ogni pagina abbia per esempio 40 righe e ogni riga contenga 60 caratteri (anche lo spazio è un carattere), avremo 2.400 caratteri a pagina e 240.000 caratteri in tutto il libro. Per questo, codificandolo, possiamo ricordare tutto il libro con 240.000 ottetti di celle di memoria... farlo con i fazzoletti sarebbe troppo complicato!

**P:** Già.

1. ASCII (American Standard Code for Information Interchange) è un codice standard a 7 bit che fu proposto dall'ANSI nel 1963 e diventò definitivo nel 1968. ASCII (si pronuncia "askii") è il codice standard per i microcomputer e consiste di 128 numeri decimali che vanno da 0 a 127. I numeri che vanno da 128 a 255 costituiscono il set di caratteri estesi che comprendono caratteri speciali, matematici, grafici e di lingue straniere.

## Tabella caratteri ASCII

0		32		64	@	96	`	128	Ç	160	á	192	⒌	224	Ó
1	☺	33	!	65	A	97	a	129	ü	161	í	193	⒍	225	ß
2	☹	34	“	66	B	98	b	130	é	162	ó	194	⒎	226	Ô
3	♥	35	#	67	C	99	c	131	â	163	ú	195	⒏	227	Ò
4	♦	36	\$	68	D	100	d	132	ã	164	ñ	196	⒐	228	ö
5	♣	37	%	69	E	101	e	133	à	165	Ñ	197	⒑	229	Õ
6	♠	38	&	70	F	102	f	134	å	166	ª	198	⒒	230	µ
7	•	39	´	71	G	103	g	135	ç	167	º	199	⒓	231	þ
8	□	40	(	72	H	104	h	136	ê	168	¿	200	⒔	232	ƒ
9	○	41	)	73	I	105	i	137	ë	169	®	201	⒕	233	Û
10	■	42	*	74	J	106	j	138	è	170	¬	202	⒖	234	Û
11	♂	43	+	75	K	107	k	139	ï	171	½	203	⒗	235	Ü
12	♀	44	,	76	L	108	l	140	î	172	¼	204	⒘	236	ý
13	🎵	45	-	77	M	109	m	141	ï	173	¡	205	⒙	237	Ý
14	🎶	46	.	78	N	110	n	142	Ä	174	«	206	⒚	238	–
15	☀	47	/	79	O	111	o	143	Å	175	»	207	⒛	239	’
16	▶	48	0	80	P	112	p	144	É	176	☒	208	⒜	240	-
17	◀	49	1	81	Q	113	q	145	æ	177	☒	209	⒝	241	±
18	↑	50	2	82	R	114	r	146	Æ	178	☒	210	⒞	242	—
19	!!	51	3	83	S	115	s	147	ô	179	☒	211	⒟	243	¾
20	¶	52	4	84	T	116	t	148	ö	180	☒	212	⒠	244	¶
21	§	53	5	85	U	117	u	149	ò	181	À	213	⒡	245	§
22	—	54	6	86	V	118	v	150	û	182	Â	214	⒢	246	+
23	↑	55	7	87	W	119	w	151	ù	183	Ã	215	⒣	247	,
24	↑	56	8	88	X	120	x	152	ÿ	184	©	216	⒤	248	°
25	↓	57	9	89	Y	121	y	153	ÿ	185	☒	217	⒥	249	”
26	→	58	:	90	Z	122	z	154	Ü	186	☒	218	⒦	250	·
27	←	59	;	91	[	123	{	155	ø	187	☒	219	⒧	251	¹
28	⌞	60	<	92	\	124		156	£	188	☒	220	⒨	252	³
29	↔	61	=	93	]	125	}	157	Ø	189	¢	221	⒩	253	²
30	▲	62	>	94	^	126	~	158	×	190	¥	222	⒪	254	■
31	▼	63	?	95	_	127	Δ	159	f	191	☒	223	⒫	255	■

I caratteri evidenziati nella cornice possono risultare differenti a seconda del software utilizzato.  
Tabella ricavata digitando Alt + numero decimale (nel tastierino numerico).

Fig. 1 - La tabella dei codici ASCII

- F: Mi aspettavo che ridessi per questa mia battuta... pazienza. Comunque. Oggi i dispositivi di memoria hanno miliardi di celle e quindi anche il dispositivo più semplice può ricordare migliaia di libri, anche perché le tecniche di memorizzazione inventate permettono di condensare le informazioni per ridurre lo spazio di memoria necessario.
- P: Un attimo, però. Vorrei capire un punto riguardo la codifica dei dati reali (nomi o immagini, per esempio), nella cella di memoria. L'esempio del nome Gianni non mi è chiaro affatto. Com'è che sei arrivata a tradurre le 6 lettere del nome nelle 6 celle di memoria? Tra l'altro, indicare con un codice binario di 7 caratteri (forse avevi anche detto 8, non sono sicuro quale sia giusto) 0/1 il nome Gianni non mi porta a identificarlo logicamente come un nome, ma solo come una sequenza di lettere. Inoltre, è necessario un traduttore che ci faccia passare dal codice binario alle lettere, e viceversa, o dal codice binario a un'immagine, e così via. Qual è la natura di questo traduttore?
- F: E qui torniamo alla codifica dell'informazione. Con una sola cella posso solo immagazzinare una informazione del tipo sì-no, acceso-spento. Se voglio ampliare la tipologia di informazione devo trattare più celle insieme. In pratica, non considererò mai una cella per volta ma sempre pacchetti di 8. La questione è: con 8 celle, che singolarmente possono assumere il valore di 1 o 0, quante informazioni posso codificare? La risposta è che disponendo di 2 valori, 1 e 0, le possibili combinazioni di questi 2, a pacchetti di 8, sono 256. Per chiarezza saranno, ad esempio: 00000000, 10000000, 01000000, 00100000, 00010000, 00001000, 00000100, 00000010, 00000001, 11000000, 10100000, 10010000, 10001000, ... 11111110, 11111111. E sono 256. Provare per credere. L'insieme di queste 8 quantità di informazione ("bit") viene chiamato "byte". Quando si vuole scrivere qualche cosa in un byte, il carattere che si presenta ai circuiti della memoria viene codificato in binario. Se vogliamo scrivere "Gianni", come abbiamo detto, dobbiamo utilizzare 6 byte, 1 per ogni lettera, in totale  $6 \times 8 = 48$  celle di memoria. Ora, per venire alla tua domanda, in effetti a questo livello l'insieme delle lettere del mio nome non è identificato come un nome. Il sistema non sa che per noi umani, italiani in questo caso, "Gianni" è un modo per designare una specifica persona. La memoria, di per sé, non associa un senso a ciò che viene in essa registrato. Per compiere questo ulteriore salto serve un circuito che esegua un programma, che è nuovamente registrato in una parte di memoria dove il decodificatore sia in grado di riconoscere il significato della parola "Gianni" come nome. In pratica occorrerà mettere i nomi che si vogliono riconoscere come tali in memoria. In tal modo, dopo aver letto il contenuto di un byte il sistema potrà confrontare ciò che ha letto con tutti i nomi che sono stati inseriti preventivamente in memoria. Se il dato letto coinciderà con uno dei nomi in memoria si farà scattare un'azione successiva.